

Université Louis Lumière - Lyon 2

Faculté de Sciences Économiques et de Gestion

Thèse de Doctorat en Sciences Économiques
(Analyse et Histoire Économiques des Institutions et des Organisations)

Les déterminants des types de comportements innovants et de leur persistance : Analyse Évolutionniste et Étude Économétrique

Présentée et soutenue publiquement par

Alexandre CABAGNOLS

Le 6 décembre 2000

Jury : M. Daniel DUFOURT, Professeur à l'Université Lumière Lyon 2, Directeur de l'Institut d'Études Politiques de Lyon. M. Stéphane LALLICH, Maître de conférences à l'Université Lumière Lyon 2. M. Christian LE BAS, Professeur à l'Université Lumière Lyon 2, Directeur de thèse. M. Patrick LLERENA, Professeur à l'Université Louis Pasteur – Strasbourg. M. Syoum NEGASSI, Professeur à l'Université des Antilles-Guyane. Rapporteurs non-membres du jury : M. Pierre MOHNEN, Professeur à l'Université de Montréal (Canada). M. Keith PAVITT, Professeur à l'Université du Sussex (Grande-Bretagne)

Table des matières

- Dedicace
- remerciements
- Avertissements,
- Introduction générale
 - ◆ a. L'intérêt d'une étude conjointe des comportements innovants de produits et de procédés
 - ◆ b. Les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés
 - ◆ c. Les définitions des innovations de produits et de procédés
 - ◇ Définition productive
 - ◇ Définition sectorielle
 - ◇ Définition micro-économique.
 - L'innovation de produits
 - L'innovation de procédés
 - L'innovation de produits & procédés
 - ◆ d. Plan
- Chapitre I : Les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés : l'approche coûts/avantages
 - ◆ Section 1 : Revenus et conditions de valorisation de l'innovation
 - ◇ § 1 : Les caractéristiques de la demande
 - a. L'élasticité prix de la demande, goût pour la variété

- b. Le volume de la demande
- c. L'évolution de la demande courante
- d. L'évolution anticipée de la demande
- e. Incertitude et cycle de vie des industries
- Conclusion

◇ § 2 : Intensité, nature et origine de la concurrence

- a. La concentration
 - La concentration agit en faveur de l'innovation de produit
 - La concentration stimulerait l'innovation de procédé
 - Pas de relations probantes entre types d'innovations et niveau de concentration
- b. Les régimes de concurrence : Bertrand versus Cournot
- c. La pression de la concurrence internationale
- Conclusion

◇ § 3 : La taille des firmes

- a. Les développements théoriques récents
- b. Des résultats économétriques décevants
 - Tests sur données sectorielles
 - Tests sur données micro-économiques

◇ § 4 : Les conditions d'appropriation

- a. Les difficultés d'appropriation des innovations de produits
- b. Des moyens d'appropriation différents pour les produits et les procédés
- c. Dynamique de l'appropriation et innovations de produits & procédés
- Conclusions

◆ Section 2 : Coûts et conditions du développement de l'innovation

◇ § 1 : L'origine des opportunités technologiques

- a. Les progrès de la connaissance scientifique.
 - b. Les sources externes à l'industrie.
 - Les feed-backs en provenance de l'activité technologique
- Conclusion

◇ § 2 : La dynamique des apprentissages par la pratique

- a. Structure des modèles
- b. Effet des apprentissages par la pratique en l'absence de spill-overs
- c. Effet de la complémentarité des différentes générations de produits
- d. Effet des spill-overs
- e. Principaux enseignements

- f. Apports et limites de l'approche
- ◇ § 3 : Coûts et qualités des facteurs de production
 - a. Le coût relatif du capital et du travail
 - b. La qualité des facteurs de productions
 - La qualité du facteur travail
 - L'origine du capital
 - Conclusion
- ◇ § 4 : Les caractéristiques organisationnelles
 - a. La démarche
 - b. Conditions d'interdépendances entre innovations de produits et de procédés
 - c. Les prolongements et limites
- ◆ Conclusion
- Chapitre 2 : Les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés : les logiques d'apprentissage
 - ◆ Section 1 : Les fondements cognitifs de la distinction innovations de produits / innovations de procédés
 - ◇ § 1 : La dimension cognitive de l'analyse évolutionniste
 - a. Les mécanismes de la 'rationalité procédurale'
 - b. L'innovation comme résultat d'un 'processus de résolution de problème'
 - ◇ § 2 : Proposition pour une distinction cognitive entre les innovations de produits et de procédés
 - ◆ Section 2 : Compétences et nature des connaissances technologiques
 - ◇ § 1 : Les contextes de la résolution des questions sur les fins et les moyens
 - a. Lieux économiques d'exploration et de mise en oeuvre des solutions
 - b. Type de questionnement et intensité de l'incertitude
 - ◇ § 2 : Les compétences pour la résolution des questions sur les fins et les moyens
 - a. Les compétences caractéristiques des comportements innovants de procédés
 - b. Les compétences caractéristiques des comportements innovants de produits
 - c. Les compétences caractéristiques des comportements innovants de produits & procédés
 - ◇ § 3 : La nature des connaissances technologiques

- a. Le 'know what' ou connaissance factuelle
- b. Le 'know why' ou connaissance scientifique
- c. Le 'know who (when and where)' ou connaissance sociétale
- d. Le 'know how' ou savoir-faire

◇ Conclusions

◇ Section 3 : Attributs des connaissances technologiques et persistance des comportements innovants

◇ § 1 : Les attributs des connaissances technologiques relatives aux produits et aux procédés

- a. Les principaux attributs des connaissances technologiques
- b. Les différents attributs des connaissances technologiques intervenant dans le développement des innovations de produits et de procédés
 - Le 'know what' ou connaissance factuelle
 - Le 'know why' ou connaissance scientifique
 - Le 'know who' ou connaissance sociétale
 - Le 'know how' ou savoir-faire
- c. Synthèse

◇ § 2 : Trajectoire technologique et persistance des comportements innovants

- a. Théorie évolutionniste de l'accumulation technologique : le concept de trajectoire technologique.
- b. Trajectoires technologiques et persistance des comportements d'innovation de produits et de procédés
 - Le caractère 'firm specific' du progrès technologique
 - L'irréversibilité des choix technologiques
 - Le caractère cumulatif du progrès technologique
 - Principales caractéristiques des trajectoires de produits et de procédés
- c. Modélisation des trajectoires technologiques de produits et de procédés

◆ Conclusion : proposition en vue d'une approche empirique

• Chapitre 3 : Les questionnements à l'origine des comportements d'innovation de produits et de procédés

◆ Section 1 : Présentation des données et méthode d'investigation statistique

◇ § 1 : Source des données

- a. Les Enquêtes Communautaires sur l'Innovation (CIS^{note77})
- b. Types de comportements innovants et objectifs de l'innovation technologique dans le questionnaire de l'enquête CIS1
 - L'identification des types de comportements innovants

◆ Les questions relatives aux objectifs / questionnements

sous-jacents au changement technologique

- Plusieurs remarques peuvent être faites sur ces questions:
- Classification des objectifs dans les typologies évolutionniste et standard

· c. Sélection des observations et nomenclature sectorielle

- Sélection des secteurs
- Sélection en fonction des comportements innovants
- Méthode d'investigation statistique et principales hypothèses

◇ § 3 : Conclusion

◆ Section 2 : Les principaux axes du questionnement technologique des firmes innovantes : Résultats d'une ACP

◇ § 1 : Identification des principaux axes factoriels

◇ § 2 : Interprétation des deux principaux axes factoriels

- a. L'axe 1 : Questionnement sur les moyens et objectifs de réduction des coûts
- b. L'axe 2 : Questionnement sur les fins et objectifs d'accroissement des ventes.

◇ § 3 : Les axes factoriels 'secondaires'

◇ § 4 : Synthèse des résultats de l'ACP

◆ Section 3 : L'impact des questionnements technologiques sur les comportements innovants

◇ § 1 : Construction des modèles

- a. Modèles type 1 'sur composantes principales'
- b. Modèles type 2 'sur données brutes'^{note93}
- c. Modèles type 3 sur 'typologie a priori'

◇ § 2 : Procédure d'estimation et présentation des résultats

◇ § 3 : Résultats des estimations

· a. Résultats préliminaires et principales tendances du modèle I

- Qualité globale des estimations
- Impact des variables contrôle

· b. L'impact des questionnements technologiques sur les comportements innovants

- La nature du questionnement technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant ?

◇ § 4 : Synthèse des modélisations

◆ Section 4 : Conclusion

• Chapitre 4 : Les compétences pour la résolution des questions relatives aux fins et aux moyens

◆ Section 1 : Principales hypothèses et présentation des données

◇ § 1 : Les sources des connaissances technologiques comme indicatrices de compétences

- a. Une mesure en termes de compétences révélées
- b. Compétences et connaissances technologiques
- c. Sources des connaissances technologiques, types de compétences et nature des connaissances technologiques

- Les compétences d'interface externe (Cx)
- Les compétences d'interface interne (Cn)
- Les compétences d'absorption ou 'capacités absorbatives' (Cp)

- ◆ Le niveau global des capacités absorbatives
- ◆ L'hétérogénéité des connaissances
- ◆ Le niveau de formation du personnel

◇ § 2 : Principales hypothèses

- a. Hypothèses relatives aux compétences d'interface externe
- b. Hypothèses relatives aux compétences d'interface interne
- c. Hypothèses relatives aux capacités absorbatives
- d. Principales tendances attendues

◆ Section 2 : Présentation des données et méthode d'investigation statistique

◇ § 1 : Données disponibles

- a. Qualité des données^{note145} collectées dans les enquêtes innovations
- b. Comparabilité des résultats entre les différentes enquêtes innovation
- c. Les données issues des Enquêtes sur la Structure des Emplois (ESE) dans les entreprises
- d. Construction et interprétation des variables

◇ § 2 : Aperçu descriptif

◇ § 3 : Construction d'un modèle

◆ Section 3 : Résultats des estimations

◇ § 1 : Principales tendances

◇ § 2 : Résultats détaillés

- a. L'impact des compétences d'interface externe sur les types de comportements innovants
 - Les compétences d'interface avec les fournisseurs
 - Les compétences d'interface avec les utilisateurs

- Les compétences d'interface avec les concurrents ou capacités d'imitation
 - Les compétences d'interface avec les institutions scientifiques
 - Les capacités de coopération
 - Synthèse sur les compétences d'interface externe
- b. Les compétences d'interface internes
 - c. Les capacités absorbatives
 - Le niveau des capacités absorbatives
 - L'hétérogénéité des connaissances pour l'innovation
 - Le niveau de qualification du personnel

◇ § 3 : Synthèse

◆ Conclusion

- Chapitre 5 : La persistance des comportements innovants

◆ Section 1 : Opérationnalisation et modélisation markovienne des trajectoires technologiques

◇ § 1 : Opérationnalisation du concept de trajectoire technologique

- a. Définition statistique du concept de trajectoire
 - Définition d'une trajectoire dans le cas discret
- b. Application du concept statistique de trajectoire à l'étude des comportements d'innovation de produits et de procédés
 - Définition :
- c. Présupposés et implications de cette définition
 - Caractère aléatoire du comportement technologique
 - Neutralité de la définition
 - Un espace des états discrets
 - Une relation d'ordre sur les états

◇ §2 . Modélisation markovienne des trajectoires technologiques de produits et de procédés

- a. Les chaînes de Markov en économie du changement technologique
- b. Modélisation des trajectoires technologiques à l'aide de chaînes de Markov d'ordre 1
 - Rappels théoriques
- c. Modélisation des trajectoires technologiques à l'aide de chaînes de Markov d'ordre p quelconque
 - Rappel théorique

◇ § 3 . Procédures économétriques pour l'estimation des matrices de transition

- a. Estimateurs du maximum de vraisemblance des probabilités de transition
- b. Homogénéité des matrices de transition
- c. Ordre optimal p des chaînes de Markov
 - AIC
 - Le critère BIC
- d. Stabilité de la matrice de transition
- e. Modélisation des chaînes de Markov d'ordre élevé
 - Les stratégies de modélisation
 - Modélisation des chaînes d'ordre élevé mais fini : Mixture Transition Distribution Model (MTDM)
 - ◆ Structure de dépendance
 - ◆ Paramétrage du modèle
 - ◆ Pertinence du modèle pour l'étude des comportements d'innovation de produit et de procédé
 - ◆ Raffinements du modèle
 - ◆ Extensions du modèle
 - Modélisation des chaînes d'ordre infini et traitement des données manquantes

◆ Section 2 : Données disponibles et principales caractéristiques de l'échantillon

◇ § 1 . Possibilités d'appariement et ordre maximum de la chaîne de Markov

- a. Les possibilités d'appariement
 - Appariement entre 1985-90 et 1990-92
 - Appariement entre 1990-92 et 1994-96
 - Appariement entre 1985-90 et 1994-96
 - Appariement entre 1985-90, 1990-92, 1994-96
- b. Définition de l'ordre de la chaîne de Markov, de la période d'investigation et des enquêtes mobilisées

◇ § 2 . Mode de redressement des données

◇ § 3 . Principales caractéristiques de l'échantillon

- a. Distribution des observations par secteurs
 - Le choix d'une nomenclature
- b. Distribution des firmes par quantiles de chiffres d'affaires hors taxe
- Conclusion

◆ Section 3 : Description et comparaison des trajectoires technologiques de produits et de procédés

◇ § 1 . Propriétés des matrices de transition et caractérisation des trajectoires technologiques

· a. Attributs mathématiques des matrices de transition

• Classification des états d'une chaîne de Markov

- ◆ Etats communicants : états conséquents et mutuellement conséquents
- ◆ Etat absorbant
- ◆ Probabilité de premier retour et probabilité de retour dans un état
- ◆ Etat persistant versus état transitoire
- ◆ Espérance de retour dans un état μ_e
- ◆ Etat périodique d'ordre
- ◆ Remarque sur la notion de retour
- ◆ Etat ergodique

• Les classes d'états

- ◆ Classe ergodique
- ◆ Classe irréductible
- ◆ Classe finale
- ◆ Graphe associé à une matrice de transition

• Loi limite d'une matrice de transition

· b. Attributs statistiques des matrices de transition

· c. Attributs économiques des états de la matrice de transition

- Interprétation économique des probabilités de transition de la chaîne de Markov d'ordre 1
- Construction d'indicateurs économiques pour la description des trajectoires technologiques

- ◆ Sortie versus persistance
- ◆ La continuité
- ◆ La rupture
- ◆ La diversification
- ◆ Le recentrage
- ◆ L'entrée
- ◆ La turbulence d'une trajectoire
- ◆ Comparaison des trajectoires à l'aide des probabilités de transition

◇ § 2. Principales hypothèses quant aux caractéristiques des trajectoires technologiques de produits et de procédés

- a. Le caractère cumulatif du changement technologique
- b. Le caractère spécifique du changement technologique
- c. Le caractère irréversible du changement technologique

◇ § 3. Estimation et caractéristiques de la matrice de transition obtenue par appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

- a. Principales caractéristiques de la matrice de transition
- b. Comparaison des caractéristiques des trajectoires de produits, de procédés et de produits & procédés

◇ Conclusions

◆ Section 4 : L'impact des compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques : le cas de la persistance

◇ § 1. Estimation des déterminants des probabilités de transitions

- a. Modélisation logistique des probabilités de transition : le cas dichotomique
- b. Modélisation logistique des probabilités de transition : le cas multinomial
- c. Raisons d'une restriction du champ d'étude à la 'persistance'
 - Mesure de la persistance
 - Mode d'estimation de la persistance

◇ § 2. Les déterminants de la persistance des comportements innovants : choix des variables explicatives et principales hypothèses

- a. Sélection des variables explicatives
 - La place centrale des compétences
 - La mesure des compétences
 - La dimension sectorielle
 - La taille relative
- b. Principales hypothèses
 - L'impact des compétences d'interface externes
 - Les capacités d'absorption

◇ § 3. Résultats des estimations

- Résultats de l'estimation des modèles de type I sur composantes principales
- Résultats de l'estimation des modèles de type II sur données brutes

◇ Conclusion

◆ Conclusion

- Conclusion générale
- Bibliographie
- Annexes

- ◆ ANNEXE I : Différentes définitions du concept d'opportunité technologique.
- ◆ ANNEXE II : Les principales enquêtes traitant des conditions sectorielles d'appropriation et des opportunités technologiques

◆ ANNEXE III : L'enquête innovation 1990

- ◇ 1. Descriptif
- ◇ 2. Reproduction du questionnaire original
- ◇ 3. Identification des innovateurs de produit / procédés / produits & procédés
- ◇ 4. Répartition des firmes en fonction de leur comportement innovant

◆ Annexe IV : L'enquête communautaire sur l'innovation 1993 (CIS1)

- ◇ 1. Descriptif
- ◇ 2. Reproduction du questionnaire original
- ◇ 3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés
- ◇ 4. Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant

◆ ANNEXE V : L'enquête communautaire sur l'innovation 1997 (CIS2)

- ◇ 1. Descriptif
- ◇ 2. Reproduction du questionnaire original
- ◇ 3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés
- ◇ 4. Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant

◆ Annexe VI : L'enquête Yale2

- ◇ 1. Descriptif
- ◇ 2. Reproduction du questionnaire original
- ◇ 3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés dans l'enquête Yale2
- ◇ 3. Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant

◆ ANNEXE VII : L'enquête Compétence

- ◇ 1. Descriptif
- ◇ 2. Reproduction du questionnaire original
- ◇ 3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés

◆ ANNEXE VIII : L'enquête CIS2, une enquête atypique ?

- ◇ 1. Comparaison de la distribution des comportements innovants dans l'enquête CIS2 avec d'autres enquêtes apparentées
- ◇ 2. Comparaison des réponses relatives au type de comportement innovant dans les enquêtes CIS2 et Compétence

◆ ANNEXE IX : Croisement des enquêtes CIS1 et Yale2

◆ Annexe X : Distribution des comportements innovants par secteurs

◆ ANNEXE XI : Principales caractéristiques descriptives des comportements innovants et des objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1

- ◇ 1. Les types de comportements innovants
 - a. Distribution des comportements innovants
 - b. Appartenance sectorielle et type de comportement innovant
 - c. Taille des firmes et type de comportement innovant

- d. Types de comportements innovants et objectifs de l'innovation

◇ 2. Les objectifs de l'innovation technologique

- a. Analyse unidimensionnelle des objectifs de l'innovation technologique
- b. Les spécificités sectorielles des objectifs de l'innovation technologique
- c. Objectifs de l'innovation technologique et taille des firmes
- d. L'interdépendance entre les objectifs de l'innovation technologique

- ◆ ANNEXE XII : La prédiction des comportements innovants à l'aide de la proportion sectorielle de firmes innovantes
- ◆ ANNEXE XIV : Les objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1 : résultats détaillés par secteurs et par type de comportement innovant
- ◆ ANNEXE XV : Les corrélations entre objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1
- ◆ ANNEXE XVI : Rappels sur la régression logistique multinomiale (ou polytomique)

◇ 1. La méthode

◇ 2. L'hypothèse d'indépendance vis-à-vis d'une alternative non pertinente

- ◆ ANNEXE XVII : Les principaux axes du questionnement technologique des firmes dans l'enquête CIS1 : Résultats détaillés d'une ACP
- ◆ ANNEXE XVIII : Construction a priori d'une typologie d'objectifs
- ◆ ANNEXE XIX : L'impact des objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1 sur le type de comportement innovant : résultats économétriques détaillés.....

◇ 1. Modèle I : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

◇ 2. Modèle n°II : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \text{Q2}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

◇ 3. Modèle n°III : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{NBINNO})$

◇ 4. Modèle IV : $Y=f(\text{Q211}, \dots, \text{Q226}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

◇ 5. Modèle V : $Y=f(\text{Q211}, \dots, \text{Q226}, \text{Q1}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

◇ 6. Modèle VI : $Y=f(\text{Mkt}, \text{Flex}, \text{Qual}, \text{Cost}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

◇ 7. Modèle VII : $Y=f(\text{Mkt}, \text{Flex}, \text{Qual}, \text{Cost}, \text{Q1}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

- ◆ ANNEXE XX : Vérification de la stabilité des coefficients estimés associés aux objectifs de l'innovation dans CIS1 lorsque la taille et l'appartenance sectorielle varient

◇ 1. Comparaison de l'impact des objectifs du changement technologique en fonction de la taille des firmes

◇ 2. Comparaison de l'impact des objectifs du changement technologique en fonction de l'appartenance sectorielle des firmes

◇ 3. Conclusion

- ◆ ANNEXE XXI : L'impact des objectifs du changement technologique sur les comportements innovants dans l'enquête CIS2

◇ 1. Les questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique

◇ 2. Résultats préliminaires d'une ACP sur les réponses des firmes innovantes aux questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2

◇ 3. Interprétation des axes factoriels

- a. Axe 1 : Questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts

- b. Axe 2 : Questionnements sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes
- c. Axe 3 : Remplacement des produits obsolètes
- d. Axe 4 : Normalisation
- e. Axe 5 : Remplacer vs. améliorer les produits
- f. Axe 6 : Flexibilité vs. réduction de la consommation de matières
- g. Axe 7: Diversification vs. nouveaux marchés
- h. Axe 8 : Réduction des coûts salariaux vs flexibilité
- i. Synthèse des résultats de l'ACP

◇ 4. Régression logistique sur composantes principales

- a. Résultats préliminaires
- b. Les facteurs agissant sur la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés (vecteur [3])
- c. Les facteurs agissant sur la probabilité relative d'innover en produits & procédés plutôt qu'en produits ou procédés (vecteurs [1] et [2])

◇ 5. Synthèse des résultats issus de CIS2 relatifs à l'impact des objectifs de l'innovation technologique sur les comportements innovants

◆ ANNEXE XXII : L'identification des compétences à l'origine des comportements innovants de produits et de procédés dans les enquêtes CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence

◇ 1. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1

- a. Le questionnaire
- b. Construction des principales variables explicatives

◇ 2. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête Yale2

- a. Le questionnaire
- b. Construction des principales variables explicatives

◇ 3. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2

- a. Le questionnaire
- b. Construction des principales variables explicatives

◇ 4. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête Compétence

- a. Le questionnaire
- b. Construction des principales variables explicatives

◆ ANNEXE XXIII : L'origine des connaissances technologiques dans les enquêtes CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence : Etude descriptive préliminaire

- ◇ 1. CIS1
- ◇ 2. Yale2
- ◇ 3. CIS2
- ◇ 4. Compétences

- ◆ ANNEXE XXIV : L'origine des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1: Résultats d'une ACP
 - ◇ 1. Résultats préliminaires
 - ◇ 2. Description des axes

- ◆ ANNEXE XXV : L'origine des connaissances technologiques dans l'enquête CIS2 : Résultats d'une ACP
 - ◇ 1. Résultats préliminaires
 - ◇ 2. Description des axes

- ◆ ANNEXE XXVI : L'origine des connaissances technologiques dans l'enquête Compétences : Résultats d'une ACP
 - ◇ 1. Résultats préliminaires
 - ◇ 2. Description des axes

- ◆ ANNEXE XXVII : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Résultats détaillés des modélisations
 - ◇ 1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 2. Modèle II : $Y=f(\text{FSReq}, \text{FSRmat}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 3. Modèle III : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 4. Modèle IV $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{NBinno})$ par quantile de CAHT92
 - ◇ 5. Modèle V : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{LCA92}, \text{NBinno})$ par quantile de CAHT92
 - ◇ 6. Modèle VI : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92})$ par secteur
 - ◇ 7. Modèle VII : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Cad_Ouv}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

- ◆ ANNEXE XXVIII : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Yale2 : Résultats détaillés des modélisations
 - ◇ 1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$ sans valeurs manquantes
 - ◇ 2. Modèle II $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$ avec remplacement des données manquantes
 - ◇ 3. Modèle III : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{Cad_Ouv}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$

- ◆ ANNEXE XXIX : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Compétence : Résultats détaillés des modélisations
 - ◇ 1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 2. Modèle II : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

- ◇ 3. Modèle III : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{NBinno})$ par quantile de CAHT96
 - ◇ 4. Modèle IV : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{NBinno})$ par quantile de CAHT96
 - ◇ 5. Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{Cad_Ouv}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
- ◆ ANNEXE XXX : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Résultats détaillés des modélisations
- ◇ 1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 2. Modèle II : $Y=f(\text{FSReq}, \text{FSRmat}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 3. Modèle III : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN7}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
 - ◇ 4. Modèle IV : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$ par quantile de CAHT en 1996
 - ◇ 5. Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Cad_Ouv}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
- ◆ ANNEXE XXXI : Interprétation économique des probabilités de transition de la chaîne de Markov d'ordre 2
- ◆ ANNEXE XXXII : Caractéristiques sectorielles de la persistance des comportements innovants
- ◆ ANNEXE XXXIII : Les caractéristiques des trajectoires technologiques : résultats de l'exploitation des enquêtes Innovation1990, CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence
- ◇ 1. Les trajectoires technologiques entre 1985-90 et 1990-92
 - a. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et CIS1
 - b. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et Yale2
 - ◇ 2. Les trajectoires technologiques entre 1990-92 et 1994-96
 - a. Croisement entre les enquêtes CIS1 et CIS2
 - b. Croisement entre les enquêtes Yale2 et Compétence
 - C. Croisement entre les enquêtes Yale2 et CIS2
 - ◇ 3. Les trajectoires technologiques entre 1985-90 et 1994-96
 - a. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et CIS2
 - b. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et Compétence
 - ◇ 4. Synthèse des caractéristiques économiques des trajectoires technologiques selon différents appariements d'enquêtes
- ◆ ANNEXE XXXIV : Les compétences pour innover mobilisées par les firmes présentes à la fois dans l'enquête CIS1 et Compétence : Résultats d'une ACP

A Valérie qui m'a voulu Papa avant d'être Docteur
 A tous ceux, famille et amis,
 qui m'ont accompagné au cours de ce travail.

L'université n'entend donner aucune approbation ou improbation quant aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et n'engagent qu'eux.

remerciements

Je tiens particulièrement à remercier :

Christian Le Bas pour m'avoir accompagné tout au long de cette trajectoire ainsi que pour la confiance qu'il m'a accordée.

Patrick Llerena qui m'a accueilli à la session d'octobre 1998 de l'école doctorale 'Economics of Technology and Institutional Change' et qui m'a fait part de ses remarques sur mon projet de recherche.

Syoum Negassi qui à plusieurs reprises m'a invité au SESSI, me permettant ainsi de réaliser les traitements économétriques que j'avais envisagés. Je mentionnerai également Florent Favre (SESSI) dont l'aide m'a été précieuse pour l'exploitation des enquêtes.

Stéphane Lallich qui m'a accueilli au sein de l'IUP Informatique, Statistique et Econométrie Appliquée de Lyon et m'a prodigué à plusieurs reprises conseils et encouragements.

Daniel Dufourt qui a accepté, malgré ses charges de directeur de l'IEP de Lyon, de faire partie du jury.

Maurice Comte pour le temps qu'il m'a accordé à de multiples reprises pour discuter de mes recherches et répondre à mes questions.

Avertissements,

Compte tenu de la grande quantité de matériaux statistiques mobilisés, traités et exposés ainsi que des nombreuses estimations et tests effectués dans notre travail de recherche, nous avons jugé plus simple de les reporter dans des annexes qui forment un tome à part.

Nous avons utilisé dans le corps du texte un système de renvois qui permettra au lecteur de s'y reporter sans difficultés.

Introduction générale

Dès ses premiers travaux Schumpeter [1912] suggéra l'existence de cinq types différents d'innovations :

- Fabrication d'un bien nouveau aux yeux des consommateurs ou présentant une qualité supérieure (innovation de produit).
- Introduction d'une méthode de production nouvelle (innovation de procédé).
- Ouverture d'un nouveau marché.

- Conquête d'une nouvelle source de matières premières.

-

Réalisation d'une nouvelle organisation industrielle (création d'un monopole *via* la création de trusts par exemple).

Malgré cet intérêt précoce pour la variété des formes d'innovation, le terme 'innovation' est encore souvent employé de manière générique. C'est en particulier le cas de la distinction entre innovations de produits et de procédés. Cela tient à trois raisons principales :

-

La première est empirique. Elle s'explique par l'emploi d'indicateurs d'innovation tels que les dépenses de recherche et développement (R et D) et les dépôts de brevets à partir desquels il est difficile de distinguer clairement les innovations de produits des innovations de procédés. En outre, des difficultés liées à la diversité des définitions employées ont fortement complexifié les analyses allant parfois jusqu'à remettre en question l'intérêt de la distinction (Archibugi, Evangelista et Simonetti [1994]). C'est principalement avec le développement récent des enquêtes sur l'innovation et l'harmonisation des définitions qu'une analyse systématique des comportements innovants de produits et de procédés a pu être proposée.

-

La deuxième est logique. De nombreux auteurs font l'hypothèse qu'il est possible de modéliser l'innovation en utilisant comme référence absolue l'innovation de procédés. En effet, par un artifice intellectuel, l'innovation de produit pourrait être assimilée à une innovation de procédé en suivant le raisonnement suivant :

- ◆

dans un premier temps on considère que tous les produits à venir existent déjà potentiellement, mais que leur production effective est trop coûteuse pour qu'ils n'apparaissent ;

- ◆

il ne reste plus qu'à en déduire, dans un second temps, que c'est la baisse du coût de production du bien potentiel qui permet son apparition ;

- ◆

l'innovation de produit se comprend dès lors comme la conséquence implicite d'innovations de procédés préalables.

Cette assimilation logique a largement été utilisée dans le cadre des modèles micro-économiques (Tirole [1989], p.380) et macro-économiques de croissance, de commerce international et de progrès technologique endogène (Young [1991], [1993]). Le fait que l'innovation de produit puisse se ramener *d'un point de vue logique* à une innovation de procédé ne constitue pas pour autant une preuve que l'une et l'autre de ces formes d'innovations exercent les mêmes effets économiques, ni qu'elles ont les mêmes déterminants.

-

La troisième est théorique. Conscient des différences fondamentales qui séparent l'innovation de produit de l'innovation de procédé, des développements théoriques et empiriques ont été construits sur l'idée que les deux types d'innovations sont autonomes. On a ainsi une théorie de l'innovation de

produit (dite de différenciation horizontale ou verticale) qui met l'accent sur les caractéristiques de la demande (en particulier le goût des consommateurs pour la qualité et la variété) et, d'autre part une théorie de l'innovation de procédé qui se focalise sur la concurrence par les coûts. Ces deux courants ont donné naissance à des développements bien distincts comme si les innovations de produits et de procédés constituaient deux comportements totalement indépendants. Or, ainsi que le montre un certain nombre de travaux théoriques et empiriques récents, cela n'est très certainement pas le cas : il existerait une forte interdépendance entre les comportements innovateurs de produits et de procédés (Athey et Schmutzler [1995], Cohen et Klepper [1996], Kraft [1990], Lunn [1986], Martinez-Ros et Labeaga [1999]). Cette interdépendance potentielle justifierait un traitement simultané de ces deux types d'innovations.

a. L'intérêt d'une étude conjointe des comportements innovants de produits et de procédés

Dans un esprit de synthèse, certains auteurs ont néanmoins proposé des analyses conjointes des innovations de produits et de procédés. Elles visent le plus souvent à mesurer et à comparer leurs impacts respectifs sur les agrégats économiques ou sur les performances des firmes. Ces travaux ont permis de souligner avec force l'intérêt pour l'économiste d'une distinction nette entre ces deux types de comportements innovants ainsi que d'un traitement théorique simultané. Les domaines concernéssont aussi variés que l'économie internationale, la macro-économie, l'économie du travail ou encore la micro-économie.

Les théories néo-technologiques du commerce international fondées sur le concept de cycle de vie du produit et plus généralement de cycle de vie de l'industrie (Vernon [1966], Magee [1977], Cantner et Hanusch [1993]) mirent très tôt en évidence l'importance décisive des innovations de produits initiées par la proximité des firmes avec la demande nationale auxquelles succéderaient des innovations de procédés dont le rôle serait secondaire et néanmoins essentiel pour définir les contours d'un cycle de vie. Plus récemment les théories de la croissance endogène en économie ouverte ont quant à elles souligné l'importance combinée des innovations de produits et de procédés pour expliquer les différences internationales de croissance (Young [1991], [1993]). Les innovations de procédés permettraient dans un premier temps de réduire les coûts généraux de production dans l'économie. Suite à cette baisse des coûts le développement de produits plus sophistiqués deviendrait alors possible. Ces derniers ouvriraient à leur tour de nouvelles opportunités d'innovations de procédés. D'un point de vue normatif, selon leur importance respective dans l'économie, les innovations de produits et de procédés seraient aussi susceptibles d'induire des différences potentielles de bien-être. En particulier, l'optimum social ne serait pas spontanément atteint du fait de conditions d'appropriabilité non seulement imparfaites mais aussi variables selon le type d'innovation considéré (Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987]). La question de leurs rendements social / privé respectifs se poserait alors clairement (Mansfield, Rapoport, Romeo, Wagner et Breadsley [1977]). Des actions de politique économique tant en situation d'économie fermée que d'économie ouverte seraient ainsi envisageables (essentiellement *via* des politiques de brevets) pour faire tendre l'économie vers un bien être collectif maximum (Eswaran et Gallini [1996], Marjit et Beladi [1998]).

Dans des perspectives plus sectorielles et essentiellement centrées sur des questions d'emploi, des études théoriques et économétriques récentes ont souligné l'impact du type d'innovation non seulement sur le niveau de l'emploi (Rottmann et Ruschinski [1997]) mais aussi sur sa structure (Caballero et Hammour [1996]). En particulier, pour la France et dans le cadre de l'industrie manufacturière, on observerait un biais des innovations radicales de produits en défaveur de la main d'oeuvre non qualifiée (Duguet et Greenan [1997], Huiban et Bouhsina [1997]).

D'un point de vue micro-économique l'adoption de comportements innovants de produits ou de procédés expliquerait une partie des différences de performances économiques observées entre firmes telles qu'elles peuvent être mesurées par leurs profits, leur croissance ou leur niveau d'exportation (Link et Lunn [1984],

Capon, Farley, Lehmann et Hulbert [1992], Gomulka [1990], Klepper [1996], Albach et MacDonald [1989], MacPherson [1994], Nicolas [1996]). En outre, l'adoption de comportements innovants de produits ou de procédés exposerait les firmes à des situations d'asymétrie informationnelle particulières (Shieh [1993]note2).

b. Les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés

Parallèlement au développement de travaux sur l'impact des comportements innovants de produits et de procédés, la nécessité de s'interroger sur leurs déterminants respectifs s'est progressivement affirmée. Une littérature relativement récente essentiellement empirique s'est alors développée à partir du milieu des années 1980 et principalement au cours des années 1990. Initialement conduites dans une perspective sectorielle ces analyses se sont rapidement orientées au milieu des années 1990 vers l'étude de facteurs explicatifs micro-économiques qui ont abouti à un certain renouvellement des analyses. Cependant, aucun consensus théorique ou empirique n'est véritablement parvenu à émerger. Différentes voies de recherches ont été ouvertes qui sont encore en phase exploratoire. Elles se construisent à partir des résultats provenant des nombreux travaux empiriques dorénavant envisageables grâce à l'exploitation de nouvelles bases de données (en Europe CISnote3). Nous inscrivant dans cette perspective exploratoire, notre objectif est d'apporter des éléments théoriques et empiriques permettant de mieux identifier les déterminants micro-économiques des innovations de produits et de procédés. Plus précisément la question à laquelle nous entendons répondre par ce travail est la suivante :

Quels sont les déterminants micro-économiques des comportements d'innovation de produits et de procédés ?

En fait, nous rencontrerons à la fois dans les théories, dans les données d'enquêtes et les travaux statistiques une troisième catégorie de comportement, le comportement innovant de produits et de procédés (en clair un comportement conjoint d'innovation). Cette troisième catégorie n'est pas purement empirique ou destinée à faciliter les repérages empiriques. Un des résultats de ce travail consistera en particulier à montrer que cette catégorie est expliquée par des déterminants spécifiques statistiquement significativement différents des deux autres. Ceci confèrera une grande validité à ce schéma ternaire des types de comportements innovants.

c. Les définitions des innovations de produits et de procédés

Avant d'entamer tout développement supplémentaire il est nécessaire de clarifier les définitions des innovations de produits et de procédés que nous adopterons par la suite.

Tout d'abord pour désigner la distinction entre les innovations de produits, de procédés et de produits et de procédés conjointement, nous parlerons des 'types d'innovations'. Ces divers 'types d'innovations' peuvent être appréhendés selon trois axes différents correspondant à autant de définitions que nous qualifierons de productive, sectorielle ou micro-économique. Nous retiendrons par la suite une définition micro-économique des 'types d'innovations'.

Définition productive

Cette première définition des 'types d'innovations' est construite à partir d'une vision productive de l'innovation qui est celle de l'ingénieur. Ce qui importe est l'usage fait du bien produit.

Les innovations de procédés se définissent comme '*les innovations qui concernent des biens d'équipement des entreprises*'.

Les innovations de produit se définissent comme *'les innovations qui concernent des biens destinés à être utilisés comme consommations intermédiaires ou comme consommations finales par les ménages'*.

Définition sectorielle

D'un point de vue sectoriel, Pavitt [1984], suivant en cela Scherer [1982], propose les définitions suivantes des innovations de produits et de procédé :

Les innovations de procédés se définissent comme *'les innovations qui sont produites et utilisées dans le même secteur'*.

Les innovations de produit se définissent comme *'les innovations qui sont produites dans un secteur et utilisées dans un autre'*. Dans cette perspective une innovation de produit du secteur des biens-capitaux peut constituer une innovation de procédé pour les secteurs utilisateurs.

Cette définition *'provides what can be considered as the technological equivalent of an input / output table. It shows how intersectoral patterns of production and sale of goods is reflected in intersectoral transfers of technology'*, Pavitt [1984], p.345. Elle permet donc de répondre à la question de l'identité sectorielle des *'bénéficiaires ultimes'* des innovations (Scherer [1982]). Elle a donné naissance aux analyses contemporaines des *'spill-overs'* intersectoriels (Ducharme et Mohnen [1996], Mohnen [1997], Négassi [1997], Bellet et Lallich [1999]).

Définition micro-économique.

Nous retiendrons dans la suite de ce travail une définition micro-économique des innovations de produits et de procédés qui correspond à celle employée par les enquêtes innovation qui seront par la suite utilisées.

L'innovation de produits

L'innovation de produits consiste en l'introduction auprès du client d'un bien nouveau supposé satisfaire des besoins jusque-là non révélés ou non satisfaits, ou encore imparfaitement satisfaits.

- *Nouveau pour l'entreprise* signifiant que l'entreprise investit un marché préexistant sur lequel elle était absente.
- *Nouveau sur le marché* signifiant qu'il s'agit d'un bien qui n'était pas encore disponible pour le client.
- *Nouveau par amélioration* si le bien a fait l'objet de modifications.
- *Nouveau compte tenu du marché visé.*

La nouveauté est donc relative à un référent que nous expliciterons aussi souvent que nécessaire. Nous retiendrons finalement la définition suivante : *'Un produit est un bien ou service résultant de la production d'une firme et destiné à la satisfaction des besoins de la clientèle (qui peut être finale ou intermédiaire).'*

L'innovation de procédés

L'innovation de procédés consiste en la mise en oeuvre d'un nouveau moyen de production ou au moins en l'amélioration substantielle des moyens de production existants. Le gain d'utilité est en premier lieu pour l'entreprise qui augmente ainsi ses marges. Ce n'est que dans le cas d'une répercussion sur les prix que le client en tire aussi un gain d'utilité.

Nous adopterons la définition suivante : *'Un procédé est un moyen mis en oeuvre et appliqué dans le cadre de la production afin d'obtenir un produit.'*

L'innovation de produits & procédés

Nous pouvons également retenir une définition de l'innovation de produits & procédés. Cette catégorie de comportement innovant est très peu souvent spécifiée dans les études empiriques et statistiques.

'L'innovation de produits & procédés consiste en la production d'un bien nouveau (pour le marché ou pour la firme ou substantiellement amélioré) en même temps qu'à la mise en oeuvre d'un nouveau moyen de production ou au moins en l'amélioration substantielle d'un procédé existant'.

Ce type de comportement innovant ne fait pas l'objet d'un repérage explicite dans les enquêtes que nous utiliserons. Nous considérerons qu'une firme est innovante en produits & procédés lorsqu'elle déclare à la fois innover en produits et en procédés. D'un point de vue empirique rien ne nous permettra néanmoins dans la suite de ce travail d'affirmer que les innovations de produits et de procédés dont il est question sont véritablement liées entre elles. Nous supposerons néanmoins, surtout si la firme est de petite taille, qu'une part non négligeable des firmes innovantes en produits & procédés a effectivement développé des comportements innovants de produits et de procédés liés entre eux.

d. Plan

Notre étude des déterminants micro-économiques des types de comportements innovants sera structurée en cinq chapitres. Les deux premiers chapitres auront une vocation plus théorique tandis que les trois derniers auront une vocation plus empirique. Compte tenu des motivations théoriques que nous expliciterons par la suite nous construirons notre travail empirique autour des concepts relevant de la théorie évolutionniste de l'innovation.

Le premier chapitre proposera un survol de la littérature économique dédiée à l'étude des comportements innovants de produits et de procédés à partir d'une analyse coûts/avantages. La distinction entre les innovations de produits et de procédés repose alors sur l'opposition entre des innovations de procédés destinées à réduire les coûts de production et des innovations de produits dont l'objectif est d'accroître les ventes. La littérature anglo-saxonne désigne communément ce conflit d'objectifs par l'expression *'cost-reducing process innovation vs. sale-enhancing product innovation'*. Les innovations de produits et de procédés sont alors conçues comme des stratégies alternatives dans la mesure où elles produisent des effets économiques différents. La question que soulèvent ces travaux est la suivante : Quelles sont les variables sectorielles et micro-économiques susceptibles d'expliquer une valorisation inégale des stratégies de réduction de coûts et d'accroissement des ventes? La problématique qui guide ces recherches est donc de type allocatif puisque leur objectif n'est pas d'expliquer les processus qui président au développement de l'innovation mais plutôt de comprendre les principes qui régissent l'allocation des investissements de R et D de la firme en faveur d'un type particulier d'innovation. Deux familles de variables explicatives ont alors été étudiées selon qu'elles affectent les revenus attendus de l'innovation ou qu'elles agissent sur leurs coûts respectifs de développement. Considérant certaines des limites des approches coûts/avantages nous proposons dans un

second chapitre de développer un cadre d'analyse alternatif d'inspiration évolutionniste construit à partir d'une vision de l'innovation conçue en termes de processus de résolution de problème et d'apprentissage. La distinction entre les innovations de produits et de procédés repose alors sur l'opposition entre des

'processus de résolution de problème portant sur des questions relatives aux moyens (innovation de procédés)' et des 'processus de résolution de problème portant sur des questions relatives aux fins (innovation de produits)'

. Nous nous interrogerons alors essentiellement sur le type de compétences ainsi que sur la nature et les propriétés des connaissances technologiques nécessaires pour la résolution des questionnements sur les fins et sur les moyens. Ces différents éléments nous permettront de définir les conditions particulières d'appropriation et d'accumulation des connaissances technologiques et économiques associées au développement de comportements innovants de produits et de procédés. Suivant en cela Klepper [1996], ces divers facteurs se combineraient de sorte que les firmes innovantes en produits et en procédés n'évolueraient vraisemblablement pas dans les mêmes conditions de dépendance du sentier : elles seraient engagées sur des trajectoires technologiques distinctes. L'une des principales manifestations de ce phénomène s'observerait à travers des niveaux de persistance des comportements innovants différenciés en fonction des types d'innovations considérés.

Dans le prolongement de ces développements principalement 'théoriques', l'objectif des trois derniers chapitres sera plutôt empirique. Leur organisation suit la méthodologie proposée dans le chapitre II. Nous emploierons à cette occasion les données des enquêtes innovation que le SESSI a gracieusement mises à notre disposition⁴.

Le chapitre III tentera de vérifier empiriquement l'idée fondatrice de notre approche qui consiste à supposer que les processus de résolution de problèmes engagés en vue du développement de comportements innovants de produits et de procédés sont de natures différentes et justifient donc la mobilisation de capacités de résolution de problèmes hétérogènes. Nous serons ainsi amenés dans le chapitre IV à nous interroger sur la nature de ces capacités de résolution de problème en tentant d'identifier les différentes compétences mobilisées pour la résolution de chacun de ces types de problème. Finalement, dans le chapitre V nous proposerons de décrire et de comparer les caractéristiques des trajectoires technologiques respectivement initiées par des comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés. Nous testerons en particulier l'hypothèse selon laquelle la nature des compétences détenues par les firmes agit sur la persistance de leurs comportements innovants.

Chapitre I : Les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés : l'approche coûts/avantages

Les innovations de produits et de procédés ont le plus souvent été distinguées dans la littérature économique en fonction de leurs impacts respectifs :

- L'innovation de produit entraînerait une augmentation du volume des ventes.
- L'innovation de procédé réduirait les coûts de production.

Outre des bénéfices attendus, le développement de chacune de ces formes d'innovation s'accompagnerait de coûts. Compte tenu de ces éléments l'objectif de la firme est alors de répartir de manière optimale son effort de recherche en fonction des bénéfices et des coûts respectivement associés au développement d'innovations

de produits et d'innovations de procédés.

Formellement cette idée est généralement transcrite de la manière suivante :

L'innovation de produits

-

L'innovation de produits (I_{prod}) est fonction du volume des dépenses de R et D de produit (RD_d) soit
 $I_{\text{prod}} = F_d(RD_d)$

-

Cette innovation de produits est supposée agir positivement sur le volume de la demande Q autrement dit $Q = D(p, I_{\text{prod}})$ avec $\partial Q / \partial I_{\text{prod}} > 0$ et pour fonction inverse de demande $p = P(Q, I_{\text{prod}})$

L'innovation de procédés

-

L'innovation de procédés (I_{proc}) est fonction du volume des dépenses de R et D de procédé (RD_c) soit
 $I_{\text{proc}} = F_c(RD_c)$

-

L'innovation de procédés est supposée faire baisser les coûts unitaires de production V autrement dit
 $V = C(I_{\text{proc}})$ avec $\partial V / \partial I_{\text{proc}} < 0$

L'objectif de la firme

La firme cherche alors à maximiser son profit en faisant varier Q , RD_d et RD_c :

$$\text{Max}(Q, I_{\text{prod}}, I_{\text{proc}}) = [P(Q, F_d(RD_d)) - F_c(RD_c)] \cdot Q - (RD_d + RD_c)$$

Où P est le prix de l'output.

Dans une perspective que nous qualifierons d'allocative, identifier les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés conduit à s'interroger sur les facteurs qui induisent une **valorisation** différente de l'une de ces deux stratégies telle qu'elle peut être appréhendée à travers le rapport entre le volume des dépenses de R et D de produits et de procédés (RD_d/RD_c) si nous adoptons une approche en termes d'intrants ou entre le volume d'innovations de produits et d'innovations de procédés ($I_{\text{prod}}/I_{\text{proc}}$) selon une vision en termes d'extrants^{note5}.

Deux voies de recherche ont alors été ouvertes selon que les auteurs ont mis l'accent sur les conditions de valorisation (Section I) ou de développement (Section II) des innovations de produits et de procédés. L'étude des conditions de valorisation des innovations sur le marché se caractérise par l'analyse approfondie des facteurs agissant sur les fonctions $P(Q, I_{\text{prod}})$ et $C(I_{\text{proc}})$ tandis que l'étude des fonctions $F_d(RD_d)$ et $F_c(RD_c)$ est laissée de côté. Les travaux relatifs aux conditions du développement des innovations de produits et de procédés se distinguent en revanche par une attention particulière portée aux facteurs affectant les fonctions $F_d(RD_d)$ et $F_c(RD_c)$ tandis que les fonctions $P(Q, I_{\text{prod}})$ et $C(I_{\text{proc}})$ sont laissées de côté.

Section 1 : Revenus et conditions de valorisation de l'innovation

Les premiers travaux sur les déterminants des innovations de produits et de procédés ont pour la plupart considéré les conditions de développement des innovations de produits et de procédés comme données et identiques pour toutes les firmes (i.e. les fonctions $F_d(RD_d)$ et $F_c(RD_c)$ ne sont pas explicitement étudiées). L'attention s'est plutôt concentrée sur facteurs expliquant les inégales conditions de valorisation des innovations de produits et de procédés sur le marché pour expliquer l'équilibre entre les efforts respectivement consentis pour l'innovation de produit (RDd) et de procédés (RDc) et *in fine* entre l'apparition de comportements innovants de produits (I_{prod}) ou de procédés (I_{proc}).

Dans cette perspective, les principaux facteurs évoqués pour expliquer une valorisation inégale des innovations de produits et de procédés sont à la fois d'ordre sectoriel et micro-économique :

- Les conditions de demande (volume, évolution anticipé, élasticité prix, hétérogénéité, incertitude et cycle de vie de l'industrie) (§1).
- L'intensité de la concurrence sectorielle (concentration, nature de la concurrence (Cournot, Bertrand), intensité de la concurrence étrangère) (§2).
- La taille absolue et relative des firmes (§3).
- Les conditions d'appropriation (§4).

Malgré le nombre relativement important de travaux qui se penchent sur l'étude des facteurs agissant sur les revenus anticipés des innovations de produits et de procédés, aucune théorie dominante, ni aucun véritable consensus empirique n'a véritablement émergé. Le modèle déjà ancien d'Utterback et Abernathy [1975] fait encore référence en la matière. Certains travaux contemporains en particulier empiriques sont purement exploratoire et ne proposent pas de véritables fondements théoriques aux phénomènes observés. Les recherches théoriques quant à elles rencontrent souvent de graves difficultés empiriques (en particulier les travaux sur la concentration et sur la taille des firmes).

§ 1 : Les caractéristiques de la demande

L'impact des caractéristiques de la demande sur le type d'innovation est l'une des premières relations à avoir été étudié. Les recherches se sont développées dans plusieurs directions selon les différentes caractéristiques de la demande :

- Elasticité prix, goût pour la variété.
- Volume.
- Evolution courante.

-

Evolution anticipée.

-

Incertitude.

Outre des arguments techniques relatifs à l'élasticité prix et au goût pour la variété, les débats se sont concentrés autour des questions relatives au risque et à l'incertitude commerciale pour expliquer l'impact de la demande. En effet, à la différence de l'innovateur de procédé l'innovateur de produit doit faire face à des risques commerciaux voir à une incertitude totale. En situation de risque l'amélioration des conditions de demande (volume important, croissance courante et anticipée positives) réduiraient le risque commercial favorisant ainsi l'innovation de produit. Par contre, en situation d'incertitude radicale comme l'envisagent Utterback et Abernathy [1975] c'est l'existence même de cette incertitude qui motiverait l'innovation de produit alors conçue comme un outil d'exploration et donc de réduction de l'incertitude.

a. L'élasticité prix de la demande, goût pour la variété

L'impact de deux facteurs clefs relatifs à la demande a été exploré essentiellement de manière théorique par les travaux sur les innovations de produits et de procédés : l'élasticité prix de la demande, le goût des consommateurs pour la variété.

Hélas, comme nous le notions en introduction ces pistes de recherche se sont essentiellement appliquées à étudier séparément les innovations de produits et de procédés donnant ainsi naissance à deux types de littérature bien distincts, l'une sur les innovations de procédés et l'autre sur les innovations de produits.

Kamien et Schwartz [1970] et Spence [1975] ont mis l'accent sur l'importance des élasticités prix de la demande dans la détermination de l'équilibre entre les innovations de produits et de procédés :

-

des élasticités prix de la demande fortes expliqueraient l'apparition d'innovations de procédés du fait que les firmes seraient fortement incitées à baisser leurs prix (Kamien et Schwartz [1970]) ;

-

un faible niveau de ces élasticités serait plus favorable à des innovations de produits Spence [1975].

Cette thèse est encore à vérifier empiriquement. En effet, Martinez-Ros et Labeaga [1998] présentent des résultats indiquant que lorsque les firmes opèrent dans des industries où les biens produits sont standards (où l'élasticité prix devrait être forte), alors leur probabilité d'innovation en procédé est négativement affectée tandis que leur probabilité d'innovation en produit l'est positivement. Ainsi, tout conduit à penser que les firmes hésitent à s'engager dans une concurrence par les prix et donc à exploiter une élasticité prix de la demande éventuellement forte. L'innovation de produit se présenterait au contraire comme un moyen d'échapper à cette guerre par les prix en jouant plutôt sur la préférence des consommateurs pour la variété/qualité dont l'impact semble être plus significatif et essentiellement en faveur de l'innovation de produit (Pavitt [1984]). On retrouve alors selon les cas les modèles standards de différenciation horizontale et verticale des produits.

b. Le volume de la demande

C'est le travail de Schmookler (Schmookler [1962], Schmookler [1966]) qui a attiré l'attention sur le rôle de la **demande** comme moteur de l'innovation technologique donnant ainsi naissance au débat '*demand pull*' versus '*technology push*' du progrès technologique.

De manière plus générale car se référant à l'ensemble de la demande (produits innovants et non innovants) les analyses économétriques de Lunn [1986], Pohlmeier [1992], Bertschek [1995] rapportent une relation positive et significative entre le volume de la demande et l'innovation de produit comme de procédé. Cependant, les innovations de produits seraient plus sensibles que les innovations de procédés au volume du marché (Lunn [1986], Pohlmeier [1992]). Cet effet en faveur de l'innovation de produit pourrait être imputable à une réduction des risques commerciaux ou comme le suggère Lunn [1986] à la possibilité de vendre des licences pour l'innovation de produit à un public plus large. Une dernière hypothèse serait celle d'un accroissement du nombre optimal de variétés sur le marché (différenciation verticale) qui s'interpréterait comme de l'innovation de produit.

Par ordre décroissant d'effet du volume de la demande sur les innovations de produit et de procédés (mesurées par des brevets) le modèle économétrique de Lunn [1986] fait apparaître le classement suivant lorsqu'on distingue les secteurs de haute technologie et ceux traditionnels (Tableau 1):

Tableau 1: Impact du volume de la demande sectorielle sur le type d'innovation

Innovations de produits	>	Innovation de procédés	>	Innovation de procédé	>	Innovation de produit
dans des secteurs de	;	dans des secteurs de	;	dans des secteurs	;	dans des secteurs
haute technologie		haute technologie		traditionnels		traditionnels

De manière générale, les innovations de produits seraient donc plus sensibles au volume de la demande que les innovations de procédés et en particulier dans les secteurs à fortes opportunités technologiques. Il existerait donc une interaction potentielle entre opportunités technologiques et volume de la demande.

c. L'évolution de la demande courante

Outre le volume de la demande, son évolution compte aussi. Des études comme celles de Hambrick et MacMillan [1985] font état d'une relation positive entre l'apparition d'innovations de produits et la croissance de la demande des industries en produits innovants. De manière plus générale comme le note Mueller [1967] le fait d'opérer sur des marchés à forte croissance accroîtrait de manière à peu près proportionnelle l'incitation des firmes à innover en produits comme en procédés. Cette action combinée de la demande sur les innovations de produits et de procédés s'expliquerait comme suit :

- en premier lieu la croissance du marché assure des bénéfices malgré le risque des investissements de R et D, elle stimule donc les innovations de produits,
- en second lieu la croissance du marché accroît les volumes auxquels s'appliquent les réductions de coûts consécutives aux innovations de procédés. Il y a donc aussi un effet positif des volumes sur les innovations de procédés

A l'encontre de cette hypothèse d'effet proportionnel sur les innovations de produits et de procédés (et en accord avec une vision en termes de cycle de vie de l'industrie) Martinez-Ros et Labeaga [1998] tendent à montrer à partir de données espagnoles que l'évolution positive de la demande courante agit essentiellement

en faveur de l'innovation de procédés.

d. L'évolution anticipée de la demande

Les chercheurs qui utilisent les données de l'IFO ont pu aussi mesurer l'impact d'une variable de demande plus atypique : ' L'évolution anticipée en long terme de la demande par les firmes (sur 5 ans) 'note6. Ils distinguent selon les travaux l'évolution de long terme de la demande totale, domestique et extérieure.

Ne considérant que la demande anticipée globale, Zimmermann [1989] montre que :

-

Lorsque l'évolution anticipée de la demande est positive, elle agirait plus en faveur de l'innovation de produits que de procédés.

-

A contrario, une évolution négative de la demande anticipée aurait des effets à peu près comparables.

Selon que les anticipations sont positives ou négatives, elles auraient donc un impact asymétrique.

Si l'on se penche sur la distinction entre demande anticipée domestique et extérieure, on obtient les résultats suivants :

-

La demande anticipée domestique.

Si l'on considère les firmes dans leur ensemble, des anticipations positives accroissent plus la probabilité d'innovation de produit que de procédés (Pohlmeier [1992]). Si on distingue les firmes exportatrices et non exportatrices (Zimmermann [1987]) alors on s'aperçoit que des anticipations positives agissent en faveur des innovations de produits chez les firmes exportatrices tandis que l'on tendrait à observer la relation inverse chez les firmes non exportatrices.

-

La demande anticipée extérieure

Comme dans le cas de la demande domestique, un accroissement de la demande anticipée extérieure se ferait en faveur de l'innovation de produit ((Pohlmeier [1992], Zimmermann [1987]).

Le niveau anticipé de la demande semble donc être un facteur particulièrement important pour expliquer le comportement innovant des firmes. Son impact serait bien plus important que celui de la concentration (Pohlmeier [1992], p.265). Dans tous les cas des anticipations positives entraîneraient une augmentation de la probabilité d'innovationnote7. Les principales bénéficiaires seraient les innovations de produits, bien plus que les innovations de procédés. Ce phénomène pourrait là encore être interprété comme le résultat d'une réduction de risque ou comme un effet mécanique sur le nombre optimal de variétés présentes sur le marché.

e. Incertitude et cycle de vie des industries

Les modèles de différenciation considèrent habituellement que la demande est uniformément répartie sur un spectre de caractéristiques. Qu'en est-il lorsque les firmes ne connaissent ni l'emplacement ni l'étendue du spectre et encore moins la loi de répartition de la demande le long de ce spectre ? En fait, que se passe-t-il en cas d'incertitude sur les caractéristiques de la demande (qualitatives et quantitatives) ? C'est précisément à cette question que les premiers modèles de cycle de vie du produit ou de l'industrie ont tenté de répondre (Utterback et Abernathy [1975]). Leur réponse permet d'expliquer de manière très globale l'évolution des

industries en les interprétant comme le résultat de processus de recherche dans lequel l'incertitude quant aux caractéristiques réelles de la demande agit comme un stimulant de l'innovation de produit mais surtout comme un inhibiteur de l'innovation de procédé.

Les structures de marchés, la taille des firmes, la nature de la concurrence (en prix ou en qualité) et les types d'innovations sont tous expliqués de manière endogène et simultanée par la réduction de l'incertitude qui entoure la demande (elle est supposée figée). Cette réduction de l'incertitude est elle-même expliquée par l'activité économique des firmes qui en explorent les caractéristiques grâce à leurs innovations de produits successives.

Tout part du lancement d'un nouveau produit (exogène) pour lequel diverses spécifications sont *a priori* envisageables. Ce nouveau bien est supposé satisfaire des besoins initialement mal définis ce qui génère une forte incertitude quant aux design à proposer et aux volumes à produire. Le but des entreprises est donc dans un premier temps de découvrir les véritables caractéristiques de la demande. De fait, l'exploration progressive des besoins des utilisateurs se traduit par une **prédominance des innovations de produits** plutôt que des innovations de processus⁸. A ce stade du développement industriel, les processus doivent demeurer suffisamment flexibles ('*organique*') pour pouvoir absorber des modifications souvent importantes dans la spécification du produit (innovations radicales). Ce stade se caractérise par un comportement de '*maximisation des performances*' du produit du point de vue des utilisateurs : les firmes se livrent une sorte de course à la découverte du marché. L'obstacle majeur n'est pas l'état des connaissances scientifiques et technologiques mais l'insuffisante visibilité en ce qui concerne les besoins des utilisateurs. L'enjeu pour les firmes consiste donc à bien se positionner sur un marché pour lequel on anticipe une forte augmentation de la demande. De fait, cette analyse permet de prédire conformément aux travaux de Zimmermann [1987], Zimmermann [1989], Pohlmeier [1992], Flaig et Stadler [1998] une forte corrélation entre l'évolution anticipée de la demande par les firmes en long terme et l'innovation de produit. A ce stade le marché est encore atomique et relativement concurrentiel, la concentration est faible.

Au fur et à mesure que la demande est mieux cernée et que la consommation du produit se diffuse (accroissement du volume des ventes), l'incertitude diminue en ce qui concerne ses principales spécifications : un '*design dominant*' émerge autour duquel se joue désormais la concurrence. La concurrence s'oriente alors progressivement vers les prix et la différenciation : elle devient monopolistique. Cela se traduit par un déplacement des centres d'intérêt depuis l'innovation de produit radicale ('*design*') vers l'innovation de produit incrémentale (différenciation verticale et horizontale) et vers l'innovation de procédé, ainsi que par un recours plus intense à des inputs scientifiques pointus pour améliorer les performances des produits et des procédés. En parallèle à une augmentation de l'intensité capitaliste et des investissements, le processus de production se rationalise progressivement, le but étant de '*maximiser le volume des ventes*'. Certaines étapes de la production demeurent néanmoins relativement souples, pour permettre encore quelques modifications dans le produit, le processus est alors dit '*segmenté*', le marché commence à se concentrer.

Avec le temps, les caractéristiques du produit sont de mieux en mieux cernées et la concurrence ne se joue presque plus que sur les prix. Cela se caractérise par une rationalisation totale de la production afin de satisfaire à l'objectif de '*minimisation des coûts*'. Les innovations de produit deviennent alors difficiles car la production forme un '*système mécanique*' dont la modification d'un des éléments représente un fort coût puisqu'il implique des modifications en chaînes. Les innovations de produit sont donc plus rares à moins que n'apparaissent des évolutions radicales. En ce qui concerne les innovations de procédé elles prennent, elles aussi de plus en plus leur origine chez les fournisseurs d'équipement et de moins en moins à l'intérieur de l'industrie. Le marché tend à fortement se concentrer.

Les différentes caractéristiques de ce modèle sont résumées par le tableau suivant (Tableau 2) :

Tableau 2 : Les principales caractéristiques des phases du cycle de vie de l'industrie

	Stade 1 : Fluidité.	Stade 2 : Segmentation.	Stade 3 : Systémique.
Type de concurrence.	Par la performance des produits.	Par la sortie de nouveaux produits	Par la réduction des coûts (Innovations de procédés)
Stimulants de l'innovation.	Information sur les besoins des utilisateurs.	Opportunités techniques internes à la firme.	Pression concurrentielle pour réduire les coûts.
Principale forme d'innovation.	Produit.	Procédé	Faible niveau d'innovation. Amélioration de la qualité et productivité.
Type de produit.	Diversifié en fonction de la demande.	Assez stable.	Standardisé.
Processus de production.	Flexible, non optimisé.	De plus en plus rigide.	Optimisé avec forte intensité capitalistique.
Equipement.	Peur spécifique.	Automatisation de certains segments de productions.	Très automatisé, essentiellement du travail de contrôle.
Matériaux.	Inputs standards.	Inputs spécifiques.	Très spécifiques, intégration verticale possible.
Usine.	Petite échelle, proche du marché.	Division en section.	Grande échelle. Fortement spécialisée par produit.
Forme de management.	Informel, d'entreprise.	Relationnel, groupes de discussion.	Accent mis sur la structure et les règles.

[Note:

8. Source : Le Bas [1995], p.29, à partir de Utterback et Abernathy [1978] et Rothwell et Zegveld [1975].

]

Il existerait donc un lien positif entre l'incertitude sur les caractéristiques de la demande et l'apparition d'innovations de produits et un lien négatif entre l'incertitude sur les caractéristiques de la demande et les innovations de procédés. En effet, en présence d'incertitude sur la demande, les entrepreneurs seraient obligés d'engager des processus d'exploration afin de découvrir par tâtonnement quelles sont les vraies caractéristiques de la demande. Ce tâtonnement s'exprimerait par l'apparition d'innovations de produits. Pour leur part les innovations de procédés seraient d'autant plus risquées que le volume de la demande et que les caractéristiques des produits sont imparfaitement spécifiés. En effet, les innovations de procédés impliquent de forts coûts irrécupérables qui sont d'autant plus hasardeux que le marché des produits est incertain.

Schématiquement le modèle d'Utterback et Abernathy (voir Figure 1) prédit alors l'évolution suivante des innovations de produits et de procédés le long d'un axe temporel qui est en fait un axe représentant l'environnement concurrentiel et l'incertitude des firmes quant aux caractéristiques de la demandenote9.

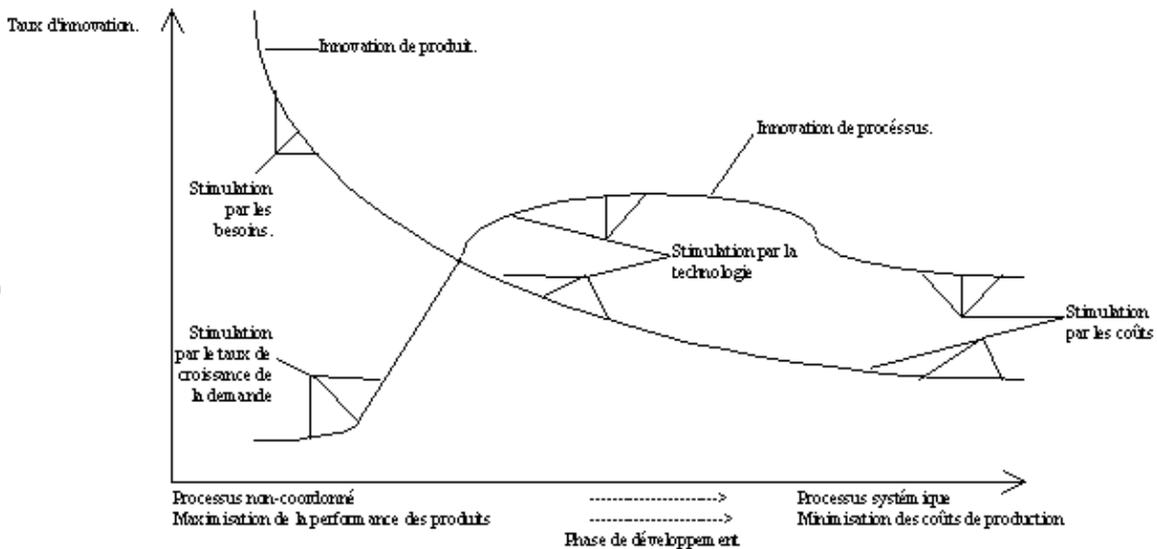


Figure 1 : Types d'innovations et phases du cycle de vie de l'industrie

[Note:

9. Source : Extrait de Utterback et Abernathy [1975], p.645

]

Cette analyse est restée célèbre du fait de la richesse des situations qu'elle permet de d'expliquer^{note10} et surtout à cause de sa capacité à synthétiser l'action de nombreuses variables interdépendantes. Différentes réserves peuvent néanmoins être émises à l'égard de ce modèle (Klepper [1996], p.563) :

-

Le rôle de la demande est minimisé en tant que source d'opportunités. Elle est supposée figée dans le temps de telle sorte que l'émergence d'un design dominant est totalement expliquée par des facteurs d'offre ;

-

Le concept de *design dominant* est imprécis et ne s'observe pas dans toutes les industries, en particulier lorsque les consommateurs expriment des goûts très variés ;

-

Tous les produits ne suivent pas cette trajectoire temporelle, elle ne semble *valide que pour certaines industries de haute technologie* qui présentent en début de cycle de fortes incertitudes quant aux caractéristiques et aux volumes de la demande.

Pour notre part, l'intérêt essentiel de ce modèle vient de sa prise en compte de l'incertitude et d'une conception de l'innovation de produit au moins comme processus d'exploration d'une demande *a priori* inconnue.

Conclusion

L'impact des conditions de demande sur le type d'innovation semble donc déterminant dans les études aussi bien empiriques que théoriques. Des conditions de demande favorables^{note11} réduiraient les risques commerciaux et accroîtraient les opportunités de différenciation verticale stimulant ainsi l'innovation de produit. Ce phénomène serait particulièrement sensible en situation de fortes opportunités technologiques (Lunn [1986]). En revanche, dans une perspective de cycle de vie de l'industrie la réduction de l'incertitude quant aux caractéristiques de la demande consécutive à l'apparition d'innovations de produits et l'accroissement des volumes de ventes se feraient au bénéfice de l'innovation de procédé.

§ 2 : Intensité, nature et origine de la concurrence

L'une des relations les plus polémique de la littérature sur le changement technologique est celle qui expliquerait le niveau de l'activité innovante des firmes par l'intensité de la concurrence. Le débat Schumpeter / Arrow en est le symbole même. L'analyse des déterminants des innovations de produits et de procédés n'est pas restée étrangère à cette controverse.

A ses débuts, le débat est resté focalisé sur l'impact du niveau de concentration sur le type d'innovation développé par les firmes (a). Progressivement les économistes ont élargi leur champ d'investigation pour se pencher sur les effets de différents régimes de concurrence (Bertrand versus Cournot) ainsi que de la concurrence internationale (b),.

a. La concentration

Concernant le processus d'innovation dans sa globalité la concentration est supposée positivement corrélée à l'innovation. En effet, ce serait la perspective d'un pouvoir de monopole qui **inciterait** à l'innovation (effet amont ou ex-ante). En retour (effet aval ou ex post) la concentration est supposée jouer en faveur de l'innovation puisqu'elle signifie que chaque firme dispose d'une assise financière plus large ainsi que de moyens plus importants pour **s'approprier** les résultats de son innovation. Par conséquent, les dépenses d'innovations et le nombre d'innovations devraient être plus important dans les secteurs concentrés.

En ce qui concerne le lien entre la concentration et les types d'innovations, Scherer [1983] et Lunn [1986], Lunn [1990] ont produit des études économétriques : l'une fondée sur une statistique d'input (R et D de produit et de procédé) et l'autre sur une statistique d'output (brevets). Plus récemment des données d'enquête ont été utilisées qui mesurent aussi un output (Zimmermann [1987], Kraft [1990], Pohlmeier [1992], Baldwin, Hanel et Sabourin [1999], Martinez-Ros et Labeaga [1999]).

La concentration agit en faveur de l'innovation de produit

Le travail de Scherer [1983] visait à expliquer la croissance de la productivité. Il fut alors amené à souligner l'existence d'une corrélation significative entre $C4$ ^{note12} et les dépenses de R et D destinées aux produits (corrélation de +0.45) et celles destinées aux procédés (+0.207). Il semblerait donc exister une relation plus forte entre les efforts déployés en vue d'améliorer les produits dans les secteurs concentrés que dans les secteurs plus faiblement concentrés. La relation positive qui lie la concentration et les dépenses de R et D de procédés serait par contre moins forte. Kraft [1990]^{note13} à partir des données sur les outputs de l'innovation obtient une conclusion similaire : la concentration^{note14} agit de manière très positive sur la probabilité d'innovation de produit^{note15}. L'impact est significativement plus faible sur l'innovation de procédé.

Selon Kraft [1990] cette relation positive entre les innovations de produits et la concentration serait due au fait que les conditions d'appropriation des innovations de produits et de procédés diffèrent : les innovations de produits seraient facilement imitables tandis que les innovations de procédés pourraient être gardées secrètes.

Dans ces conditions, un marché concentré permettrait de limiter le nombre d'imitateurs potentiels et de mieux contrôler les fuites.

La concentration stimulerait l'innovation de procédé

Cette relation positive entre innovation de produit et concentration a par la suite été remise en question par Lunn (Lunn [1986], Lunn [1987]) qui se fonde sur des statistiques de brevets^{note16}. Sans doute faute de données adéquates, plutôt que de se pencher explicitement sur les déterminants des innovations de produits et de procédés, l'auteur étudie les déterminants du comportement de dépôt de brevets de produits et de procédés. Dans le cadre d'un modèle d'équations simultanées entre structures de marché et types d'innovations, il met en évidence l'existence d'une hétérogénéité substantielle entre les déterminants des comportements de dépôts de brevets pour les produits et les procédés eu égard à la concentration et au type de secteur considéré (haute / faible intensité technologique). Dans ces deux études Lunn [1986], [1987] note que :

- La concentration n'affecte positivement les dépôts de brevets de procédés que dans les industries de faible intensité technologique mais pas dans les industries de haute technologie.
- Les dépôts de brevets de produits ne seraient pas significativement affectés par la concentration quel que soit le type de secteur considéré (forte/faible technologie).

L'auteur explique alors cette relation positive entre dépôt de brevets sur les procédés et concentration comme suit : Si le brevet est un bon moyen de protection pour les innovations de produit ce n'est pas le cas pour les innovations de procédés (dans leur cas le secret semble plus efficace). Lorsque le pouvoir de marché des firmes augmente (mesuré par la concentration) il ne tend pas à améliorer substantiellement l'efficacité du brevet pour les produits (qui est déjà élevée). Par contre, l'accroissement du pouvoir de marché qui peut se présenter comme un substitut à des défaillances du système de protection légal permettrait aux firmes de plus innover en procédés (Lunn [1986], p.744).

Faisant cette fois-ci référence à l'impact du type d'innovation sur les structures de marché, Lunn conclut ainsi son article de 1986: '*Schumpeterian paradigm is valid, at least with respect to process innovations. It is market structure and process innovations that are related, and not market structure and product innovation. [...] process innovation has the greater effect on the underlying structure of American industry*', Lunn [1986], p.328.

Cette conclusion peut sembler fragile car l'auteur étend des conclusions faites sur les 'déterminants du comportement de dépôt de brevets pour les produits et procédés' aux 'déterminants des comportements d'innovations de produits et de procédés'.

A la même époque, Zimmermann [1987] à partir de données d'enquête^{note17} allemandes collectées par l'IFO sur la période 1981-82 semble confirmer cette relation positive entre innovation de procédés et concentration. Il précise néanmoins que la relation ne se vérifierait que pour les firmes exportatrices. Le lien entre l'innovation de produit et la concentration serait par contre non significatif quel que soit le type de firmes considérées. Cette thèse s'est trouvée étayée par les travaux de Baldwin, Hanel et Sabourin [1999] qui exploitent une base de données construite en 1993 à partir d'une enquête auprès des firmes canadiennes. Selon cette enquête, l'accroissement de la concentration^{note18} entraînerait une augmentation de la probabilité d'innovation en procédés et en produits & procédés substantiellement plus importante que celle d'innover en produits.

Pas de relations probantes entre types d'innovations et niveau de concentration

D'autres études en revanche tendent à relativiser cette controverse pour deux raisons :

-

Les résultats économétriques ne seraient pas probants. Pohlmeier [1992] et Flaig et Stadler [1998] en utilisant la base de données de l'IFO pour les années 1984 et 1981-89 respectivement obtiennent des résultats en demi-teinte dans lesquelles 'l'impact de l'indice de concentration'note19 sur les innovations de produits et de procédés est positif mais non significatif', (Pohlmeier [1992] p.264). La même remarque à été faite plus récemment dans les travaux de Martinez-Ros et Labeaga [1998]note20 portant sur un panel de firmes espagnoles pour la période 1990-93.

-

Il n'y aurait pas de véritable causalité allant de la concentration vers le type d'innovation. Ainsi que le soulignent de nombreux modèles, les structures de marché et les types d'innovations seraient simultanément déterminés. Par conséquent, l'équilibre final du système dépendrait fondamentalement d'autres variables exogènes telles que les conditions de demande (élasticités prix, incertitude), le niveau des opportunités d'innovations de produits / procédés, les conditions d'appropriation (Utterback et Abernathy [1975], Klevorick et Levin [1988], Zimmermann [1989], Gomulka [1990], pp.57-64, Pohlmeier [1992]).

Le débat n'est donc pas clos, tant sur le plan théorique qu'empirique. Il est d'autant plus difficile à arbitrer que ces études se fondent sur différentes spécifications économétriques et sur l'utilisation de différentes mesures des innovations (R et D, brevets, réponses à des enquêtes) et de la concentration (Herfindahl, C3, profit moyen dans le secteur, nombre de concurrents).

L'utilisation d'indices de concentration n'est qu'un moyen parmi d'autres pour mesurer l'impact de l'intensité de la concurrence sur le type d'innovation. Ainsi que nous allons maintenant le montrer les régimes de concurrence sectoriels peuvent aussi nous renseigner sur l'intensité de la concurrence au sein des secteurs et agir sur le type d'innovation finalement développé par les firmes.

b. Les régimes de concurrence : Bertrand versus Cournot

Ce sont des recherches théoriques récentes sur la concurrence en situation de duopole qui ont mené certains auteurs à examiner l'impact des régimes concurrentiels (Cournot versus Bertrand) sur le type d'innovation finalement développée par des duopoleurs qui ont le choix entre innovations de produits et de procédés (Bonanno et Haworth [1998]). La concurrence à la Bertrand (en prix) est un régime supposé de plus forte intensité concurrentielle que le régime de concurrence à la Cournot (en quantités).

Après avoir développé un modèle de différenciation verticale Bonanno et Haworth [1998], parviennent à la conclusion suivante (Tableau 3):

-

Pour la firme dominante du duopole (celle produisant initialement le bien de plus haute qualité) la concurrence à la Bertrand stimule les chances d'innovations en produits tandis que l'effet inverse s'observerait pour la concurrence à la Cournot.

-

Pour la firme suiveuse (produisant initialement le bien de moindre qualité) l'effet serait inversé (plus fortes incitations à innover en produits en situation de concurrence à la Cournot).

Tableau 3 : Impact de la nature de la concurrence sur le type d'innovation en duopole

	Concurrence faible	Concurrence forte
	Cournot (quantités)	Bertrand (prix)
Leader	<i>Procédé</i>	<i>Produit</i>
Suiveur	<i>Produit</i>	<i>Procédé</i>

Source : à partir de Bonanno et Haworth [1998]

L'impact du régime concurrentiel semble donc très difficile à évaluer à un niveau sectoriel agrégé dans la mesure où ces travaux ne considèrent que des industries très concentrées et qu'ils dépendent des asymétries initiales entre firmes. D'autre part, d'un point de vue micro-économique, la logique arithmétique aboutissant à ces résultats est difficile à interpréter économiquement (Bonanno et Haworth [1998]). Cette voie de recherche n'en est toutefois qu'à ses débuts et ne parvient à proposer que des résultats en demi-teinte particulièrement sensibles aux différences de spécification ainsi que le font remarquer Bonanno et Haworth [1998].

c. La pression de la concurrence internationale

L'intensité de la concurrence à laquelle sont confrontées les firmes peut aussi être mesurée par l'intensité de la concurrence internationale. Zimmermann [1987]^{note21} a été le premier à souligner cet effet potentiel tout en proposant des résultats détaillés pour les innovations de produits et de procédés. L'auteur mesure la pression de la concurrence internationale en utilisant le '*taux de croissance des importations pour chaque groupe de produit*'. Le résultat est le suivant : La pression de la concurrence étrangère ne stimule que l'apparition d'innovations de produits chez les firmes déjà exportatrices mais pas chez les firmes non-exportatrices. L'innovation de procédé ne serait pas affectée.

Plus récemment, Bertschek [1995]^{note22} a réalisé une étude similaire en faisant intervenir simultanément le niveau d'importation et le niveau des Investissements Directs Etrangers (IDE) comme *proxy* de l'intensité de la concurrence internationale. Il semblerait que le niveau des importations comme celui des IDE exerce un effet positif et très significatif sur le comportement innovant des firmes tant en produit qu'en procédé. Il est aussi à noter que les coefficients obtenus pour l'innovation de produit sont systématiquement supérieurs à ceux obtenus pour l'innovation de procédé. Les résultats de Zimmermann [1987] et de Bertschek [1995] indiqueraient donc une plus forte sensibilité des innovations de produits à la pression exercée par la concurrence internationale. Ainsi que le soulignaient les premiers travaux en économie internationale sur le cycle de vie du produit (Vernon [1966]), l'arme principale des pays occidentaux dans la concurrence internationale serait bien l'innovation de produit et non l'innovation de procédé.

Conclusion

Les résultats concernant l'impact de l'intensité de la concurrence sectorielle sur l'apparition d'innovations de produits et de procédés sont donc difficiles à interpréter. Aucune conclusion ferme ne semble pour l'instant envisageable. On notera en particulier l'importance des hypothèses formulées par Lunn [1986] et Kraft [1990] quant aux conditions respectives d'appropriation des innovations de produits et de procédés pour expliquer un lien éventuel entre la concentration et le type d'innovation. La seule variable dont l'impact semble faire l'unanimité est l'intensité de la concurrence étrangère : son effet positif serait plus sensible sur les innovations de produits que sur les innovations de procédés.

En lien direct avec l'étude de l'impact de l'intensité de la concurrence sectorielle sur les types d'innovations l'attention s'est aussi portée vers l'effet de la taille des firmes. La taille (en particulier la taille relative) pouvant être considérée comme une mesure directe du pouvoir de marché des firmes.

§ 3 : La taille des firmes

Les travaux sur l'impact de la taille des firmes comme déterminant des innovations de produits et de procédés se sont développés suivant deux directions distinctes^{note23}:

- l'une tournée vers l'effet pouvoir de marché de la taille dans la tradition du débat Schumpeter / Arrow sur l'impact des structures de marché,
- l'autre plus intéressée par l'évolution des conditions d'appropriation des innovations de produits et de procédés lorsque la taille varie.

Dans les deux cas les modèles théoriques prédisent un biais des grandes firmes à fort pouvoir de marché en faveur de l'innovation de procédés (a). Comme le montre les études empiriques (b) ce biais n'est pas systématiquement observé.

a. Les développements théoriques récents

Dans le prolongement des travaux sur l'impact de la concentration Yin et Zuscovitch [1998] ont proposé un modèle de duopole dans lequel les firmes peuvent choisir d'investir en produit ou en procédé. La R et D de produit est risquée, tandis que la R et D de procédé est certaine pouvant être assimilée à de l'innovation incrémentale. Les auteurs envisagent qu'initialement les deux firmes produisent le même bien mais n'ont pas des coûts identiques : celle dont les coûts sont les plus élevés vend un volume inférieur (c'est la firme de petite taille) tandis que la firme avec des coûts initialement plus faible vend plus (c'est la grande firme). Il est alors démontré que :

- La firme détenant initialement la plus grande part de marché retire un gain plus important d'une nouvelle réduction de coût que la firme suiveuse.
- La firme détenant initialement la plus faible part de marché a en revanche plus d'incitations que la firme dominante à développer de nouveaux produits car elle bénéficie alors d'un nouveau marché. Elle pâtit moins que le leader de l'effet de substitution du nouveau bien vis-à-vis de l'ancien (du fait de sa plus faible part de marché).

Dans un tout autre registre, développant l'idée selon laquelle les conditions de valorisation des innovations de produits et de procédés sont différentes, Cohen et Klepper [1996]^{note24} parviennent au même résultat que Yin et Zuscovitch [1998]. A la différence de Yin et Zuscovitch [1998] leur analyse ne considère pas la taille relative des firmes mais leur taille absolue. Elle n'est pas non plus statique et purement théorique mais s'inscrit dans une perspective dynamique (suivie d'une même firme au cours de sa croissance) et empirique. Partant directement du constat fait par Scherer [1991] d'une augmentation de la part de R et D allouée aux procédés avec la taille des firmes, Cohen et Klepper [1996]^b tentent d'apporter une explication économique à ce phénomène. Ils partent du principe que le rendement des activités innovantes est lié à la taille des firmes au moment où elles entreprennent l'innovation. En effet, les firmes dans la plupart des cas sont obligées d'exploiter leurs innovations au travers de leur propre production tandis que l'effet de l'innovation sur la croissance est lent à se manifester. Selon le type d'innovation mis en oeuvre ce lien serait néanmoins variable :

-

Dans le cas des innovations de produits, il serait plus facile de les valoriser en dehors de l'entreprise (par la cession de licences par exemple) et leur effet sur la croissance des ventes serait assez important. L'impact de la R et D de produit sur le profit (π_2) se note alors :

$$\pi_2 = a_2(hq+k)pc_2(r_2)-r_2$$

avec :

-

q la production de la firme quand elle fait de l'innovation de procédé seule.

-

h la fraction des clients actuels de l'entreprise qui achètent le nouveau bien.

-

k sont les ventes additionnelles et les cessions de licences.

-

r_2 les dépenses de R et D de produit.

-

$pc_2(r_2)$ est la marge supplémentaire (prix moins coût) réalisée sur le nouveau produit.

-

Dans le cas des innovations de procédés, la cession de licence est moins facile puisque leur mise en oeuvre dépend souvent de la détention de connaissances complémentaires de nature idiosyncratique. Le rendement de ces innovations est donc souvent jugé supérieur par l'innovateur que par tout autre acheteur potentiel. Le meilleur moyen de s'approprier les retombées de l'innovation de procédé est par conséquent sa mise en oeuvre interne sans qu'il ne soit attendu d'augmentation significative du volume des ventes. Le profit attendu suite aux investissements de R et D tournés vers les procédés se note donc :

$$\pi_1 = a_1qpc_1(r_1)-r_1$$

avec :

-

q la production de la firme quand elle fait de l'innovation de procédé seule ;

-

r_1 les dépenses de R et D de procédé ;

-

$pc_1(r_1)$ est la réduction du coût moyen issue de l'innovation de procédé.

Dans les deux cas on suppose :

pour $i=1,2$ (avec $i=1$ pour les procédés et $i=2$ pour les produits) $pc_i(r_i)'>0$ et $pc_i(r_i)''<0$ pour tout $r_i>0$ ce qui traduit des rendements décroissants en fonction du volume de R et D.

Les auteurs spécifient la forme de chacune de ces fonctions comme suit :

$$pc_i(r_i)' = b_i r_i^{-(1/i)}$$

où :

-
- b_i représente le niveau des opportunités
- i le rythme de décroissance du rendement des investissements de R et D dans les innovations de type i .

Le rendement attendu des dépenses de R et D tournées vers les innovations de produits va par conséquent moins dépendre de la taille des firmes *ex ante* que le rendement escompté de la R et D de procédé dont la valorisation du résultat est proportionnelle au volume des ventes *ex ante*. De fait, une firme initialement petite va être plus fortement incitée à investir en R et D de produit qu'une firme initialement plus grande. Ceci va générer un niveau de croissance plus élevé chez les firmes de petite taille que chez celles de grande taille. Cette croissance va progressivement rendre la R et D de produit de moins en moins attractive en comparaison de la R et D de procédé. De fait, plus une firme va croître, plus elle va être incitée à investir dans les innovations de procédés tandis que les innovations de produit vont progressivement devenir moins attractives et donc plus rares. Le rapport $p=r_1/(r_1+r_2)$ (avec 1 pour les procédés, 2 pour les produits) représente l'équilibre qui s'établit entre les innovations de produits et de procédés. Après manipulations de leurs résultats les auteurs en extraient quatre propositions :

1. si $r_1=r_2$ alors p est fonction croissante de la taille initiale des firmes.
2. si $r_1=r_2 \leq 1$ alors p croît à taux décroissant avec la production initiale de chaque firme.
3. en fonction du niveau initial de p , l'impact d'une variation de la taille initiale sur p va être différent. Quand p est très petit ou très grand l'impact de dq va être faible sur p en comparaison de ce qu'il peut être quand $p=1/2$.
4. lorsque K (ventes additionnelles et cessions de licences consécutives à l'innovation de produit) augmente cela accroît la sensibilité de p face à q . Comme les innovations de produits génèrent plus de croissance, on évolue donc plus vite vers un état où les innovations de procédés sont de plus en plus rentables.

b. Des résultats économétriques décevants

Les résultats empiriques semblent beaucoup plus ambigus et contrastent avec les modèles qui viennent d'être présentés. Il y a à cela deux explications :

-

Les modèles théoriques présentés plus haut ne traitent pas de la taille totale des firmes mais de leur taille dans chacune des *lignes de produit* sur lesquelles elles sont positionnées. La plupart des sources statistiques actuellement disponibles ne comportent en revanche pas d'informations détaillées sur les lignes de produits. L'unité d'analyse est donc la firme considérée dans sa globalité et non chaque ligne de produit considérée séparément.

-

Les modèles théoriques présentés plus haut considèrent les *inputs du processus* innovant (dépenses de R et D) alors que la plupart des bases de données offrant la possibilité de distinguer les innovations de produits et de procédés mesurent des output (brevet, réponse à des questions du type avez-vous innové en produit / procédé ?). De fait, il serait possible d'observer des résultats discordant entre les modèles théoriques et empiriques du simple fait que selon la taille des firmes le rendement de la R et D varie ou que les modes d'appropriation diffèrent.

Tests sur données sectorielles

A partir de données sectorielles Pavitt [1984] est parvenu à mettre en évidence une relation entre la taille moyenne des firmes des secteurs et les types d'innovations qui y sont majoritairement développés :

-

Les innovations de produits caractériseraient les secteurs dans lesquels les firmes sont de faible taille.

-

Les innovations de procédés seraient par contre développées dans des secteurs à la fois de faible et de forte taille (on observerait donc une relation en U).

-

Les innovations de produits & procédés émergeraient par contre plus dans des secteurs où les firmes sont grandes.

Il existerait par conséquent au niveau sectoriel une relation entre la taille moyenne des firmes et les types d'innovations mais elle ne serait pas linéaire.

Tests sur données micro-économiques

Cohen et Klepper [1996]b proposent à partir de données micro-économiques américaines sur les brevets de tester directement leur théorie pour les années 1974-76 (leur unité d'analyse est la ligne de produit). Les résultats obtenus tendent à montrer qu'au sein de chaque secteur l'accroissement de la taille d'une firme dans une ligne de produit tendrait à augmenter la part des brevets de procédés dans le total des brevets déposés. Cette analyse est relativement ambitieuse dans la mesure où le comportement d'appropriation est susceptible de varier en fonction de la taille des firmes dans chaque ligne de produit. En particulier, la taille serait susceptible de stimuler les dépôts de brevets pour les procédés sans affecter le comportement de dépôt de brevet pour les produits.

A l'exception de Cohen et Klepper [1996]b les études traitant de l'effet de la taille sur le type de comportement innovant ne reposent pas sur des données désagrégées en termes de lignes de produits. Elles exploitent des informations globales pour chaque entreprise. Les résultats ainsi obtenus demeurent très polémiques :

•

Baldwin, Hanel et Sabourin [1999], Kraft [1990], Bertschek [1995] proposent des formulations linéaires du lien entre la taille et le type d'innovation. Ils valident une relation plus forte entre la taille et l'innovation de procédé que entre la taille et l'innovation de produit. A contrario, toujours suivant une formulation linéaire, Zimmermann [1989], Pohlmeier [1992], Duguet et Greenan [1997]note25, Flaig et Stadler [1998] observent une influence de la taille en faveur des innovations de produits plutôt que de procédés.

•

Zimmermann [1987], Lunn [1987], Bertschek [1995], Martinez-Ros et Labeaga [1998], testent quant à eux des relations quadratiques entre la taille et le type d'innovation. Les résultats sont ambigus à interpréter. Ils mettent néanmoins clairement en évidence le fait que la relation n'est pas linéaire et que l'effet de la taille devient le plus souvent négatif au-delà d'un certain seuil (les coefficients estimés associés aux termes quadratiques sont significatifs et négatifs).

◆

Dans les cas de Lunn [1987] et Martinez-Ros et Labeaga [1998] le terme quadratique est plus favorable aux innovations de procédés que de produits. Chez Lunn [1987] on note que les signes des termes quadratiques et linéaires sont positifs pour les innovations de procédés dans les industries à faible intensité technologique. Martinez-Ros et Labeaga [1998] obtiennent le même type de relation (terme quadratique positif) indiquant une relation croissante à taux croissant entre la taille et le comportement d'innovation de procédésnote26.

◆

En revanche, pour Zimmermann [1987] et Bertschek [1995], le terme quadratique agirait en faveur des innovations de produits, en particulier chez les firmes exportatrices (Zimmermann [1987]).

Les estimations ne sont donc pas concordantes. Comme dans le cas de la concentration, les problèmes de mesure^{note27} et la structure des modèles économétriques agissent aussi certainement beaucoup sur les résultats comme le montre l'article de Flaig et Stadler [1998] dans lequel la prise en compte du comportement innovant passé des firmes modifie substantiellement les estimations^{note28}.

§ 4 : Les conditions d'appropriation

Ainsi que l'ont noté certains auteurs (Lunn [1986], Kraft [1990], Cohen et Klepper [1996]) la concentration et la taille n'exerceraient pas forcément un effet direct sur les innovations de produits et de procédés. En fait, la concentration et la taille agiraient dans un premier temps sur les conditions d'appropriation^{note29} des innovations de produits et de procédés, lesquelles détermineraient leurs niveaux respectifs de rentabilité. Par exemple dans le modèle de Cohen et Klepper [1996], c'est la possibilité de *s'approprier* les bénéfices liés aux innovations de produits sous forme non incorporée (cession de licences, ..) qui permet de mettre en évidence un effet de la taille sur l'innovation. Pour Kraft [1990] c'est la possibilité de bénéficier d'un pouvoir de marché supplémentaire compensant de mauvaises conditions d'appropriation qui expliquerait un effet positif de la concentration sur les innovations de produits. On obtiendrait alors le schéma causal de la Figure 2 :

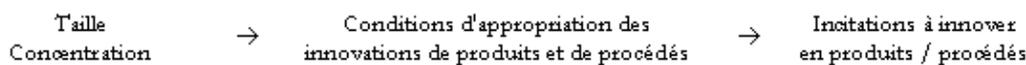


Figure 2 : Les conditions d'appropriation comme variables relais de la taille et de la concentration

Dans un premier temps les recherches ont essayé de confirmer l'intuition selon laquelle l'appropriation des innovations de produits était plus difficile que celle des innovations de procédés (a). Complétant cette observation, d'autres études ont montré que les outils contribuant à l'appropriation des innovations de produits et de procédés étaient très différents (b). L'accent a alors été mis sur les phénomènes micro-économiques dynamiques susceptibles de sous-tendre l'appropriation des innovations de produits (c).

a. Les difficultés d'appropriation des innovations de produits

Mansfield [1985]^{note30} a mené une première étude faisant état d'une divulgation beaucoup plus rapide des **informations** concernant les produits que de celles portant sur les procédés. Son travail repose sur une enquête réalisée en 1981 auprès de 100 firmes américaines réalisant plus de 1 million de dollars de R et D. Deux questions sont explorées :

- 'nombre de mois avant que la décision de développer un nouveau produit ou un nouveau procédé soit connue des concurrents'' (number of months before the firm's decision to develop a major new product or process is reported to be known to its rivals), p.218
- 'nombre de mois (après développement) avant que les caractéristiques et les opérations de production du nouveau produit ou procédé soient connues des concurrents'' ("number of months (after development) before the nature and operation of a new product or process are reported to be known to the firm's rivals'), p.220

Les résultats de l'auteur sont très clairs :

- Dans quasiment tous les cas les informations concernant les innovations de procédés se diffusent plus lentement. Cela confirme les observations de Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987].
- Pour les produits, 44% des firmes déclaraient avoir connaissance de la fuite d'information vers leurs concurrents moins de 1 an après la décision de développer le projet alors que pour les procédés elles n'étaient que 33%.

En ce qui concerne les informations relatives aux opérations de production :

- pour les nouveaux produits, 70% des firmes déclarait avoir connaissance de fuites auprès de leurs concurrents moins de un an après le début du développement,
- pour les nouveaux procédés 41% des firmes déclaraient avoir connaissance de la fuite auprès de leurs concurrents moins de un an après le début du développement.

Les informations relatives aux produits et aux procédés ne circulent donc pas à la même vitesse : les informations relatives aux innovations de produits semblent beaucoup plus mobiles que celles liées aux procédés : *L'appropriation des connaissances technologiques relatives aux nouveaux produits serait donc plus difficile que celles portant sur les nouveaux procédés.*

Alors que l'analyse de Mansfield se penche sur la diffusion de l'information Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987] traitent explicitement de **l'imitation**. Ils ont ainsi interrogé les individus sur le temps et le coût de duplication d'une innovation de produit et de procédé.

Dans tous les cas (innovations de produits ou de procédés, innovations mineures ou majeures) les brevets augmentent au niveau sectoriel les coûts de la duplication ainsi que le temps d'imitation. Néanmoins, les produits demeurent en moyenne moins chers et plus rapides à imiter. Ceci tiendrait vraisemblablement au fait selon Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987] que le niveau d'efficacité des différentes sources d'apprentissage³¹ dont disposent les imitateurs potentiels est plus élevé pour les produits que pour les procédés nous renvoyant alors aux travaux sur 'L'origine des opportunités technologiques' qui seront présentés dans la seconde section de ce chapitre.

b. Des moyens d'appropriation différents pour les produits et les procédés

Les travaux sur l'appropriabilité dans la ligné de ceux de Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987], distinguent différents moyens d'appropriation :

- Les brevets pour se protéger de la duplication.
- Les brevets pour obtenir des royalties.
- Le secret.
- Le lead-time.
- La descente de la courbe d'apprentissage.
- Les efforts de vente et de service.

Si nous examinons l'efficacité de ces différents moyens d'appropriation pour les innovations de produits et de procédés alors, comme le font remarquer Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987] et Harabi [1995]) nous distinguons des profils totalement différents :

- Pour les procédés les brevets sont généralement moins bons protecteurs que pour les produits. Le lead-time, la descente de la courbe d'apprentissage, le secret importent plus.
- Pour les produits par contre le secret est peu utilisé. Le lead-time, les courbes d'apprentissage et les efforts de vente et service sont essentiels (voir Teece [1986]). Le secret pour les produits n'est pas tenable, il n'est pas non plus souhaitable du point de vue des consommateurs.

c. Dynamique de l'appropriation et innovations de produits & procédés

Même si les brevets protègent mieux les innovations de produits que de procédés, leur efficacité demeure faible en comparaison d'autres moyens d'appropriation comme le secret. Les brevets ne seraient pas non plus très efficaces pour obtenir des royalties (dans la mesure où la cession de licence demeure difficile^{note32}) (Von Hippel [1982], Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987], Harabi [1995]). Les firmes seraient donc obligées de valoriser leurs innovations de manière à les incorporer à leur production (par opposition à une valorisation non incorporée par le biais de licences,...). L'accent se déplace alors de considérations générales et souvent sectorielles vers l'étude des mécanismes micro-économiques expliquant à quels stades du processus de production / distribution les firmes rencontrent des opportunités d'appropriation (Von Hippel [1982]).

Si pour les innovations de procédés le secret sur les opérations de production est possible, ce n'est pas le cas pour les produits. En l'absence d'une protection suffisante par les brevets, la valorisation des innovations de produits dépend alors presque exclusivement du temps de réponse des concurrents^{note33} (Von Hippel [1982]). Outre l'existence du manque de connaissances chez l'imitateur, le temps de réponse correspond au temps de franchissement par l'imitateur de diverses autres barrières (production, technique et commerciales). La valeur du temps de réponse est alors déterminée par différents facteurs :

- La durée du temps de réponse / temps de prise de décision des clients potentiels pour le bien innovant ;

- La **taille** des établissements de productions et les **indivisibilités**. Plus ces éléments sont importants et rapides à constituer et plus l'entrée des imitateurs sera difficile car il leur faudra servir un marché déjà saturé et rentabiliser des infrastructures coûteuses.

- **La courbe d'apprentissage** : plus le volume produit par unité de temps est important et plus le temps de réponse a des conséquences dramatiques en termes de baisse des coûts. Des apprentissages rapides souvent assimilés à des innovations incrémentales de procédés permettent ainsi d'améliorer les conditions d'appropriation des innovations de produits et de faire apparaître un avantage persistant pour les firmes leaders (Gruber [1994]). Dans cette perspective l'innovation de procédé se présente alors comme une sorte 'd'*actif complémentaire* ^{note34} de l'innovation de produit (Teece [1986]). L'apparition d'innovations de produits et de procédés simultanément (produits & procédés) serait donc favorisée par les firmes qui développent des stratégies d'appropriation des innovations de produits fondées sur l'exploitation de courbes d'apprentissages et plus généralement sur le temps de réponse.

De fait, l'appropriation des innovations de produit va dépendre de manière cruciale de phénomènes dynamiques permettant à la firme innovante d'exploiter plus rapidement que ses concurrents l'avantage qu'il y a à être le premier sur le marché. S'il n'y a aucun avantage à cela, l'innovation de produit devient alors très difficile du fait des mauvaises conditions d'appropriation (faible efficacité du brevet, secret difficile). Dans cette perspective, les mécanismes d'action de la taille et de la concentration semblent plus clairs. C'est en produisant rapidement de gros volume pour établir des barrières à l'entrée et progresser dans l'effet d'expérience que l'innovateur en produit peut ensuite librement valoriser son innovation et assurer le maintien de son avance (Von Hippel [1982], Gruber [1992], Gruber [1994]).

Ces analyses soulignent ainsi le rôle non négligeable de facteurs qui n'ont pas trait directement à l'effet économique de l'innovation mais à ses origines et en particulier aux formes et à l'ampleur des apprentissages qui y contribuent. Les conditions d'appropriation ne seraient donc pas totalement exogènes au processus

d'innovation. Au contraire elles seraient largement déterminées par les conditions de développement des innovations de produits et de procédés et en particulier par 'l'origine des opportunités technologiques' qui contribuent à leur apparition et par l'ampleur des apprentissages qui les accompagnent.

Conclusions

Les conditions d'appropriation seraient donc essentielles pour expliquer le type d'innovation développé par les firmes. Leur étude permettrait en particulier d'éclairer les mécanismes qui lient la taille et la concentration aux types de comportements innovants adoptés par les firmes.

En règle générale l'innovation de produit poserait des problèmes d'appropriation particulièrement aigus. Outre le recours au brevet dont l'efficacité peut être considérée comme sectoriellement définie, elle dépendrait de manière décisive de l'aptitude des firmes à exploiter (accroître) le temps de réponse des concurrents *via* le développement d'apprentissages et d'actifs spécifiques (marketing,...) (Von Hippel [1982], Teece [1986]). Dans cette perspective l'apparition conjointe d'innovations de produits et de procédés s'interpréterait comme le fruit d'une stratégie spécifique d'appropriation visant à accélérer la descente des courbes d'apprentissage et, ainsi, à entretenir un temps d'avance. Ces stratégies seraient d'autant plus profitables qu'il existerait une forte complémentarité entre les différentes générations de produits (Gruber [1994]).

Section 2 : Coûts et conditions du développement de l'innovation

A conditions de valorisation données, ce sont les coûts et plus généralement les conditions du développement de chaque type d'innovation qui vont expliquer l'intensité des efforts consentis en faveur de l'innovation de produit ou de procédés (et *in fine* aussi expliquer l'apparition effective d'innovations de produits ou de procédés). Il s'agit donc de mettre en évidence les facteurs agissant sur les fonctions $F_d(RD_d)$ et $F_c(RD_c)$ tandis que les fonctions $P(Q, I_{prod})$ et $C(I_{prod})$ sont laissées de côté.

Différents facteurs sont susceptibles d'affecter les coûts de développement des innovations de produits et de procédés. Au niveau sectoriel le principal facteurs agissant sur ces coûts sont les opportunités technologiques (1). Au niveau micro-économique différents autres facteurs peuvent agir comme en particulier l'ampleur des apprentissages par la pratique et des complémentarités entre différentes générations d'innovations (2), les coûts et la qualité des facteurs de production (3) ainsi que les caractéristiques organisationnelles des firmes (4).

§ 1 : L'origine des opportunités technologiques

Le concept d'opportunité technologique est apparu tardivement dans la littérature économique sur les déterminants sectoriels de l'innovation suite à la déception suscitée par les études économétriques visant à évaluer l'impact des déterminants schumpetériens traditionnels que sont la taille et la concentration sur l'activité innovante (Scherer [1965], Cohen, Levin et Mowery [1985], Cohen et Levin [1989], Cohen [1995], Malerba et Orsenigo [1996]). Certains auteurs ont alors attribué cet échec à la non prise en considération des différences intersectorielles d'efficacité des facteurs de production en matière d'innovation. Selon eux le développement d'innovations dépendrait non seulement de l'intensité de la concurrence sectorielle mais aussi et surtout des conditions sectorielles générales dans lesquelles le progrès technologique se développe. Le concept d'opportunité technologique a alors fait son apparition. Plusieurs définitions peuvent en être proposées^{note35}. Elles traduisent toutes la même idée : les opportunités technologiques reflètent

'l'aisance avec laquelle se produit l'innovation pour un montant donné d'investissement en recherche',

(Malerba et Orsenigo [1993], p.48). Un accroissement des opportunités technologique équivaut ainsi à une réduction du coût unitaire de développement d'une innovation donnée.

Plutôt que de procéder à une quantification directe des opportunités technologiques de produits et de procédés, les principales études empiriques sur le sujet^{note36} se sont penchées sur leurs sources probables. L'hypothèse sous-jacente à cette approche était que le niveau des opportunités technologiques devait être d'autant plus élevé que l'exploitation des différentes sources de connaissances technologiques était intensive. Trois sources majeures d'opportunités technologiques ont ainsi été distinguées (Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995]) :

- Les progrès de la connaissance scientifique (a).
- Les progrès provenant de l'extérieur de l'industrie (b).
- Les feed-backs provenant de l'exploitation d'une trajectoire sectorielle (c).

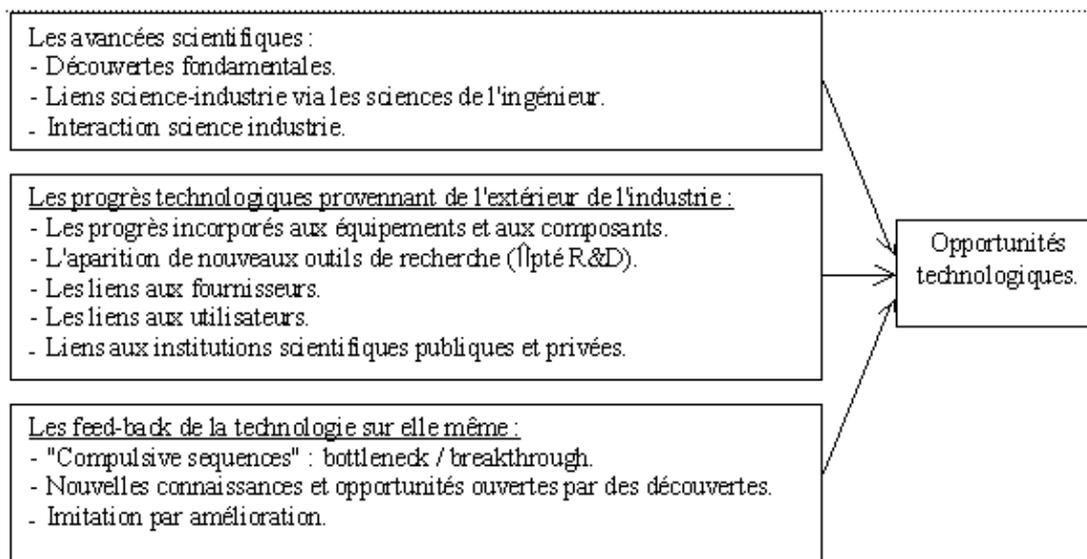


Figure 3: Les origines des opportunités technologiques sectorielles

a. Les progrès de la connaissance scientifique.

Les découvertes scientifiques exerceraient un effet de fond indéniable. Cependant comme le font remarquer Jewkes, Sawers et Stillerman [1958] ou plus récemment Cameron et Le Bas [1999], si des liens directs existent entre la science et la technologie ils ne sont pas systématiquement la règle ; les connexions sont complexes, les retards sont importants, les feed-back nombreux. La recherche appliquée par exemple identifie des besoins et pose ainsi des questions à la science. En fait l'un des principaux rôles de la science serait son pouvoir formateur sur les individus en stimulant leurs capacités de résolutions de problèmes. Par ailleurs, les questions techniques rencontrées dans la production induiraient elles aussi des avancées scientifiques. Ainsi, les secteurs vont différer en fonction :

- De leur proximité par rapport aux activités scientifiques.
-
- Des champs scientifiques sur lesquels ils s'appuient.
-
- Des liens entre les technologies qu'ils emploient et la science.
-
- De l'impact des activités scientifiques sur leurs opportunités.

Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], montrent que ni l'identité des champs scientifiques sur lesquels s'appuient les secteurs, ni son caractère fondamental ou appliqué n'agissent de manière différente sur les innovations de produits et de procédés (à l'exception de la chimie plus favorable aux innovations de procédés). Les résultats de Pavitt [1984] confirment cette analyse. Il montre que les secteurs 'fondés sur la science' (qui entretiennent des relations privilégiées avec la recherche scientifique) innoveront de manière équilibrée en produits et en procédés.

b. Les sources externes à l'industrie.

Outre la contribution des champs scientifiques aux progrès technologiques, il existe d'autres sources de progrès qui trouvent leur origine en dehors de l'industrie bénéficiaire. Nous parlerons de 'spill-overs' intersectoriels. Ils peuvent se manifester à différentes occasions :

-
- Lors de l'apparition de **nouveaux composants génériques**, de nouveaux processus de production et de nouveaux biens d'équipements. Ces nouveaux inputs proviennent souvent des industries situées en amont. Ils permettent d'améliorer les caractéristiques des produits (cela induit des innovations / améliorations de produits).
-
- Lors de l'apparition de nouveaux **instruments de mesure** qui interviennent comme facteurs de production dans les activités de R et D. Ils permettent ainsi d'étendre le champ d'investigation accessible à la R et D.
-
- *Via* la remontée d'information en provenance des **utilisateurs**.
-
- *Via* l'**effet d'entraînement** suscité par les utilisateurs lorsqu'ils réalisent des progrès technologiques.
-
- **En dehors de la filière de production** au travers d'institutions scientifiques publiques (laboratoires, universités, centres techniques,...), des centres professionnels, des inventeurs indépendants.

Une vaste littérature se développe actuellement sur le sujet, principalement fondée sur des indicateurs de R et D ou de brevets (Ducharme et Mohnen [1996], Mohnen [1997], Négassi [1997], Bergeron, Lallich et Le Bas [1998], Bellet et Lallich [1999]). Ces analyses permettent à la fois de décrire les flux de connaissances technologiques entre secteurs et nous renseignent de manière très générale sur le rendement social et privé de la recherche. Elles ne proposent en revanche pas d'analyse spécifique des innovations de produits et de procédés ou bien en adoptent une définition sectorielle^{note37} incompatible avec celle qui sous-tend notre

approche. La démarche de Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995] est très différente puisqu'ils abordent la question des 'spill-overs' d'un point de vue essentiellement qualitatif en s'interrogeant sur la nature de leurs vecteurs. Ils considèrent ainsi l'impact des relations avec les fournisseurs de matériaux, les fournisseurs d'équipements, les utilisateurs, les universités et les laboratoires publics. Leurs résultats font état d'une grande proximité entre les sources externes à l'industrie qui agissent sur les innovations de produits comme de procédés ainsi que le montre le tableau suivant (Tableau 4) :

Tableau 4 : Les opportunités technologiques externes à l'industrie

Sources d'opportunités	Niveau de significativité du coefficient de corrélation entre:		
	R et D / Chiffre d'affaires	Innovations de procédés*	Innovations de produits*
Contributions externes			
Fournisseurs de matériaux	0	++	++
Fournisseurs d'équipements	-	++	0
Utilisateurs	+	++	++
Recherche universitaire	++	++	++
Laboratoires publics	++	++	++

* La variable mesurant les innovations de produits et de procédé est le niveau d'innovation perçu par les individus interrogés depuis le début des années 70. (1 = lent, 7 = très rapide).

++ : corrélation positive et significative au seuil de 0.01

+ : corrélation positive et significative au seuil de 0.05

- : corrélation négative et significative au seuil de 0.05

Source : Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], p.202

On ne trouve de différence entre innovations de produits et de procédés qu'en ce qui concerne les fournisseurs d'équipement dont la proximité semble induire un nombre substantiel d'innovations de procédés mais pas d'innovations de produits.

Cette analyse est tempérée par celle de Pavitt [1984] dont la méthodologie particulière aboutit à la mise en évidence de flux de connaissances technologiques spécifiques entre secteurs selon qu'ils sont 'fondés sur la science', 'dominés par les utilisateurs', 'fournisseurs spécialisés' ou à 'rendements d'échelle'. Chacun de ces types de secteur est caractérisé par des connaissances technologiques dont les sources sont différentes :

-

Les secteurs **dominés par les fournisseurs** ('supplier-dominated') qui trouvent leurs technologies auprès d'autres secteurs utilisateurs ou fournisseurs. Lorsque les firmes innovent c'est plutôt en procédés.

-

Les secteurs de **production de masse** ('scale-intensive') quant à eux produisent une grande part de leur technologie par leurs propres moyens (R et D) qui vise à améliorer les produits comme les procédés, mais les innovations tendent plutôt à être de type procédés.

-

Les secteurs qui constituent des **offreurs spécialisés** ('specialised suppliers'). Ils sont particulièrement liés aux secteurs de production de masse en réalisant, pour eux, des biens très spécialisés. Ainsi, l'innovation se fait plutôt sur les produits par l'utilisation de connaissances

scientifiques et de savoir-faire spécifiques pour satisfaire le client qui joue un rôle actif dans l'innovation.

•

Les secteurs **fondés sur la science** ('science based') s'appuient quant à eux directement sur les avancées scientifiques fondamentales d'origines publiques. L'innovation peut aussi bien concerner les produits que les procédés.

Suivant cette logique, les 'spill-overs' intersectoriels en fonction de leur provenance induiraient le développement sélectif de comportements innovants de produits, de procédés ou de produits & procédés comme l'illustre le tableau suivant.

Tableau 5 : Les sources d'opportunités technologiques et types de comportements innovants

Source des opportunités	Innovation de produit	Innovation de procédé	Innovations de produits & procédés
Fournisseurs d'équipements		+	
Utilisateurs	+		
Science	+	+	+

Source : A partir de Pavitt [1984]

Les feed-backs en provenance de l'activité technologique

Les opportunités technologiques peuvent aussi trouver leur origine dans **la dynamique des progrès déjà accomplis par l'industrie** : il s'agit des "feed-backs" du progrès technologique sur lui-même. Ces feed-backs traduisent le fait que dans un certain nombre d'industries '

today's research also generates new starting points and new knowledge, which enrich technical opportunities for tomorrow. Furthermore, what a firm learn from its own R&D may be augmented by feed back from other firms that make or use the new product or new process

'. Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], p.192. Ces feed-backs s'apparentent soit à des '*Compulsive sequences*^{note38}', soit à la création de nouvelles connaissances et/ou opportunités en réaction à des progrès précédents. Deux approches se sont alors développées selon que les externalités sont essentiellement considérées d'un point de vue quantitatif ou bien qualitatif. L'approche quantitative met essentiellement l'accent sur les externalités intra-industrielles de R et D dans une perspective marshallienne^{note39}. L'approche qualitative souligne le fait que si ces mécanismes de feed-back sont suffisamment forts et bien définis alors le développement technologique peut se faire le long de ce que Nelson et Winter nomment des '**trajectoires naturelles**' : les firmes d'un secteur vont avoir tendance à **systématiquement** privilégier les **mêmes** formes d'améliorations technologiques. Dans ce cadre d'analyse, le terme trajectoire fait référence

'to the path of improvement taken by that technology, given technologists' perceptions of opportunities, and the market and other evaluation mechanisms that determined what kinds of improvements would be profitable

' (Dosi et Nelson [1994], p.161). En fait, le concept de trajectoire naturelle traduit le caractère auto-corrélé des progrès technologiques et l'exploration de trajectoires relativement stables de progrès technologiques dans lesquelles les agents ne procèdent pas à des explorations myopes de leur environnement technologique.

'In some situations, they argue (Nelson et Winter [1982]), technological advance proceeds fairly steadily in a relatively clear direction and does not lurch myopically from one bottleneck to the next. Certain engineering heuristics develop in these industries and these are

used and strengthen to solve a particular problem

' (Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], p.192).

En adoptant une approche qualitative des feed-back intrasectoriels comme le font Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995] il est possible de considérer que la recherche systématique et intentionnelle d'innovations de produits ou de procédés dans certains secteurs constitue la manifestation de trajectoires technologiques sectorielles sous-jacentes :

•

Tournée vers les procédés (Changements dans l'échelle de production / Mécanisation – automatisation / Amélioration du rendement des processus / Amélioration des inputs matériels / Evolution du batch au continu).

•

Tournée vers les produits (Changement de dimension du produit / Amélioration des caractéristiques physiques du produit / Amélioration des performances du produit / Standardisation du produit / Adaptation pour des segments de marché / Production à la commande).

Une distinction peut alors être établie entre *la rapidité du changement technologique sectoriel en ce qui concerne les produits et les procédés* (output du processus innovant) et la nature des trajectoires qui traduisent un input en termes **d'intentionnalité** de la part des agents économiques. *L'intentionnalité (tournée vers les produits et / ou les procédés)* intervient comme input du progrès technologique. Ainsi que le montre le tableau suivant, différentes dynamiques sectorielles endogènes caractérisent les secteurs tournés vers les innovations de produits de ceux axés sur les procédés (Tableau 6):

Tableau 6 : Trajectoires technologiques sectorielles et types d'innovations

Trajectoire naturelle	Niveau de significativité du coefficient de corrélation entre:		
	R et D / Chiffre d'affaires	Innovations de procédés*	Innovations de produits*
Changement d'échelle	0	++	+
Mécanisation / automatisation	-	++	+
Amélioration des rendements	0	++	+
Amélioration des intrants	0	++	++
Du batch vers le continu	0	++	0
Changments dans la dimension du produit	++	++	++
Amélioration des caractéristiques physiques	0	++	++
Amélioration des performances	++	++	++
Evolution en direction de la standardisation	0	++	0
Adaptation pour des segments de marché	0	0	++
Production à la comande	-	0	++

* La variable mesurant les innovations de produits et de procédé est le niveau d'innovation perçu par les individus

interrogés depuis le début des années 70. (1 = lent, 7 = très rapide).

++ : corrélation positive et significative au seuil de 0.01

+ : corrélation positive et significative au seuil de 0.05

- : corrélation négative et significative au seuil de 0.05

Source : Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], p.202

On distingue trois groupes de facteurs explicatifs de l'équilibre produit – procédé :

-

Ceux qui affectent aussi bien les innovations de **produits** que de **procédés** (amélioration des inputs / modification de dimension des produits / amélioration des caractéristiques physiques du produit / amélioration des performances des produits). Ces facteurs sont le plus souvent exclusivement techniques, ils rendent compte de l'interdépendance technique qui se joue entre les moyens de production mis en oeuvre et les produits obtenus.

-

Ceux qui affectent essentiellement les innovations de **produits** (le design pour des segments de marché / la production à la commande).

-

Ceux qui affectent essentiellement les **procédés** (la modification de l'échelle de production / les efforts de mécanisation – automatisation / les efforts d'augmentation de rendement des processus / le passage à des processus continus / les efforts de standardisation des produits).

Les facteurs qui affectent les innovations de produits mais pas les innovations de procédés et inversement sont essentiellement liés à la demande. On observe donc une opposition entre d'une part des facteurs techniques qui stimulent à la fois les innovations de produits et de procédés et des facteurs liés aux conditions de demandes qui affectent sélectivement les produits ou les procédés selon leur nature.

Il existerait donc un lien étroit mais asymétrique entre les innovations de produits et de procédés :

-

Des trajectoires qui visent les produits sont souvent concomitantes à l'apparition d'innovations de procédés.

-

L'inverse n'est pas vrai : des trajectoires tournées vers les procédés n'induisent pas forcément l'apparition d'innovations de produits.

Conclusion

Au niveau sectoriel les innovations de produits et de procédés sembleraient globalement reposer sur des opportunités de même nature. Néanmoins, leurs *sensibilités* respectives à chacune de ces opportunités varieraient largement :

-

L'intensité des liens aux activités scientifiques agirait en faveur des innovations de produits comme de procédés.

- Les relations aux fournisseurs se feraient plutôt aux bénéfices des innovations de procédés.

-

Les relations aux clients stimuleraient quant à elles essentiellement les innovations de produits même si un effet existe aussi sur les innovations de procédés (Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987]).

-

Les trajectoires technologiques sectorielles fondées sur la conception induiraient des innovations de produits, celles dont l'objectif est la rationalisation du processus de production mèneraient à des innovations de procédés tandis que celle dont la finalité est la qualité apporterait aussi bien des innovations de produits que de procédés.

L'apport majeur de ces travaux a consisté à mesurer l'importance des sources de connaissances technologiques externes à la firme dans le développement de comportements innovants même si comme le soulignent Pavitt [1984] et Levin, Klevorick, Nelson et Winter. [1987] la R et D faite en interne demeure une source essentielle de connaissances technologiques en vue de la constitution de ce que Cohen et Levinthal [1990] désigneront comme des '*capacités d'absorption*'. Un autre point essentiel que nous réexploiterons par la suite est l'idée selon laquelle la nature des questions que cherchent à résoudre les innovateurs de produits et de procédés diffèrent à certains égards ainsi que l'indiquent Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995] au sujet des trajectoires technologiques.

§ 2 : La dynamique des apprentissages par la pratique

Dans le cadre de la théorie des jeux, dans une perspective de différenciation verticale Gruber [1994] a développé différents modèles d'innovation stratégique permettant de comprendre comment certaines firmes parviennent à entretenir sur de longues périodes de temps une avance marquée en matière d'innovation de produits. Utilisant comme référence l'industrie des semi-conducteurs son approche repose sur la prise en compte explicite des apprentissages par la pratique qui sont supposés entraîner une réduction des coûts de développement des innovations de produits. Les deux modèles que nous proposerons d'étudier ici permettent d'aborder de manière formelle cette question et de souligner l'importance décisive de certains paramètres clefs comme en particulier l'ampleur des apprentissages par la pratique (assimilés à des innovations incrémentales de procédés (Gruber [1995])), le degré de rupture entre deux innovations de produits et l'ampleur des spill-overs en direction des concurrents.

a. Structure des modèles

Dans un contexte dynamique de jeux à horizon infini Gruber [1994] considère une situation de concurrence par différenciation verticale discrète des produits accompagnée d'un effet d'apprentissage. Chaque qualité s'assimile à un produit différent.

Du point de vu de la firme, l'introduction d'une qualité supérieure correspond à une innovation de produit tandis que l'effet d'apprentissage peut s'interpréter comme la manifestation d'innovations incrémentales de procédés. L'auteur envisage une concurrence entre trois firmes sur deux innovations différentes qui représentent en tout 6 'périodes d'innovations' notées (i, k) . (i, k) est la date à laquelle la firme i introduit l'innovation de qualité k tandis que le jeu suivant se répète à l'infini : 1- Choix de la qualité puis ; 2- Choix des quantités. Le temps, T , est supposé continu entre 0 et l'infini. u_k $k=1,2,3$ représente le niveau d'utilité des différents produits avec 1 la qualité minimum et 3 la qualité maximum. Les différences d'utilité entre produits du point de vue du consommateur sont données par la relation suivante : $u_3 = u_2 = 2 u_1$. La paramètre β est donc une mesure de la '*radicalité*' des innovations de produits.

En supposant que nous nous penchions sur le cas où la firme 3 est la première à adopter u_2 (il s'agit de la

firme leader) suivie de la firme 2 et de la firme 1, 15 séquences différentes pour l'adoption de u_3 sont encore possibles. Elles sont notées j avec $j=1, \dots, 15$.

-

R_{ik} est le revenu de la firme i qui produit la qualité k compte tenu de la succession des choix de l'ensemble des autres firmes qui est synthétisée au travers du paramètre j ,

-

r est le taux d'intérêt,

-

$C_k[(i, k)]$ est le coût de l'adoption d'une innovation $k=2, 3$ au temps (i, k) ,

-

est le taux auquel les coûts de l'innovation décroissent au cours du temps.

b. Effet des apprentissages par la pratique en l'absence de spill-overs

L'auteur propose alors trois hypothèses qui permettent de capturer le phénomène d'apprentissage :

H1 : Au début du jeu et quelle que soit la firme, l'innovation ou la trajectoire considérée (j), le coût de l'innovation immédiate est trop important pour qu'elle soit mise en oeuvre (i.e. : toutes les firmes produisent le bien 1 en première période).

Autrement dit :

$$C_k > \frac{R_{ik}(\Omega_j) - R_{ik-1}(\Omega_j)}{\delta + r}$$

avec C_k le coût initial d'adoption de la qualité k ; pour $k=2,3$ $i=1,2,3$ et $j=1..15$.

H2 : Le coût d'adoption de l'innovation 2 décroît au taux depuis le début du jeu quelle que soit la firme.

$C_2[(i, k)] = \exp(-r) C_2$ pour $i=1,2,3$

H3 : Le coût d'adoption de l'innovation 3 décroît au taux dès que la firme commence à produire la qualité u_2 .

,

This assumption creates a learning effect. Producing a given quality lowers the cost of adopting the successive quality because the firm gets a better idea on how to improve the quality compared to a firm which is not producing at all.'

Gruber [1994] p.27. Cet effet est spécifique à chaque firme. Il traduit l'existence d'une complémentarité technologique importante entre les différentes innovations de telle sorte que

'a firm which has already learned with a given technology has an advantage in switching to a new technology compared with a firm that does not have any experience in production

.'. Gruber [1994] p.53.

$$C_3[(i, 3)] = \exp(-[(i, 3) - (i, 2)] - r(i, 3)). C_3 \text{ pour } i=1,2,3$$

Le problème posé à chaque firme est alors la maximisation de son profit connaissant le déroulement des innovations chez ses concurrents. L'auteur démontre alors que le sentier temporel d'équilibre est celui dans lequel le leader initial (la firme 3) adopte en premier u_3 suivi de la firme 2 et finalement du follower initial (la firme 1). Aucun phénomène de rattrapage ni de dépassement n'est donc observé : les écarts initiaux se maintiennent du fait de l'avantage conféré au leader par les effets d'apprentissage qui sont spécifiques à chaque firme.

Ce résultat est jugé robuste par l'auteur pour des valeurs raisonnables des paramètres que sont le taux d'intérêt r , le taux auquel décroissent les coûts d'adoption des innovations avec le temps et l'ampleur des innovations de produits.

c. Effet de la complémentarité des différentes générations de produits

La stabilité des résultats qui viennent d'être présentés face à est par contre remise en cause lorsque l'hypothèse H3 est relâchée. H3 est remplacée par une hypothèse du type H2. Dans ce cas l'apprentissage est indépendant de l'expérience acquise pour les biens de qualité inférieure, elle n'évolue qu'en fonction du temps écoulé depuis le début du jeu quelle que soit la firme. Il n'y a plus alors de complémentarités micro-économiques entre les différentes générations d'innovations de produits. La succession temporelle des différentes innovations va alors varier en fonction du degré de rupture entre deux innovations de produits :

-
- $0 \leq \leq 1,25$: Le leader initial conserve son avance pour l'adoption de u_3 .
-
- $1,25 < < 1,65$: Le second précède le leader initial dans l'adoption de u_3 .
-
- $1,65 < < 4,25$: Le dernier précède les deux premiers dans l'adoption de u_3 .
-
- $> 4,25$: N'importe quelle firme peut être la première à diffuser u_3 .

Dans ce cas l'impact de l'apprentissage demeure donc toujours important lorsque les innovations de produits sont de faible ampleur (incrémentales). Par contre au fur et à mesure que l'ampleur des innovations de produits croît, le caractère stratégique des apprentissages diminue.

d. Effet des spill-overs

Après adoption de u_2 par la firme leader (firme 3) nous supposons qu'une part des apprentissages () fait sur u_3 se dissipe vers les deux suiveurs. Avec $0 \leq \leq 1$. H3 est alors modifiée de la manière suivante pour illustrer le fait que le leader commence à apprendre dès qu'il innove mais qu'une part de cet apprentissage bénéficie aussi à ses concurrents. Pour $i=1,2$ on suppose :

$$C_3[(3, 2)] = \exp(-[(3, 3) - (3, 2)] - r(3, 3)). C_3$$

$$C_3[(i, 3)] = \exp(-[(i, 3) - (i, 2)] - r(i, 3) - (3, 2)). C_3$$

Si ≤ 0 alors nous retrouvons le premier cas qui se traduit par un leadership continu. Si > 0 par contre des phénomènes de rattrapage et de dépassement ('leap-frogging') sont observables en fonction des valeurs des

paramètres , et comme l'indique le graphique suivant :

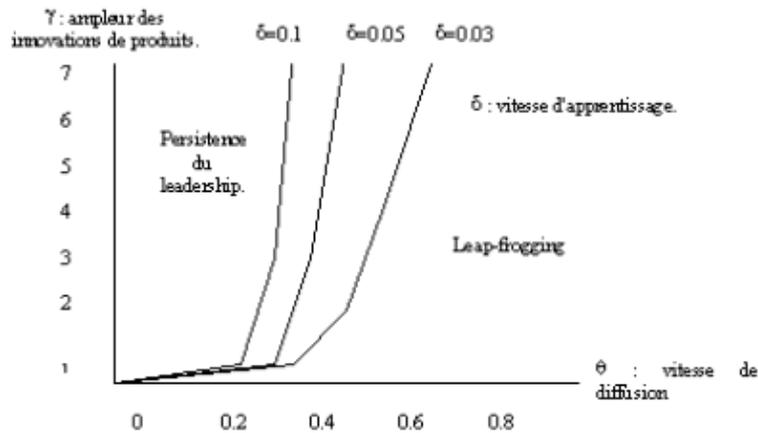


Figure 4 : 'Les sentiers d'innovation à l'équilibre lorsque les suiveurs apprennent du leader' (Gruber [1994], p.39)

Si nous supposons que les apprentissages sont le fruit d'innovations incrémentales de procédés alors nous constatons qu'ils interviennent dans la démarcation des zones de persistance de leadership / leap-frogging. En particulier l'accroissement des apprentissages tend à renforcer l'effet de la diffusion de telle sorte qu'en situation de fort apprentissage de faibles niveaux de diffusion suffisent à l'émergence de comportements de leap-frogging. De la sorte en situation de diffusion importante on devrait s'attendre à de faibles incitations à innover en procédés.

e. Principaux enseignements

Lorsqu'il existe une complémentarité temporelle entre les innovations de produits alors les apprentissages exercent un impact déterminant sur les capacités des firmes à entretenir leur leadership. Les innovations incrémentales de procédés occupent donc une place d'actif spécifique permettant une appropriation plus importante des bénéfices issus des innovations de produits quelle que soit leur ampleur. Lorsqu'il n'existe pas de complémentarité entre les innovations de produits mais qu'elles sont incrémentales alors l'apprentissage demeure un moyen de renforcement des avantages initiaux. Les innovations incrémentales de procédés sont donc encore complémentaires des innovations incrémentales de produits. Lorsqu'il n'existe pas de complémentarité entre les innovations de produits et qu'elles sont de grande ampleur alors les apprentissages n'exercent plus d'impact important. Les innovations incrémentales de procédés ne sont plus déterminantes. Finalement, les phénomènes de diffusion de connaissances sont susceptibles de remettre fortement en question les bénéfices des apprentissages par la pratique dans la mesure où ils accélèrent aussi les progrès des concurrents.

f. Apports et limites de l'approche

Le principal apport de cette approche réside dans l'attention portée au caractère stratégique et interdépendant des comportements innovants de produits et de procédés. Elle permet en particulier de mieux comprendre comment les apprentissages par la pratique assimilés à des innovations incrémentales de procédés permettent aux firmes d'entretenir une avance sur leurs concurrents et donc de s'approprier les bénéfices de leurs innovations de produits. Ce faisant, nous constatons que les conditions d'appropriations sont partiellement endogénéisées et dépendantes des conditions de développement des innovations de produits et de procédés.

La principale limite de ce travail réside de notre point de vue dans le fait que fondamentalement aucune distinction claire n'est établie entre les innovations de produits et de procédés puisque les produits sont supposés initialement existants et que leur apparition n'est qu'une question de réduction de coûts de productions. La problématique de la découverte des nouveaux produits est ainsi totalement passée sous silence : l'apprentissage est considéré d'une part comme automatique (Le Bas et Zuscovitch [1993]) et, d'autre part comme étant de même nature dans les deux cas. Si cette simplification ne pose pas de problèmes particuliers dans le cadre de l'industrie des semi-conducteurs, dans d'autres industries en revanche la découverte de nouveaux produits constitue un des éléments majeurs à l'origine des innovations de produits et impliquent vraisemblablement des modes d'apprentissages bien plus complexes comme nous le soulignerons par la suite.

§ 3 : Coûts et qualités des facteurs de production

Ainsi que le laisse envisager le débat déjà ancien sur le biais '*labour saving*' du progrès technologique, le coût relatif du travail face au capital aurait un effet décisif sur le sens du progrès technologique (a). Cette analyse a récemment connu des prolongements particulièrement intéressants à travers l'étude de l'impact de la qualité des facteurs de production sur le développement de comportements innovants de produits et de procédés (b).

a. Le coût relatif du capital et du travail

Pohlmeier [1992], p.257 rappellent⁴⁰ que l'emploi et les innovations de procédés peuvent être considérés comme *substituts* tandis que l'emploi et l'innovation de produit seraient plutôt *complémentaires*. Une augmentation du taux de salaire en comparaison du coût du capital (correspondant à une rareté relative du travail) devrait ainsi renforcer l'incitation des firmes à innover en procédés et réduire les incitations à innover en produits. Des exemples historiques tendent à militer en faveur de cette thèse comme le montre par exemple le cas des États-Unis qui, au début de ce siècle, compte tenu d'une certaine pénurie de main d'oeuvre, furent poussés à investir dans le développement d'innovations de procédés pour économiser le travail (Dosi, Pavitt et Soete [1990] ; Nelson et Wright [1994]).

Bien que l'hypothèse soit séduisante, les travaux empiriques en la matière ne permettent aucune conclusion décisive. A partir d'un nombre d'observation très réduit et sur un secteur particulier Kraft [1990] a le premier proposé un test de l'impact du salaire moyen par employé sur la probabilité d'innovation de procédé. Il obtient un coefficient positif faiblement significatif (10%) qui semble aller dans le sens de l'hypothèse d'un effet de substitution entre capital et travail. En utilisant un échantillon beaucoup plus large et en employant le coût sectoriel moyen par employé comme variable indicatrice du taux de salaire Pohlmeier [1992] ne parvient qu'à mettre en évidence une relation faiblement positive et significative entre le coût du travail et les probabilités d'innovations de procédés comme de produits. Flaig et Stadler [1998] à partir de données micro-économiques sur la part des salaires dans la valeur ajoutée des firmes concluent eux aussi à une relation faiblement significative et positive avec les deux types d'innovations. A l'encontre de l'hypothèse initialement formulée cette relation serait même légèrement plus favorable à l'innovation de produit qu'à l'innovation de procédés.

Contre toute attente théorique, ces études empiriques portant sur des firmes allemandes montrent donc que le coût du travail n'agirait pas de manière très nette en faveur de l'innovation de procédé et au détriment de l'innovation de produit. On observerait même dans certains cas un effet plus favorable du coût du travail sur l'innovation de produit que sur l'innovation de procédé. Des études françaises récentes suggèrent une interprétation en termes de qualité du facteur travail.

b. La qualité des facteurs de productions

La qualité du facteur travail

Le 'paradoxe' apparent qui vient d'être signalé concernant le lien entre le coût des facteurs et le type de comportement innovant peut s'expliquer si en plus du coût des facteurs est introduite une mesure de leur 'qualité'. Cette mesure de la qualité des facteurs de productions permet de mettre en évidence la place particulière du travail dans le processus d'innovation. Le travail n'est plus simplement appréhendé comme un coût mais comme un facteur de production original partie prenante d'un processus d'innovation qui à l'encontre de l'image traditionnelle de l'entrepreneur schumpétérien revêt de nos jours une dimension collective indéniable (Huiban et Bouhsina [1997], p.109).

Kraft [1990] fait état d'un effet très significativement négatif de la proportion de 'cols blancs' dans le personnel sur l'innovation de produit qu'il interprète comme une action défavorable des structures bureaucratiques sur ce type d'innovation. En revanche, le niveau académique des employés n'aurait pas d'effet significatif sur l'innovation de produit. Les dépenses de formation du personnel n'auraient quant à elles pas d'effet significatif l'innovation de procédé.

A l'encontre de ces résultats allemands en demi-teinte, les travaux français de Hubian et Bouhsina [1997] et de Duguet et Greenan [1997] mettent en évidence des phénomènes plus tranchés. Hubian et Bouhsina [1997] exploitent les résultats de l'enquête innovation 1990 du SESSI pour le secteur des Industries Agro-Alimentaires (IAA). Leurs résultats relatifs à la qualité du facteur travail pour l'innovation de produit / procédés sont synthétisés dans le Tableau 7. Ils font apparaître à intensité d'innovation donnée (radicale et incrémentale) une prédominance des catégories de personnel fortement qualifié (personnel de R et D) en faveur de l'innovation de produit plutôt que de procédé.

Tableau 7 : Types d'innovations: les catégories déterminantes

Type d'innovation	Radicale	Incrémentale
Produit	Personnel R et D Ingénieurs	Ingénieurs Personnel R et D
Procédé	Ingénieurs Techniciens	Techniciens Ingénieurs

Extrait de Hubian, Bouhsina [1997], p.126

Toujours à partir de données issues de l'enquête innovation française 1990 du SESSI mais portant cette fois-ci sur l'ensemble de l'industrie manufacturière française à l'exception des IAA, Duguet et Greenan [1997] étudient l'impact de la part des coûts totaux (capital plus travail) qui sont respectivement dédiés au personnel qualifié et d'exécution. Ils parviennent alors à la conclusion suivante :

'les entreprises plus riches en main d'oeuvre de conception et en capital ont une probabilité plus forte d'innover que celles dont la combinaison incorpore essentiellement de la main d'oeuvre d'exécution',

P.1071. En outre, pour l'innovation de produit les coefficients associés aux personnels de conception seraient significativement supérieurs à ceux associés aux personnels d'exécution tandis que dans le cas des innovations de procédés les deux coefficients ne seraient pas significativement différents (ibid., p.1070 tableau 2). Autrement dit, les innovateurs de produits utiliseraient plus de main d'oeuvre de conception en proportion de la main d'oeuvre d'exécution que les innovateurs de procédés : les coûts humains pour la conception des innovations de produits seraient donc plus importants que pour les innovations de procédés.

Le 'paradoxe' précédemment évoqué au sujet de l'effet positif des coûts du travail sur l'innovation de produit comme sur l'innovation de procédé trouve alors une explication évidente : le développement d'innovations de produits se fonderait sur l'emploi de personnels plus qualifiés et donc mieux rémunérés⁴¹ que les catégories de personnels impliquées dans l'innovation de procédés (essentiellement des techniciens).

L'origine du capital

Outre la qualité du facteur travail, la nature et en particulier la provenance géographique du capital peut aussi agir sur les types d'innovations développées par les firmes. On pourrait faire l'hypothèse que les capitaux étrangers visent essentiellement à la constitution de capacités productives locales tandis que les développements plus intensifs en technologie sont réalisés dans le pays d'origine (Patel et Pavitt [1994]). Labeaga et Martinez-Ros [1998] testent cette hypothèse sur données espagnoles. Ils montrent ainsi que le fait d'être détenu à plus de 50% par des capitaux étrangers agit de manière significative et négative sur la probabilité d'innovation de produit tandis que la probabilité d'innovation de procédés n'est pas affectée.

Conclusion

Bien plus que leur coût, ce serait la qualité des facteurs de production qui agirait de manière décisive sur le type d'innovation développé par les firmes. Le principal facteur semble être le facteur travail même si les origines géographiques du capital agissent aussi très certainement (Patel et Pavitt [1994], Labeaga et Martinez-Ros [1998]). Contre toute attente, un accroissement du niveau de salaire des employés se ferait au bénéfice tant des innovations de produits que de procédés (Pohlmeier [1992]). Ceci traduirait en fait plus des disparités de qualification que de véritables différences de salaires. De plus hauts niveaux de qualification favoriseraient tant l'innovation de produit que de procédé mais avec un biais en faveur de l'innovation de produit (Hubian et Bouhsina [1997], Duguet et Greenan [1997]).

§ 4 : Les caractéristiques organisationnelles

Un élément essentiel suggéré par les travaux sur les opportunités technologiques, l'apprentissage par la pratique et la qualité du facteur travail est l'impact des caractéristiques organisationnelles des firmes sur les comportements innovants. En effet, à du 'personnel de conception exploitant des opportunités en provenance des clients soumis à la nécessité d'entretenir un temps d'avance sur les concurrents' sont susceptibles de correspondre des formes organisationnelles spécifiques qui diffèrent de celles associées à 'du personnel d'exécution qui exploite des opportunités en provenance des fournisseurs et des apprentissages par la pratique'. Le travail de Athey et Schmutzler [1995] offre des éclairages particulièrement intéressants sur ce sujet en développant plus particulièrement la notion de flexibilité. Les auteurs définissent formellement les conditions minima pour lesquelles une corrélation positive est susceptible de se manifester entre le développement d'innovations de produits et de procédés induisant de fait l'apparition d'innovations de produits & procédés⁴². Lorsque ces conditions de complémentarité ne sont pas satisfaites on retrouve alors l'univers de conflit (de 'trade-off') entre innovations de produits et de procédés tel qu'il a pour l'instant été décrit par la majorité des modèles.

Athey et Schmutzler fondent leur analyse sur certaines des caractéristiques organisationnelles des firmes et en particulier sur leur flexibilité⁴³. Le niveau de flexibilité des firmes serait une variable clef permettant de comprendre pourquoi chez un grand nombre d'entre elles la mise en oeuvre des innovations de produits et de procédés est synchronisée ou très rapprochée dans le temps. Ces auteurs illustrent fort bien un des thèmes majeurs des ouvrages de management des innovations de produits et de reengineering : le caractère systémique des processus innovants.

a. La démarche

Athey et Schmutzler [1995] proposent d'étudier l'impact de la flexibilité sur l'apparition des innovations de produits et de procédé en développant un modèle à deux périodes permettant d'explicitier les conditions minimales qui assurent une complémentarité entre les innovations de produits et de procédénote44. De façon plus générale c'est la question des propriétés des formes organisationnelles qui va être soulevée.

Les notation sont les suivantes :

-
- {d, t} avec d = design (produit) et t = technologie (procédé).
-
- a{0, 1} désigne le choix d'une firme de mettre en oeuvre une innovation de type
 - ◆
 - avec a=0 si la firme décide de ne pas mettre en oeuvre une innovation de type ,
 - ◆
 - avec a=1 si la firme décide de mettre en oeuvre une innovation de type
-
- A(a, f) est la fonction qui représente le coût d'ajustement subit par l'entreprise si elle innove dans la dimension , f est l'investissement que la firme consent afin de devenir plus flexible pour la mise en oeuvre d'innovations de type .
-
- r est le rendement qu'il y a à ajuster la production dans chacune des dimensions, ce rendement est entre autres fonction des efforts de recherche de la firme dans chaque direction.
-
- Q est la production que la firme décide de réaliser.
-
- La fonction inverse de demande est $P(Q, a_d, r_d)$
-
- La fonction de coût moyen est $C(Q, a_t, r_t)$.

Dans un premier temps, et dans une perspective de long terme, les firmes décident :

-
- De leurs niveaux d'investissement en **flexibilité** de produit et de procédé (f).
-
- Des niveaux de **recherche** qu'elles engagent en produit et/ou en procédé (r).

Les variables r et fnote45 sont inertielles car elles dépendent de variables organisationnelles :

•

La flexibilité de produit dépend des formes de compétences des personnels (Cohen et Levinthal [1990], Leiponen [1996]), de la coordination des travailleurs, des formes de mobilité interne (Clark et Fujimoto [1987]), des relations aux clients (Lundvall [1988], Von Hippel [1977]), ...

•

La flexibilité de procédé est fonction de la nature des équipements et de leurs possibilités de redéploiement dans d'autres contextes ainsi que des capacités de communication des personnels chargés des procédés.

•

Les capacités de recherche en produits comme en procédés dépendent non seulement du volume financier investis mais aussi de la constitution de laboratoires, du recrutement de personnels spécifiques dont l'efficacité n'est pas immédiate mais nécessite des apprentissages, la création de liens avec les fournisseurs et les clients, La constitution de capacités de recherche en produits et en procédés implique donc le développement de capacités absorbatives spécifiques.

Dans un second temps, conditionnellement aux choix de long terme qui ont été faits dans le premier temps (i.e. à niveaux de flexibilité et de recherche donnés), les firmes mettent en oeuvre les innovations qui leur semblent être les plus profitables. Il s'agit là des choix de court terme : mettre en oeuvre ou non les innovations de produits et/ou de procédés rencontrés.

Le schéma décisionnel est donc le suivant :

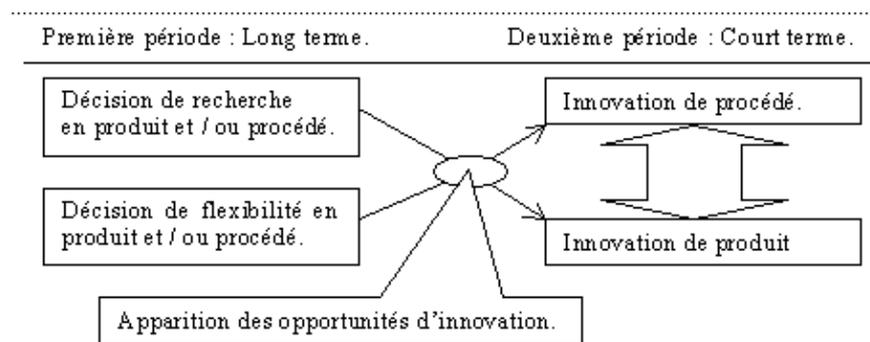


Figure 5 : Schéma décisionnel en deux périodes (Athey et Schmutzler [1995]).

Les auteurs reprennent la démarche de Milgrom et Roberts [1990] qui consiste à expliciter les hypothèses mathématiques minima suffisantes telles que l'on puisse observer une complémentarité entre les innovations de produits et de procédés à court terme (décision de mettre en oeuvre ou non l'innovation) aussi bien qu'à long terme (décision d'investir en recherche et en flexibilité). Pour que cette complémentarité se vérifie, il faut que les fonctions de profits de court terme et de long terme soient supermodulaires^{note46}.

b. Conditions d'interdépendances entre innovations de produits et de procédés

La première étape du travail de Athey et Schmutzler [1995] consiste à expliciter les conditions qui à niveau de flexibilité et de recherche donné (flexibilité f et effort de recherche r fixés) assurent la supermodularité du profit de seconde période 2 en (a_d, a_r, Q) ^{note47}. Pour cela les auteurs démontrent qu'il suffit que la mise en oeuvre d'une innovation de produits accroisse le revenu marginal et que celle d'une innovation de procédés

réduise le coût marginal. Autrement dit, a_d , a_t et Q devraient être fortement corrélées de sorte que les firmes de grande taille (Q fort) soient aussi celles qui développent le plus d'innovations de produits & procédés. Ainsi, lorsque les choix optimaux de seconde période (a_d^* , a_t^* , Q^*) sont monotones non décroissants en fonction du rendement des innovations de produits et de procédés (r_d , r_t) et en fonction de la flexibilité (f_d , f_t), alors un accroissement de la flexibilité et / ou du rendement des innovations stimule conjointement l'apparition d'innovations de produits, de procédés et les quantités produites.

La seconde étape est plus problématique. Elle consiste à définir les conditions dans lesquelles le profit de première période est supermodulaire en fonction des arguments qui le composent (f_d , f_t , r_d , r_t). Cet exercice repose sur des hypothèses plus fortes. En particulier :

-

les investissements en flexibilité de produits et de procédés ne sont pas antagonistes (ils ne sont pas sur-additifs). Ils sont soit indépendants soit complémentaires. Dans le cas d'un trade-off (i.e. suradditivité) ces conclusions ne sont en revanche plus garanties. Cohen et Levinthal [1990] en particulier soulignent que d'un point de vue cognitif le développement des innovations de produits repose sur des compétences variées afin de capter les opportunités du marché tandis que le développement des innovations de procédés repose plutôt sur des compétences très spécialisées appliquées à des problèmes internes. Une sorte de '*trade-off inward-looking vs. outward looking*' peut alors apparaître lors du développement de ces deux types de compétences. On retrouve la même conclusion dans le travail empirique de Capon, Farley, Lehmann et Hulbert [1992].

-

Les lois de probabilités que suivent les innovations de produits et de procédés sont indépendantes ou positivement corrélées mais en aucun cas négativement corrélées. Cette hypothèse semble particulièrement fragile au regard des observations faites par les travaux sur le cycle de vie des produits qui soulignent une opposition systématique entre l'apparition des innovations de produits et de procédés au cours du cycle de vie de l'industrie (Klepper [1996], Utterback et Abernathy [1975]). Par le biais de variables tierces (les phases du cycle de vie, les conditions d'appropriation, ...) les distributions de probabilités des innovations de produits et de procédés seraient négativement corrélées, remettant ainsi en question la supermodularité de la fonction de profit et donc l'existence de complémentarités entre les innovations de produits et de procédés.

c. Les prolongements et limites

Le principal intérêt de cette approche est son caractère non directif. Elle pose les hypothèses minima qui assurent l'apparition d'un phénomène de complémentarité entre innovations de produits et de procédés. La prise de parti en faveur de ces hypothèses doit ensuite être fondée sur une théorie et / ou l'observation empirique afin de :

-

Définir les cas de réalisation des hypothèses.

-

Mesurer l'exactitude des prédictions du modèle.

Deux hypothèses clefs sont particulièrement intéressantes et déplacent le débat des conditions de valorisation des innovations de produits et de procédés vers leurs conditions de développement :

- Celle de non suradditivité des coûts d'investissement en flexibilité de produit et de procédé.

Celle d'indépendance ou corrélation positive entre les lois de distribution des innovations de produits et de procédés.

Comme le montrent Cohen et Levinthal [1990] la réponse tout au moins à la première question est largement d'ordre cognitif et fait référence à la nature et aux propriétés des compétences développées en vue de l'innovation de produit ou de procédé.

Malgré l'intérêt de ce modèle, cette approche pâtit d'un certain nombre de limites :

- La première à trait à l'**opposition long terme / court terme** qui y est développée. Ainsi que le soulignent les analyses évolutionnistes, les apprentissages de court terme constituent le support de l'évolution de long terme des firmes : l'apprentissage est cumulatif, à ce titre il peut donner lieu à des trajectoires difficilement infléchissables (Cohen et Levinthal [1990]).
- La seconde et principale limite concerne la **temporalité des innovations** de produits et de procédés qui semble importante. Il n'existe pas d'équivalence entre innover en produit, ensuite en procédé (et inversement) et innover simultanément en produit et en procéder comme l'indiquent les travaux de Capon, Farley, Lehmann et Hulbert [1992] : les innovations de procédés lorsqu'elles apparaissent indépendamment des innovations de produits ne sont pas porteuses des mêmes bénéfices économiques que les autres formes d'innovations (en particulier en termes d'accroissement des ventes). Les boucles de rétroaction sont donc susceptibles de varier grandement d'un cas à l'autre (sans doute positives dans le cas des innovations de produits et positives faiblement voir négatives dans le cas des innovations de procédés). La chronologie des innovations serait donc une variable importante (apparition simultanée, apparition d'innovations de produits puis procédés ou inversement procédés puis produits).

Cette analyse permettrait néanmoins d'apporter une explication à ce constat d'une asymétrie entre les innovations de produits et de procédés : les innovations de produits entraîneraient l'apparition d'innovations de procédés tandis que les innovations de procédés exerceraient un effet moins stimulant sur les innovations de produits. L'explication de cette asymétrie serait simple :

- Comme de nombreux auteurs l'ont souligné, le développement d'innovations de produits se fonderait sur des compétences beaucoup plus générales que celles aboutissant à des innovations de procédés.
- Il s'ensuit que les innovations de produits sont susceptibles d'accompagner une croissance de flexibilité plus importante que les innovations de procédés.
- Par conséquent l'effet d'entraînement des innovations de produits sur les innovations de procédés serait plus important que l'effet d'entraînement des innovations de procédés sur les innovations de produits

Conclusion

Les travaux évoqués dans ce chapitre s'inscrivent dans la tradition de l'analyse coût / avantage et l'appliquent à l'étude des déterminants des innovations de produits et de procédés. La perspective est principalement celle d'une économie d'allocation dans laquelle les conditions technologiques du développement des innovations de produits et de procédés demeurent largement inconnues. Pour des conditions de coûts de développement des innovations de produits et de procédés données, différents facteurs sont susceptibles d'expliquer une valorisation inégale des stratégies de réduction de coûts (innovation de procédés) et des stratégies d'accroissement de la demande (innovation de produit) :

-

Les caractéristiques de la demande semblent essentielles. L'élasticité prix de la demande accroîtrait les incitations à innover en procédés tandis que l'évolution anticipée de la demande, le goût pour la variété et l'incertitude agiraient très favorablement en faveur de l'innovation de produits.

-

L'impact de l'intensité de la concurrence telle qu'elle est mesurée par la concentration est en revanche plus difficile à évaluer, tant d'un point de vue logique^{note48} qu'économétrique. Il semblerait néanmoins que la pression de la concurrence internationale agisse en faveur de l'innovation de produit.

-

En ce qui concerne la taille des firmes (absolue et relative), elle devrait théoriquement agir en faveur de l'innovation de procédés (Cohen et Klepper [1996], Yin et Zuscovitch [1998]). Pourtant, les résultats empiriques semblent plus controversés sans que l'on sache véritablement évaluer l'impact des erreurs de mesure (en particulier la théorie traite de la taille d'une firme dans une ligne de produits alors que la plupart des études économétriques mesurent la taille totale de la firme)^{note49}.

-

Ce sont les travaux sur l'impact des conditions d'appropriation qui nous renseignent finalement sans doute le plus et permettent de mettre en relief dans une perspective dynamique le débat sur l'impact de la taille et de la concentration. En effet, l'appropriation des innovations de produits semblerait beaucoup plus difficile que celle des innovations de procédés pour lesquelles le secret est un moyen efficace de protection. L'appropriation des bénéfices potentiels issus des innovations de produits s'appuierait donc en grande partie sur la constitution de positions dominantes (*via* la saturation du marché et plus généralement l'édification de barrières à l'entrée) et la descente rapide des courbes d'apprentissage. Les firmes de grande taille opérant sur des marchés déjà concentrés auraient ainsi plus d'aisance pour s'approprier les bénéfices de leurs innovations de produits comparativement aux autres firmes. De la sorte, la dynamique d'appropriation des innovations de produits ne dépendrait pas simplement de facteurs sectoriels exogènes aux firmes innovantes mais aussi de leurs capacités à entretenir leur temps d'avance et à retarder l'imitation au travers du développement d'actifs complémentaires et d'apprentissages prenant potentiellement la forme d'innovations incrémentales de procédés (Von Hippel [1982] et Teece [1986], Gruber [1995]).

Pour des conditions de valorisation données, d'autres études prennent en compte l'impact des facteurs qui interviennent dans les coûts de développement des innovations de produits et de procédés.

-

Les sources des opportunités technologiques agissant sur les innovations de produits et de procédés différencieraient sur certains points. Les opportunités en provenance des fournisseurs stimuleraient les

innovations de procédés tandis que celles en provenance des utilisateurs agiraient sur l'innovation de produit. Des phénomènes de feed-back sectoriels spécifiques (trajectoires technologiques) seraient aussi à l'oeuvre derrière les innovations de produits et de procédés. Les trajectoires tournées vers les produits se focaliseraient sur la demande tandis que celles tournées vers les procédés s'attacheraient plus aux caractéristiques techniques des produits et du processus productif.

•

La dynamique des apprentissages par la pratique stimulerait l'innovation de produits et la persistance d'un leadership dans l'industrie si tant est qu'il existe une certaine complémentarité entre les différentes générations de produits, et que l'ampleur des innovations et des spill-overs n'est pas trop importante (Gruber [1994]).

•

Contre toute attente théorique on observerait un effet positif et faiblement significatif du niveau des salaires tant sur l'innovation de produit que de procédé. La qualité du facteur travail serait en revanche déterminante. Ainsi, les innovateurs de produits investiraient plus en personnel de conception que les innovateurs de procédés.

•

Les facteurs organisationnels et en particulier la flexibilité sont susceptibles de déterminer les conditions dans lesquelles les innovations de produits et de procédés vont se développer simultanément ou au contraire de manière antagoniste. Pour qu'il n'y ait pas antagonisme (i.e. *trade-off*) une des conditions nécessaires est que les investissements qui permettent la flexibilité de produit et de procédé ainsi que le développement des innovations ne soient pas sur-additifs. Ce dernier point est particulièrement polémique et difficile à éclaircir sans une analyse préalable des processus d'apprentissages qui sous-tendent le développement et la mise en oeuvre effective des innovations de produits et de procédés.

A travers ces différentes recherches, nous assistons donc à un glissement progressif du débat en direction d'une exploration plus poussée des conditions micro-économiques du développement des innovations de produits et de procédés. En premier lieu l'étude des conditions d'appropriation des innovations de produits et de procédés a attiré l'attention sur l'importance décisive des phénomènes d'apprentissages pour expliquer l'aptitude des firmes à s'approprier les bénéfices des innovations de produits (Von Hippel [1982], Teece [1986], Gruber [1995]). Par la suite le travail de Athey et Schmutzler [1995] a permis de proposer des hypothèses dont la vérification implique de pousser plus avant l'étude des mécanismes d'apprentissages qui sous-tendent le développement des innovations de produits et de procédés. D'une problématique d'allocation de ressources construite dans une perspective coût / avantage nous nous acheminons ainsi vers un questionnement explicite sur les conditions cognitives qui président au développement des innovations de produits et de procédés. Les recherches en économie sur le sujet sont relativement peu développées. Une certaine cohérence existe néanmoins entre elle qui nous permettra de les mettre en perspective pour en proposer des prolongements empiriques intéressants dans les chapitres suivants.

Chapitre 2 : Les déterminants des comportements innovants de produits et de procédés : les logiques d'apprentissage

Dans une perspective essentiellement allocative fondée sur une analyse coûts / avantages le chapitre précédent a étudié les différentes conditions de valorisation des stratégies d'accroissement des ventes (i.e. d'innovations de produits) et de réduction des coûts (i.e. innovation de procédés). L'impact des conditions de développement des connaissances technologiques sous-jacentes n'était pas explicitement abordé^{note50} même si les travaux sur l'appropriation (Von Hippel [1982], Teece [1986], Gruber [1995]), sur la qualité du facteur travail (Duguet et Greenan [1997]) et sur l'impact de la flexibilité (Athey et Schmutzler [1995]) en ont

souligné l'importance décisive. Le présent chapitre fait état de recherches qui rompent avec cette méthodologie allocative pour se pencher sur les conditions d'apprentissage qui président au développement des innovations de produits et de procédés. *La démarche met de fait l'accent sur les processus cognitifs préalables à l'apparition de comportements innovants et s'inscrit dans une approche d'inspiration évolutionniste. Notre objectif est de montrer, que les concepts de la théorie évolutionniste (en particulier de rationalité procédurale et d'innovation comme résultat d'un processus de résolution de problème) peuvent être fructueusement mobilisés pour mettre en lumière certains déterminants micro-économiques des innovations de produits et de procédés jusque là imparfaitement explicités.*

La **première section** proposera des fondements cognitifs pour l'étude des déterminants des innovations de produits et de procédés. L'idée de départ est la suivante : l'innovation de produit se présente comme une réponse à un questionnement sur les *fins* tandis que l'innovation de procédé constitue la réponse à un questionnement relatif aux *moyens*. L'objectif de la **seconde section** sera alors de montrer que les capacités résolutives des firmes dans chacun de ces domaines dépendent de l'existence et du développement de compétences spécifiques elles-mêmes associées à des connaissances (technologiques et plus largement économiques) de natures très différentes. Prolongeant cette analyse, la **troisième section** aura pour objet de souligner les attributs spécifiques des connaissances nécessaires à la résolution des questions relatives aux fins et aux moyens. Nous proposerons alors l'hypothèse selon laquelle les comportements innovants de produits et de procédés n'entraîneraient pas les firmes sur des trajectoires technologiques similaires se traduisant par des niveaux de persistance différents dans chacun des types de comportement innovant.

Schématiquement notre analyse est donc construite en trois étapes principales qui serviront de trame aux travaux empiriques respectivement présentés dans les chapitres III, IV et V (voir, Figure 6) :

1.

Analyse des processus de **résolution de problèmes** sous-jacents aux innovations de produits et de procédés : *questions sur les fins vs. moyens.*

2.

Identification des lieux économiques mobilisés lors du processus de recherche et de mise en oeuvre des solutions relatives aux produits et aux procédés. Définition des conditions d'incertitude dans lesquelles se déploient les activités résolutives caractéristiques de chacune de ces formes d'innovation. On en déduit alors le **type de compétences** et la **nature des connaissances technologiques** mobilisées pour que le processus résolutif soit fructueux.

3.

Définition des **attributs des connaissances technologiques** et finalement des trajectoires technologiques micro-économiques correspondant à chacune des formes d'innovation. Nous entendons ainsi montrer que le développement d'un comportement innovant n'est pas uniquement dicté par des considérations allocatives mais aussi par la dynamique propre de l'accumulation des connaissances technologiques relatives aux produits et aux procédés. A cet égard nous montrons aussi que les conditions d'appropriation sont elles-mêmes largement endogènes à ce processus d'accumulation.

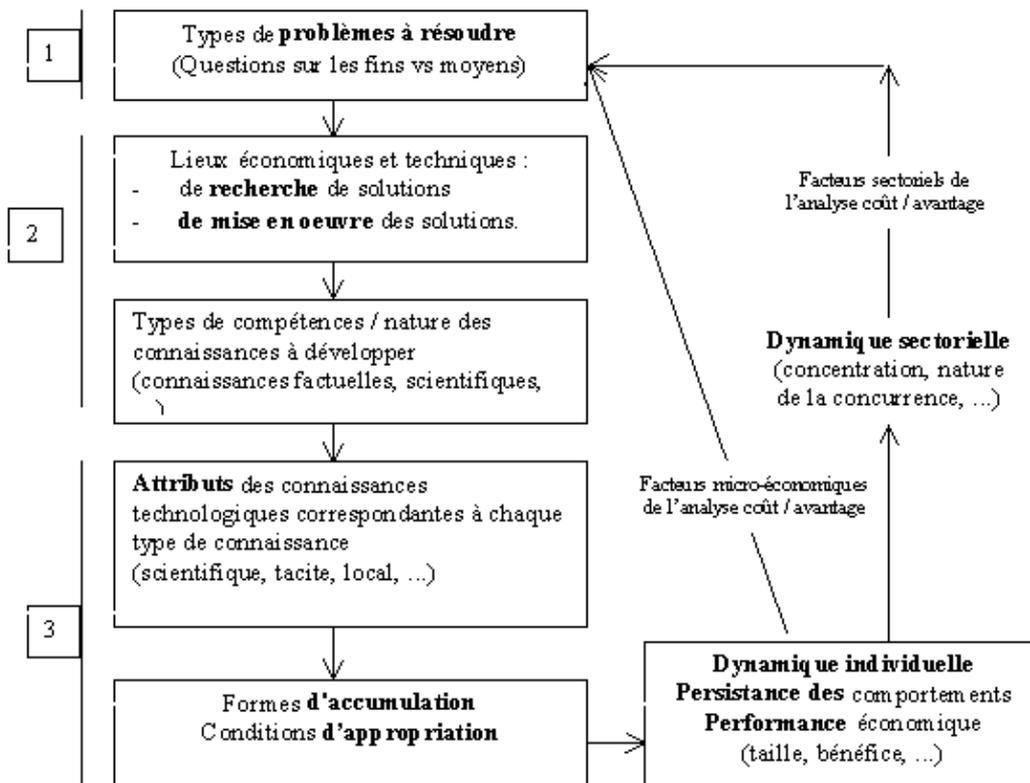


Figure 6 : Une démarche pour l'étude des déterminants des innovations de produits et de procédés

Section 1 : Les fondements cognitifs de la distinction innovations de produits / innovations de procédés

Dans cette section nous développerons une analyse des déterminants des innovations de produits et de procédés qui ne repose plus simplement sur l'étude des comportements d'allocation des firmes mais plutôt sur les processus d'apprentissage (et plus généralement de résolution de problème) préalables à tout comportement innovant. Cette démarche sera qualifiée de '*cognitive*' car elle met l'accent sur les contraintes imposées par les processus d'acquisition de connaissance aux comportements innovants. Dans un premier temps (1) nous rappellerons la signification des concepts de *rationalité procédurale* et de *processus de résolution de problème* ('problem solving process'). Nous montrerons ensuite (2) que les innovations de produits et de procédés ne correspondent fondamentalement pas au développement de processus résolutoires identiques : l'innovation de produit soulèverait des questions relatives aux *fins* tandis que l'innovation de procédé soulèverait des questions relatives aux *moyens*.

§ 1 : La dimension cognitive de l'analyse évolutionniste

Il semblerait que les deux concepts fondamentaux à mobiliser pour l'étude des innovations de produits et de procédés soient (a) celui de rationalité procédurale qui définit une *règle de décision ou mécanisme*⁵¹ et (b) celui de processus de résolution de problème ('problem solving process') qui en exploitant l'idée de rationalité procédurale décrit un *processus concret de recherche de solution*.

Ces deux concepts sont étroitement liés et peuvent être utilement exploités pour construire une distinction cognitive entre innovations de produits et de procédés comme nous le montrerons par la suite. Un bref détour théorique nous semble donc indispensable.

a. Les mécanismes de la 'rationalité procédurale'

Dans la tradition évolutionniste, l'hypothèse de *rationalité procédurale* initialement développée par March et Simon et plus tard largement exploitée par Nelson et Winter [1982] est devenue un concept majeur. La rationalité procédurale définit un mécanisme de décision qui est développé par les agents lorsqu'il leur est impossible d'atteindre aisément une solution optimale. Cette impossibilité d'optimisation particulièrement sensible dans le cas de l'innovation est imputable à différents facteurs :

- l'imperfection^{note52} de l'information,
- l'incomplétude^{note53} de l'information
-

les capacités cognitives limitées et donc rares dont les agents économiques disposent.

Ces obstacles donnent lieu à des '*coûts internes à la prise de décisions*' tels que l'agent ne peut pas même parvenir à définir une quantité optimale d'efforts de recherche comme dans la théorie du '*search*'^{note54} (Day [1995]ab, Conlisk [1996]). Dans ce contexte, les comportements et les décisions vont être expliqués par un mécanisme de **rationalité procédurale** : l'agent (à la façon d'un joueur d'échecs) tentera, selon une procédure définie de sélection des voies de recherches, d'examiner un petit nombre de possibilités et d'arrêter son choix dès qu'il pensera avoir atteint un seuil minimum de satisfaction et non plus l'optimum (principe du '*satisficing*'). Si nous réintroduisons la dimension temporelle, l'agent va tenter d'améliorer ses résultats sur la base de ses procédures de décisions antérieures. Pour ce faire, il va procéder par succession d'essais et d'erreurs en se dispensant d'examiner l'ensemble des actions possibles et/ou de leurs résultats, qui ne sont de toutes les façons pas connus *ex ante* en univers d'incertitude. Au lieu de recourir à une rationalité substantive dans laquelle le '*sujet pensant*' n'intervient pas, l'agent va établir au fur et à mesure de son action les procédures de décision qui lui paraissent les plus pertinentes compte tenu de son expérience antérieure (Gaffard [1990], p.339) de sorte que

'ce qui importe c'est moins la règle en elle-même que le fait qu'elle révèle une procédure particulière de recueil et de traitement de l'information pertinent, qui lui donne son caractère rationnel.'

Gaffard [1990], p.333)

Le recours à l'hypothèse de rationalité procédurale aboutit à la mise en évidence de trois phénomènes essentiels pour la théorie évolutionniste:

1.

Les agents économiques n'adoptent pas systématiquement des règles de décisions optimales compte tenu de l'incertitude et de la complexité du monde réel (en comparaison de leurs capacités cognitives et '*computationnelles*' limitées) (Heiner [1988], Conlisk [1996]). Au contraire les agents développeraient des comportements relativement figés et parfois sous-optimaux qualifiés de *routines* (routines de production, routines de recherche).

2.

L'ensemble des choix auquel les agents sont confrontés n'est pas infini ni continu. Ce qu'un agent peut faire (et donc décider) est très fortement contraint par son expérience passée et par ce qu'il fait actuellement. De fait l'ensemble de choix qui se présente aux agents n'est pas exogène mais endogène à l'activité productive passée (Amendola et Gaffard [1988]). Il en résulte que les processus d'apprentissage et de prise de décision sont mutuellement contraints et difficiles à distinguer : les choix seraient localisés et dépendants du sentier plutôt que simplement dirigés par l'évolution exogène des prix relatifs et des conditions environnementales (Dosi, Pavitt et Soete [1990], Antonelli [1995]).

3.

Les agents économiques sont susceptibles de présenter une forte hétérogénéité directement imputable au caractère local de leurs apprentissages (Moati [1992])

De fait, dans une perspective évolutionniste, le type de comportement innovant n'est pas simplement expliqué par le profit relatif associé aux stratégies '*sale enhancing vs. cost reducing*' mais aussi par le *type de processus d'apprentissage* que la firme a développé par le passé et poursuit actuellement (par sa trajectoire technologique).

b. L'innovation comme résultat d'un 'processus de résolution de problème'

Lorsqu'on se réfère à un mécanisme de rationalité substantive et que les procédures de décisions sont décrites comme suivant des règles d'optimisation, l'innovation se présente alors comme un événement ponctiforme. En revanche, en se fondant sur le mécanisme de la rationalité procédurale, l'innovation est appréhendée comme l'aboutissement d'un '*processus temporel de résolution de problème*'. Ce processus est défini par une question initiale pour laquelle aucune réponse n'est *a priori* clairement identifiée. De la sorte une solution 'satisfaisante' ne peut être atteinte que progressivement par convergence suite à une succession d'essais et d'erreurs. L'incertitude concernant le succès économique et technique de la solution finalement adoptée est d'autant plus importante que le processus de résolution de problème implique des flux d'informations et des coopérations entre agents hétérogènes (Gold [1980], Dosi [1988], Freeman [1982]).

Selon cette approche deux étapes doivent donc ponctuer l'étude des comportements innovants :

1.

l'identification des *questions* qui initient le processus de recherche de solution,

2.

l'étude du *processus de convergence* vers une solution (en particulier les compétences mobilisées, les sources, la nature et les attributs de connaissances technologiques utilisées).

§ 2 : Proposition pour une distinction cognitive entre les innovations de produits et de procédés

Dans le point précédent nous avons souligné le caractère déterminant pour la définition du processus résolutoire de *la question initialement soulevée* par l'innovateur. Cette question initiale contraint l'ensemble du processus résolutoire qui est supposé lui apporter une solution (i.e. innovation). A cet égard, Pearson [1991] propose de distinguer les comportements innovants de produits et de procédés en fonction du type de questionnement initial auxquels ils sont supposés apporter des solutions :

- les comportements d'innovations de produits permettraient d'apporter des solutions à des **questions initiales relatives aux fins** de l'activité productive,

- les comportements d'innovations de procédés apporteraient des réponses à des **questions initiales relatives aux moyens** à développer pour atteindre une fin donnée.

Cette distinction *cognitive* entre innovations de produits et de procédés semble très forte. En particulier elle permet de supposer que les questionnements sur les *fins* et sur les *moyens* n'induisent pas l'émergence de processus résolutoires identiques : l'acquisition des connaissances nécessaires à la convergence vers une solution ne se ferait pas dans les mêmes conditions ni selon les mêmes règles. Cette distinction structurera la suite de ce travail.

Cette approche a d'autres implications, en particulier pour l'étude des innovations de produits et de procédés considérés simultanément (innovations de produits & procédés) :

- l'innovation de produit pourrait théoriquement dans un premier temps se développer indépendamment de toute référence aux moyens de la servir même si dans un second temps les moyens disponibles contraignent les possibilités de réalisation des fins et/ou peuvent suggérer la poursuite de nouvelles fins.
- l'innovation de procédé se définit à fin donnée : i.e. elle sert une fin prédéfinie même si dans un second temps elle peut ouvrir la voie à la poursuite de nouvelles fins.

Il existerait donc une **complémentarité asymétrique** entre les innovations de produits et de procédés (cf. Figure 7) : l'apparition du procédé serait subordonnée à l'existence préalable de la fin qu'il est supposé servir.

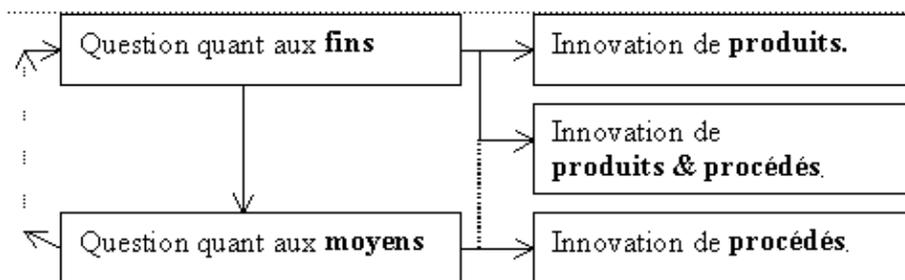


Figure 7 : Questionnements sur les fins et les moyens et types d'innovations

Cette asymétrie est **implicitement** présente dans la plupart des modèles étudiés dans le chapitre I :

- Chez Utterback et Abernathy [1975] l'innovation de procédés dépend de l'émergence préalable d'un *design dominant* qui concerne les produits.

- Dans le premier modèle de Gruber [1994], l'innovation de procédés s'apparente à un apprentissage par la pratique qui se développe sur une innovation de produit préalablement existante.

-

Pour Cohen et Klepper [1996], Klepper [1996], l'innovation de procédé est d'autant plus profitable que la taille de l'entreprise est importante. Or, pour ces auteurs la croissance (donc la taille) dépend initialement des innovations de produits.

-

Pour Gomulka [1990], l'importance primordiale de l'innovation de produit est posée en hypothèse : en long terme les parts de marché d'une firme n'innovant pas en produits tendent vers zéro. Cette hypothèse est d'ailleurs étayée par un certain nombre de travaux empiriques (Capon, Farley, Lehmann et Hulbert [1992]). Ainsi, de nouveaux moyens pourraient apparaître à fins inchangées. En revanche, l'apparition de nouvelles fins entraînerait le plus souvent un besoin accru en moyens. Empiriquement il devrait donc être plus difficile de distinguer les facteurs à l'origine des comportements d'innovations de produits et d'innovations de produits & procédés que d'isoler les facteurs à l'origine des comportements d'innovations de procédés.

Dans la section suivante, nous montrerons que cette différence de nature dans les questionnements sous-jacents aux innovations de produits et de procédés est porteuse de conséquences importantes. En particulier, les compétences et les connaissances technologiques à mettre en oeuvre pour parvenir à une solution innovante différencieraient notablement.

Section 2 : Compétences et nature des connaissances technologiques

Dans la section précédente nous avons souligné le fait que les questionnements qui président à l'apparition des innovations de produits et de procédés sont radicalement différents. L'innovation de produit poserait des questions relatives aux *fins* à poursuivre tandis que l'innovation de procédé soulèverait des questions relatives aux *moyens* à mobiliser. La thèse que nous voulons ici défendre consiste à montrer que les processus résolutoires qui découlent de ces différents questionnements soulèvent des difficultés particulières (0) que les firmes doivent surmonter à l'aide de compétences spécifiques (0) et de connaissances de différentes natures (0).

§ 1 : Les contextes de la résolution des questions sur les fins et les moyens

Nous désirons montrer que les processus de résolution de problèmes résultant des questionnements sur les fins et sur les moyens n'exposent pas les firmes aux mêmes types d'obstacles. Nous montrons que ceci tient essentiellement à la différence entre les lieux de mise en oeuvre des solutions innovantes (0) et à la nature et au degré de l'incertitude à laquelle s'exposent les firmes (0).

a. Lieux économiques d'exploration et de mise en oeuvre des solutions

Fondamentalement les instances qui interviennent dans l'estimation de la valeur économique des solutions apportées aux questions sur les **fins** et sur les **moyens** ne sont pas les mêmes :

- les 'fins' se définissent par rapport à la demande (selon des critères externes à la firme) car l'utilisation finale de l'innovation est externe au producteur (c'est un service rendu),

• les 'moyens' se définissent par rapport à l'entreprise qui doit les mettre en oeuvre pour atteindre les 'fins' qu'elle s'est fixée. La valorisation de ces innovations est donc interne.

Plus précisément, suivant en cela la démarche de March [1991] nous pouvons donc distinguer les lieux économiques de recherche de solution (*d'exploration*) des lieux *de mise en oeuvre* des solutions :

- Les questions relatives aux fins (susitant des innovations de produits) seraient associées à une exploration interne mais destinées à une mise en oeuvre externe (d'où l'importance critique des liens aux utilisateurs).
- L'innovation de procédé résulterait quant à elle principalement d'une exploration et d'une mise en oeuvre interne (d'où son association au phénomène d'apprentissage par la pratique).

Cette typologie permet aussi de prendre en compte les innovations incorporées aux équipements et les opportunités du milieu dans lequel évoluent les firmes. En effet, les innovations incorporées aux investissements peuvent être considérées comme le fruit d'une exploration externe à la firme qui fait l'objet d'une mise en oeuvre interne. Les opportunités de l'environnement dans lequel évolue la firme sont perçues comme le fruit d'explorations externes et de mises en oeuvre externes comme l'indique la Figure 8 :

Figure 8 : Lieux économiques d'exploration et de mise en oeuvre des innovations de produits et de procédés

Mise en oeuvre	Externe	Innovation de produit	Caractère innovant de l'environnement Opportunités d'innovations de l'environnement
	Interne	Innovation de procédé	Innovations incorporées aux investissements
		Interne	Externe
		Exploration	

Source : à partir de Pearson [1991]

Cette figure permet de souligner les difficultés de coordinations spécifiques que doivent surmonter les firmes en fonction de leurs comportements innovants :

- Dans le cas de l'innovation de procédé les difficultés de **coordination interne** (essentiellement entre la conception et la production) seraient bien plus importantes que celles de coordination externe dans la mesure où la mise en oeuvre et la recherche de solutions se font au sein même de la firme. La **coordination externe** serait moins déterminante et concernerait principalement les fournisseurs d'équipement.
- Dans le cas de l'innovation de produit en revanche les problèmes **de coordination externe** principalement entre les lieux d'exploration et de mise en oeuvre (utilisateur-producteur) occuperaient une place décisive. Les questions de coordination **interne** seraient secondaires et concerneraient essentiellement la R et D et le marketing.^{note56}

- Dans le cas des innovations de produits & procédés les firmes seraient simultanément confrontées à des difficultés de **coordination interne et externe**, les exposant ainsi comme nous le montrerons plus loin à ce que Cohen et Levinthal [1990] qualifient de ' *trade-off inward looking outward looking* '.

En tout état de cause, comme nous le montrons dans le point suivant, ces différentes configurations n'induisent pas les mêmes degrés d'incertitude en ce qui concerne l'issue des processus résolutoires engagés.

b. Type de questionnement et intensité de l'incertitude

L'importance des incertitudes techniques pesant sur les projets innovants a maintes fois été soulignée par les travaux empiriques qui comparent le plus souvent le coût et la durée prévus de développement aux coûts et à la durée de développement effectivement observés (Breadsley et Mansfield [1978], Freeman [1982]). Cependant, en plus de l'incertitude technique, les firmes sont aussi confrontées à des incertitudes d'origine commerciale. Ces dernières, comme nous allons maintenant le montrer, semblent bien plus difficiles à surmonter et caractériseraient principalement les innovations de produits. Compte tenu de leurs différents lieux d'exploration les innovations de produits et de procédés ne soulèvent pas les mêmes formes d'incertitudes. Si nous retenons la distinction de Freeman [1982] entre l'incertitude technique et l'incertitude commerciale alors nous constatons que les innovations de produits présentent un degré d'incertitude systématiquement supérieur aux innovations de procédés dans la mesure où :

- elles soulèveraient simultanément des problèmes techniques et commerciaux compte tenu de leurs différents lieux économiques de valorisation tandis que les innovations de procédés poseraient essentiellement des problèmes d'ordre techniques,
- les paramètres qui touchent aux dimensions techniques de l'innovation seraient plus faciles à évaluer par les firmes (p.e. 'la probabilité de succès technique', 'les coûts / délais de développement') que les paramètres liés aux aspects commerciaux de l'innovation (p.e. 'la probabilité de succès sur le marché', 'les revenus des ventes d'un nouveau produit') (Seiler [1965]).

Trois arguments permettent de rendre compte de cette incertitude plus grande sur les conditions de marché que sur les conditions de réalisation technique de l'innovation (Freeman [1982], p.154) :

- Le développement des ventes liées à un nouveau produit implique un horizon temporel plus lointain que celui lié au lancement d'un nouveau procédé qui valorise des produits déjà existants. L'évolution du comportement des consommateurs est aussi une source majeure d'incertitude très difficile à cerner dans le détail.
- Alors que les activités de développement se réalisent essentiellement au sein de la firme, la valorisation des innovations se fait sur le marché. Dans un univers concurrentiel les réactions des concurrents sont difficilement prévisibles pas plus que celles des futurs consommateurs.
- La prévision des revenus et des ventes se fonde sur une estimation non seulement des quantités vendues mais aussi des coûts de production, du prix de vente et de l'élasticité prix de la demande. Cet exercice est particulièrement difficile à réaliser pour un produit qui n'est pas encore consommé alors que dans le cadre des innovations de procédés cette incertitude est réduite.

A ce propos, Lundvall (Lundvall [1988], Lundvall [1992], Lundvall [1994]) souligne le fait que dans la théorie économique standard, le système de prix qui y est décrit ne permet pas d'attribuer un prix aux innovations de produits dans la mesure où elles n'existent pas encore. Ainsi, même si l'opportunité d'innovation existe bel et bien (i.e. il existe un réel besoin potentiel chez l'utilisateur) :

- Le besoin (l'utilité) d'un nouveau bien ne peut pas se manifester.
- Le besoin potentiel de l'utilisateur demeure insatisfait.
- Le producteur hypothétique reste dans l'incertitude totale quant à la rentabilité de son innovation.
- Les premiers acheteurs potentiels encourent un risque important du fait de l'absence d'informations sur la valeur d'usage réelle du bien.

Compte tenu de l'incertitude radicale qui pèse alors sur l'innovation de produit dans un système standard de référence, la seule forme d'innovation concevable est celle destinée à la firme elle-même (i.e. l'innovation de procédé).

Les firmes rencontreraient donc de fortes difficultés pour optimiser leurs efforts de recherche et en particulier pour estimer de manière précise le rendement des innovations de produits. Ainsi, l'aptitude de la firme à développer des stratégies pour surmonter cette incertitude peut expliquer en grande partie l'apparition d'innovations de produits. Plus généralement, divers comportements peuvent être envisagés pour réduire l'incertitude selon qu'elle concerne des éléments techniques ou commerciaux :

- En ce qui concerne l'incertitude technique (qui affecte à la fois les produits et les procédés), sa réduction peut s'opérer au travers de procédures de simulation, d'expérimentation et de test. Elle n'est cependant jamais totalement éliminée dans la mesure où l'expérimentation ne remplace pas le terrain. La deuxième solution consiste à ne procéder qu'à des *améliorations incrémentales* des produits et des procédés déjà existants. Ces deux moyens de réduction de l'incertitude technique sont complémentaires dans la mesure où il est d'autant plus facile de simuler un phénomène qu'il se rapproche de ceux déjà connus. On peut penser que les produits et les procédés présentent en la matière les mêmes niveaux d'incertitudes. En ce qui concerne l'émergence de procédés ou de produits concurrents, leur prévision peut être envisagée à l'aide de techniques de '*technological forecasting*' mais semble bien plus importante dans le cas des produits étant donné que les nouveaux produits sont mis en oeuvre sur le marché et ne bénéficient pas du secret qui entoure les nouveaux procédés.
- En ce qui concerne l'incertitude commerciale qui affecte essentiellement les innovations de produits, les solutions à apporter sont en revanche beaucoup moins claires et efficaces dans la mesure où elles impliqueraient de maîtriser (ou du moins de prévoir/simuler) les comportements d'agents économiques extérieurs à la firme (les concurrents et les utilisateurs). Les techniques de prévisions sont en la matière peu efficaces et le seul véritable moyen de réduction de l'incertitude est le développement de liens étroits ('interactions') entre producteurs et utilisateurs de telle sorte que des informations qualitatives puissent être échangées (Lundvall [1988], [1992], [1994]). Ce transfert d'informations nécessite l'instauration d'une coopération spécifique de sorte que l'innovateur

obtienne des informations précises sur les besoins de l'utilisateur et que l'utilisateur fasse confiance au fournisseur et parvienne à évaluer concrètement l'utilité qu'il peut retirer des nouveaux produits (Lundvall [1988], p.352).

Compte tenu des éléments qui viennent d'être évoqués, il semble que la résolution des questions relatives aux fins et aux moyens n'expose pas les firmes aux mêmes types d'obstacles. L'innovation de produit impliquerait la mobilisation d'acteurs économiques hétérogènes aussi bien internes qu'externes à la firme. Elle s'accompagnerait d'une forte incertitude commerciale. L'innovation de procédé par contre impliquerait essentiellement des acteurs internes à la firme confrontés à des problèmes de nature technique. L'incertitude serait dans ce cas moins marquée que pour l'innovation de produit.

§ 2 : Les compétences pour la résolution des questions sur les fins et les moyens

Ainsi que nous venons de le montrer les difficultés de coordination ainsi que la nature et le degré de l'incertitude pesant sur les comportements innovants de produits et procédés diffèrent largement. Pour les surmonter les firmes doivent ainsi disposer de capacités de résolution de problème ('capabilities') spécifiques à chacun des cas considérés. Ces

'capabilities'

peuvent être déclinées en autant de groupes de 'compétences' que d'obstacles majeurs⁵⁷ recensés. Dans cette perspective les 'compétences' désignent alors l'aptitude de la firme à mettre en oeuvre concrètement certains types de comportements supposés décisifs pour l'aboutissement des processus résolutifs étudiés.

Dans notre cas, nous retiendrons trois groupes de 'compétences génériques' qui se déclinent à leur tour en différentes 'compétences élémentaires' :

-

Les compétences d'interface externes figurent la capacité des firmes à capter/échanger des informations avec leur environnement. Cette catégorie regroupe entre autres les compétences d'interface avec les fournisseurs, avec les utilisateurs, avec les concurrents (imitation), avec les institutions scientifiques, ...

-

Les compétences d'interface interne représentent la capacité des firmes à faire circuler l'information en leur sein. Il s'agit principalement des compétences d'interfaces entre la R et D et la production, entre la R et D et le marketing, entre le marketing et la vente, ...

-

Les compétences d'absorption ou capacités absorptives qui désignent la capacité des firmes à identifier les opportunités qui transitent par les interfaces externes et internes, à les assimiler et finalement à les appliquer à des fins commerciales. Cette catégorie regroupe principalement la capacité d'une firme à réaliser en interne de la R et D et à en exploiter les résultats, sa capacité à développer un langage commun, à stimuler la diversité technologique, à exploiter des combinaisons productives intensives en personnel qualifié, ...

a. Les compétences caractéristiques des comportements innovants de procédés

Compte tenu d'une exploration et d'une mise en oeuvre interne ainsi que d'une faible incertitude commerciale en comparaison de l'incertitude technique, les compétences d'interfaces externes devraient peu profiter au développement d'innovations de procédés. La seule interface externe favorable aux comportements innovants de procédés serait l'interface avec les fournisseurs. En revanche, les compétences d'interfaces internes principalement entre la production et la R et D revêtiraient un caractère primordial pour l'exploitation des opportunités d'innovations de procédés qui se manifestent lors d'apprentissages par la pratique et par l'utilisation sur les lieux de production. Pour faciliter ces interfaces internes l'existence de codes communs se révélerait particulièrement importante. De fait, l'apparition de comportements innovants de procédés serait stimulée par les compétences des firmes dans le domaine de l'homogénéisation des connaissances pour faciliter la communication.

b. Les compétences caractéristiques des comportements innovants de produits

Compte tenu de conditions de mise en oeuvre externe ainsi que d'une forte incertitude commerciale, les compétences d'interface externes principalement avec les utilisateurs et les concurrents (imitation) devraient exercer un impact très favorable sur les comportements innovants de produits. De manière plus générale, l'ensemble des interfaces entre la firme et son environnement économique agirait favorablement sur ce type de comportement innovant.

Ainsi que le soulignent Cohen et Levinthal [1990], l'exploitation fructueuse des informations qui transitent par les interfaces externes nécessite :

- Une certaine diversité des connaissances technologiques internes afin de mieux comprendre et mieux communiquer avec son environnement extérieur.
- Le déploiement interne d'efforts considérables pour se les réapproprier et parvenir à les réexploiter commercialement dans le cadre d'innovations.

De fait, les innovateurs de produits bénéficieraient largement de la détention de capacités à entretenir la diversité des connaissances technologiques internes et à réaliser en interne de la R et D afin de pleinement tirer profit de ces opportunités.

Malgré le caractère semble-t-il primordial des interfaces externes pour l'innovation de produit, les interfaces internes revêtiraient aussi une certaine importance, en particulier entre le marketing et la R et Dnote58. Cependant, comme le font remarquer Cohen et Levinthal [1990], cette interface est d'autant plus difficile à exploiter que les agents sont par ailleurs incités à développer des connaissances variées (afin d'exploiter au mieux les opportunités externes). Se pose alors le dilemme de l'exploitation d'interfaces externes à l'aide de connaissances variées ou bien de l'exploitation d'interfaces internes à l'aide de connaissances partagées que Cohen et Levinthal [1990], qualifient de

'trade-off inward looking outward looking'

. Pour le surmonter les auteurs suggèrent que les firmes augmentent d'autant plus le niveau de connaissances générales de leurs employés que les connaissances des individus à faire interagir sont variéesnote59. Par

conséquent, la capacité d'une firme à exploiter une combinaison productive intensive en personnel qualifié devrait aussi positivement affecter l'apparition d'innovations de produits.

c. Les compétences caractéristiques des comportements innovants de produits & procédés

Ces comportements innovants bénéficieraient essentiellement de la capacité des firmes à développer simultanément des interfaces internes et externes. Ce faisant, les firmes innovantes en produits & procédés s'exposeraient plus encore que les firmes innovantes en produits au

'trade-off inward looking outward looking'

. Pour le surmonter, elles devraient non seulement bénéficier de compétences importantes dans le domaine de la R et D interne mais aussi dans celui de la gestion d'une combinaison productive intensive en personnel à haut niveau de connaissances générales. En tout état de cause pour innover en produits & procédés le niveau des compétences nécessaires dans le domaine de la R et D et dans celui de la gestion d'un personnel à haut niveau de qualification serait plus important que dans le cas de l'innovation de produit.

L'ensemble des éléments qui viennent d'être évoqués est synthétisé dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Les compétences pour la résolution des questionnements sur les fins et sur les moyens

	Effet supposé sur la capacité des firmes à résoudre les questionnements sur les :		
	Fins <i>Innovations de produits</i>	Moyens <i>Innovations de procédés</i>	fins&moyens <i>Innovations de produits & procédés</i>
Compétences d'interface externe	+	-	++
Avec les fournisseurs	-	+	+
Avec les utilisateurs	+	-	+
Avec les concurrents	+	-	+
Compétences d'interface interne	-	+	++
Entre la R et D et le marketing	+	-	+
Entre la R et D et la production	--	++	+
Compétences d'absorption ou capacités absorptives	+	-	++
Capacité à réaliser de la R et D	+	-	++
Capacité à entretenir la diversité technologique interne	+	-	+
Capacité à développer un langage commun	-	+	+
Capacité à exploiter une combinaison productive intensive en personnel qualifié	+	=	++

Conformément à ce que suggèrent les travaux dans le domaine du management ce tableau met en évidence le fait que les firmes innovantes en produits et plus encore en produits & procédés doivent non seulement disposer de compétences d'interfaces externes mais aussi de capacités d'absorption particulièrement importantes en matière de R et D, de gestion de la diversité des connaissances technologiques ainsi que d'exploitation de combinaisons productives riches en personnel qualifié. Les firmes innovantes en procédés s'appuieraient au contraire plutôt sur des compétences d'interface internes ainsi que sur des compétences

destinées à assurer l'homogénéisation des connaissances pour favoriser l'exploitation d'opportunités internes.

§ 3 : La nature des connaissances technologiques

La création, le développement et l'exploitation des interfaces internes et externes ainsi que l'aptitude à surmonter les incertitudes technologiques et commerciales qui accompagnent l'innovation peuvent s'interpréter comme la résolution d'autant de 'sous-problèmes à résoudre'. Nous venons de montrer que leur succès dépend de la détention par les firmes de compétences bien particulières liées à la spécificité des obstacles qu'elles ont à surmonter.

Ces compétences (i.e. capacités à réaliser des actions économiques élémentaires) trahissent la détention par les firmes de connaissances (au minimum des savoir-faire) sans lesquelles les comportements correspondant ne pourraient pas être menés à bien. Ces connaissances constituent de fait un stock initial dans lequel puise la firme pour développer des comportements innovants. On parle souvent de

'prior-knowledge'

. Cependant, les compétences ne reflètent pas simplement la détention initiale par la firme de certaines connaissances, elles nous renseignent aussi sur sa capacité à réaliser des apprentissages par renforcement de son stock de connaissances existant (*via* l'emploi répété des mêmes compétences) et par acquisition/développement de connaissances totalement nouvelles (générées à travers l'exercice des compétences existantes comme celles d'interface externe ou de R et D).

Notre objectif est donc ici d'étudier plus en détail la nature des connaissances technologiques et plus largement économiques susceptibles d'être mobilisées pour la résolution des questionnements sur les fins et les moyens au travers de l'exercice des compétences présentées précédemment. Reprenant la typologie établie par Lundvall et Johnson ([1994], p.28-30) la nature des connaissances économiques mobilisées par les firmes peut être définie en fonction du type de questions auxquelles elles permettent de répondre. Chacune de ces formes de connaissances (factuelles ou

'know what', scientifiques ou 'know why', sociétales ou 'know who (when and where)', pratiques ou 'know-how'

) serait différemment exploitées dans le cadre des processus de résolution de problèmes portant sur les fins et les moyens^{note60}.

a. Le 'know what' ou connaissance factuelle

Le '*know what*' ou connaissance factuelle porte sur des faits (nombre et types de composant d'un produit, règles juridiques,...). La réponse apportée par cette connaissance prend la forme d'une information comme celle qui peut être fournie par une banque de données ou un expert. La résolution transite par la découverte des sources d'informations appropriées et l'établissement d'une communication de type physique permettant un échange d'information. L'apprentissage se fait donc par l'information.

Pour les innovations de produits les connaissances factuelles à obtenir seraient à la fois de type technique (spécification des produits,...) et socio-économique (afin de mieux cerner le marché potentiel). En dehors de l'interrogation pure et simple des bases de données, les compétences d'interface externes des innovateurs de produits en direction des utilisateurs et plus particulièrement des concurrents constitueraient des vecteurs privilégiés pour l'acquisition de ce type de connaissances.

Pour les innovations de procédés les connaissances factuelles porteraient presque exclusivement sur des

domaines techniques. Hormis l'interrogation de bases de données préexistantes, leur principale source de connaissances factuelles serait le développement d'interfaces avec les fournisseurs dans la mesure où l'interface avec les concurrents (l'imitation) est difficilement envisageable compte tenu du secret qui pèse sur l'exploitation des procédés.

b. Le 'know why' ou connaissance scientifique

Le 'know why' (en général scientifique) fait référence à la mise en évidence d'une causalité. La réponse à cette question est une explication commençant par 'parce que, ..'. La résolution transite par la découverte de schémas explicatifs. L'apprentissage se fait donc par la compréhension.

Pour les innovations de produits les savoirs scientifiques interviendraient en tant que moyens pour construire de nouveaux objets techniques. Les sciences sociales seraient aussi mobilisées afin de mieux comprendre les comportements des utilisateurs et de mieux gérer les interactions entre agents hétérogènes.

Pour les innovations de procédés les sciences 'dures' seraient principalement mobilisées. Les sciences humaines auraient un rôle très secondaire (principalement par l'ergonomie, lorsque les procédés soulèvent des problèmes organisationnels importants et surtout pour l'établissement de codes communs).

Si les innovateurs de produits sont susceptibles de mobiliser simultanément deux types de connaissances scientifiques (sciences humaines et sciences de la nature) alors que les innovateurs de procédés mobiliseraient plutôt les sciences de la nature, rien ne permet *a priori* de supposer globalement une dépendance plus importante des innovateurs de produits que de procédés vis à vis des connaissances scientifiques. En revanche, ainsi que le soulignent certains travaux empiriques mentionnés dans le chapitre I (Pavitt [1984], Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987], en particulier) les opportunités d'origine scientifique bénéficieraient sans doute autant aux comportements innovants de produits que de procédés, de sorte que finalement les connaissances scientifiques favoriseraient l'émergence de comportements innovants de produits & procédés.

c. Le 'know who (when and where)' ou connaissance sociétale

Le

'know who (when and where)'

est lié à la connaissance de son environnement socio-économique. Il se construit à partir d'apprentissages par l'interaction entre agents (learning by interacting).

'It is not a question of knowing that person A is the director of firm B – this would include in know-what, but to know who knows and can do what'

(Lundvall et Johnson [1994], p.28). La réponse à cette question transite par le développement de représentations mentales et de structures d'échange d'information entre acteurs^{note61}. A ce titre, ainsi que le notent Cohendet et Llerena [1999], p.219 cette connaissance sociétale peut être rapprochée de la notion de 'connaissance collective' 'incorporées qui résident dans les routines' et des connaissances 'enculturées qui résultent du processus d'acquisition d'une compréhension partagée'.

Pour les innovations de produits et plus particulièrement de produits & procédés le développement de ce type de connaissance semble crucial aussi bien en externe qu'en interne.

- En externe

'l'interaction utilisateurs–producteurs'

serait essentielle (Lundvall [1988]). Le développement d'une telle interaction n'est possible que si des 'infrastructures' et des 'codes' de communication sont créés au travers d'interactions récurrentes (

'learning by interacting'

). Il faut donc non seulement trouver les partenaires adéquats (Von Hippel [1982]) mais aussi établir une communication efficace qui transite précisément par le développement de connaissances sociétales (Lundvall [1988]).

-

En interne, plus spécialement dans le cadre de l'innovation de produit & procédé, il faut parvenir à faire coopérer des agents hétérogènes appartenant à des unités différentes (disposant de référents culturels très disparates) et dont par ailleurs on entretient volontairement la diversité afin de stimuler leur réceptivité aux opportunités externes^{note62}.

Pour les innovations de procédés ce type de connaissance ne serait pas aussi crucial que pour le développement d'innovations de produits et de produits & procédés. En effet, ainsi que l'a par exemple montré Von Hippel (Von Hippel [1976], Von Hippel [1977]), initialement les firmes utilisatrices développent souvent elles-mêmes les procédés dont elles ont besoin. Elles sont souvent les premières à prendre conscience de leur utilité sans attendre l'apparition de nouveaux produits en provenance des fournisseurs. L'interface avec les fournisseurs imposerait donc essentiellement des contraintes techniques liées à d'éventuelles complémentarités entre l'innovation à développer et les inputs à utiliser. En interne, les interfaces en vue de l'innovation de procédé présenteraient un challenge moins important que pour le développement de nouveaux produits ou produits & procédés dans la mesure où les innovations de procédés même radicales peuvent parfaitement laisser inchangées les caractéristiques du produit du point de vue du consommateur et donc ne pas nécessiter la participation du marketing à l'opération.

d. Le 'know how' ou savoir-faire

Le '*know how*' est lié à la connaissance de l'acte pratique et à l'aptitude à le réaliser concrètement. La résolution du problème du 'comment faire ?' transite par l'acquisition d'expériences concrètes 'pratiques' : l'apprentissage se fait par la pratique. Implicitement, l'apparition d'un savoir-faire suppose l'écoulement du temps (temps naturel ou temps économique^{note63} selon les cas) sans qu'il en soit pour autant la cause directe. Sa genèse est plutôt liée à la répétition des mêmes opérations.

Pour les innovations de produits le savoir-faire aurait deux origines bien distinctes. L'une serait liée à la conception technique de nouveaux produits qui nous renvoie explicitement à une approche en termes d'apprentissage par la pratique. L'autre porterait sur l'expérience concrète du management des nouveaux produits et des interactions internes et externes entre agents hétérogènes qui sont nous l'avons vu nécessaires pour l'aboutissement technique et commercial du nouveau produit. Dans ce second cas il s'agirait en quelque sorte d'un savoir-faire organisationnel acquis par apprentissage par l'interaction qui s'apparenterait ainsi plutôt à de la connaissance sociétale (cf. supra).

Pour les innovations de procédés le savoir-faire aurait deux principales origines. Comme dans le cas des produits la première source de savoir-faire serait liée à l'expérience de la conception des nouveaux procédés tandis que la seconde correspondrait aux apprentissages par la pratique et par l'utilisation qui émergent sur les lieux de production. Le référent temporel serait de fait celui de la production. Ce référent semble d'autant plus clair pour les innovations de procédés que ces dernières ne s'amortissent qu'avec la production cumulée.

Comparativement aux autres innovateurs, les innovateurs de procédés exploiteraient plus intensivement ce type de connaissance.

Ces différentes remarques peuvent être synthétisées à l'aide de deux tableaux. Le Tableau 9 met en parallèle la nature des connaissances technologiques avec les types de comportements innovants. Le Tableau 10 fournit une indication de l'intensité avec laquelle chacun des trois types de comportement innovant est supposé exploiter ces différentes formes de connaissances technologiques.

Tableau 9 : La nature des connaissances technologiques sous-jacentes aux comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés

	PRODUITS	PROCEDES	PRODUITS & PROCEDES	
Diversité des connaissances	<i>Forte diversité</i>	<i>Faible diversité</i>	<i>Compromis entre forte diversité et création d'un langage commun</i>	
Nature des connaissances	Factuelles 'Know what'	Technique Socio-économique	Technique	Technique Socio-économique
	Scientifiques 'Know why'	Sciences 'dures' Sciences humaines	Sciences 'dures' Ergonomie	La science en général
	Sociétales 'Know who'	Interface Externe Interface Interne (R et D-marketing)	Interface Interne (R et D-production)	Interface Externe Interface Interne (R et D-production + R et D-marketing)
	Pratiques 'Know how'	Savoir-faire technique (pour la conception du produit)	Savoir-faire technique (pour la conception du procédé et lors de son exploitation)	Savoir-faire technique (pour la conception du produit et du procédé. Lors de l'exploitation du procédé)

Nb. : Les savoir-faire interactionnels peuvent en fait être assimilés à des connaissances sociétales.

Tableau 10 : Intensité du recours aux différents formes de connaissances en fonction des types de comportements innovants

Type de comportement innovant	Nature des connaissances			
	Factuelles 'Know what'	Scientifiques 'Know why'	Sociétales 'Know who'	Pratiques 'Know how'
Produits	+	=	+	-
Procédés	-	=	-	+
Produits & procédés	+	+	++	++

Conclusions

Le fait de soulever des questions de type différent (sur les *fins* ou sur les *moyens*) n'induirait pas l'émergence de processus de résolution de problèmes identiques : les lieux de recherche et de mise en oeuvre des solutions ainsi que le degré et la nature de l'incertitude varieraient fortement. Pour surmonter ces différentes contraintes les firmes devraient disposer de compétences particulières qui les amèneraient à exploiter et à développer des connaissances technologiques (et plus largement économiques) de natures très variées :

-

Dans le cas des innovations de produits et surtout de produits & procédés les connaissances technologiques critiques seraient essentiellement liées au développement de capacités d'interactions internes et externes ainsi que de gestion du ' *trade-off inward looking outward looking* '. Ceci se traduirait par l'importance primordiale des connaissances de nature sociétale.

-

Dans le cas des innovations de procédés les savoirs mobilisés seraient en revanche essentiellement techniques et concerneraient principalement l'interaction interne au sein de groupes humains plus homogènes (la production et la R et D). De fait, les connaissances impliquées dans ce type de comportement innovant seraient essentiellement de nature pratique (savoir-faire).

Section 3 : Attributs des connaissances technologiques et persistance des comportements innovants

Nous sommes parvenus à montrer dans la section précédente que la résolution des questions sur les fins et sur les moyens reposait sur le développement de compétences particulières ainsi que sur l'exploitation de connaissances technologiques de natures spécifiques. Nous désirons à présent développer l'idée selon laquelle les connaissances technologiques mobilisées pour la résolution de ces questions ne manifestent pas non plus les mêmes attributs^{note64}. Le fait d'exploiter des connaissances aux attributs spécifiques serait susceptible d'expliquer l'existence de trajectoires technologiques caractéristiques des comportements innovants de produits de procédés et de produits & procédés. Ceci se traduirait principalement par des différences de niveaux de persistance dans l'innovation.

§ 1 : Les attributs des connaissances technologiques relatives aux produits et aux procédés

Dans un premier temps nous procéderons à un rappel des principales taxonomies existantes pour l'étude des attributs des connaissances technologiques. Réexploitant la classification des connaissances technologiques développées par Lundvall et Johnson [1994] nous proposerons d'établir une correspondance entre d'une part la nature des connaissances technologiques mobilisées et, d'autre part leurs attributs. La synthèse de ces différents éléments nous permettra finalement de mettre en évidence des '*profils types*' respectivement associés aux comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés .

a. Les principaux attributs des connaissances technologiques

Traditionnellement le progrès technologique s'assimile à

'une amélioration des instructions qui servent à combiner entre eux les matériaux'

(Romer [1990], p.72). Ce progrès est supposé gratuitement mis à disposition d'agents économiques qui évoluent dans un univers dépourvu d'incertitude. Les connaissances technologiques qui composent le progrès technologique se caractériseraient alors par différents attributs très proches de ceux de **l'information** à la différence près que ces connaissances technologiques seraient **par hypothèse cumulatives** (Romer [1990], pp.73-74 ; Guellec et Ralle [1995], pp.65-66). Trois principaux attributs sont ainsi évoqués :

-

Non-exclusivité : on ne peut pas s'approprier la connaissance ; elle se diffuse sans coûts dans l'économie, même involontairement, vers les concurrents ou par le biais des complémentarités techniques entre industries apparentées (

'cross industries spill-over'

) qui profitent chacune du progrès de l'autre. Des dépenses de recherches sont donc impensables puisque aucun agent ne peut s'en approprier les résultats ni en tirer une rente qui puisse les financer (Romer [1986], p.1016).

-

Non-rivalité : son utilisation simultanée par divers individus est concevable, elle n'entame pas non plus ses qualités.

-

cumulativité : les progrès futurs se fondent sur ceux passés, il y a complémentarité dans le temps des savoirs. Cette hypothèse dispense les auteurs d'examiner plus en détail les phénomènes d'apprentissage qui définissent l'ampleur des complémentarités et les moyens de son exploitation.

A l'opposé, dans une conception évolutionniste les attributs de la connaissance technologique sont définis selon trois oppositions fondamentales (Dosi [1988]a) auxquelles Saviotti [1996] propose d'ajouter une quatrième dimension (voir Figure 9) :

-

Premièrement la connaissance peut avoir un champ d'application **général**, ou au contraire **local**. La distinction entre ces deux attributs se fonde donc sur l'étendue des problèmes potentiellement solubles grâce à l'emploi des connaissances considérées.

-

En second lieu tantôt la connaissance peut faire l'objet d'une présentation **formelle** (ou codifiée) tantôt c'est impossible : on parle alors de connaissances **tacites** qui sont le plus souvent à caractère organisationnel (le savoir coopérer, savoir-faire,... : Lundvall [1994]) et ne peuvent être partagées que sur la base d'une expérience commune des individus (Dosi [1988], p.1126).

-

Troisièmement, la connaissance peut soit être à caractère **public** (accessible à tous) ou au contraire à caractère **privé** (en propre) du fait d'une diffusion impossible ou difficile (coût, temps, protection légale, ...).

-

Finalement, Saviotti [1996], propose de distinguer les connaissances **spécifiques** de celles **non-spécifiques** selon que l'efficacité de leur emploi est plus ou moins fortement liée au contexte qui a présidé à leur développement.

Figure 9 : Une typologie des attributs des connaissances technologiques

Générales

Enquête Innovation

Locales

E.A.E. 1990

X. L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'INDUSTRIE

NOM (ou raison sociale) : _____ Le correspondant habituel de SESSI dans votre entreprise : _____

n° de téléphone : _____

CETTE PARTIE EST A REMPLIR PAR UNE PERSONNE RESPONSABLE DES QUESTIONS D'INNOVATION, DE DEVELOPPEMENT, DE STRATEGIE, OU PAR LE CHEF D'ENTREPRISE LUXEMBOISE.

Nom de la personne ayant rempli le questionnaire : _____ n° de téléphone : _____

PRIERE DE NE PAS OMETTRE DE RENVoyer CE DOCUMENT AVEC L'ENSEMBLE DU QUESTIONNAIRE DE L'EAE 1990

Cette enquête vise à étudier les innovations de produits (produits nouveaux ou produits anciens sensiblement améliorés) et les innovations de procédés (nouvelles techniques de production).

Un produit est considéré comme technologiquement innovant s'il donne lieu à la création d'un nouveau marché ou s'il peut se distinguer substantiellement de produits précédemment fabriqués, d'un point de vue technologique ou par les prestations rendues à l'utilisateur. Ne sont pas concernées les innovations de nature purement esthétique ou de style (design); en revanche sont concernées, mais isolées, les innovations de conditionnement ou d'emballage.

Un procédé est considéré comme technologiquement innovant quand il met en oeuvre de nouvelles techniques, pour la production de produits innovants, mais aussi pour la production de produits déjà existants dans la gamme de l'entreprise.

MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

SESSI

85 BD DU MONTPARNASSE

75270 PARIS CEDEX 06

Pour toutes questions concernant cette partie, contactez :

LES PRODUITS CONCERNES SONT CEUX FABRIQUES PAR L'ENTREPRISE ELLE-MEME SONT EXCLUS LES PRODUITS NE DONNANT LIEU A AUCUNE INTERVENTION DE PRODUCTION

(Pour répondre au questionnaire, veuillez cocher le chiffre correspondant à la réponse adéquate)

DANS LES CINQ DERNIERES ANNEES (ENTRE LE 1ER JANVIER 1986 ET LE 31 DECEMBRE 1990) L'ENTREPRISE A :

INNOVATION DE PRODUITS

amélioré substantiellement du point de vue technologique des produits existants U7 oui [2] non [1]

introduit sur le marché des produits nouveaux technologiquement innovants (non compris au titre du conditionnement) :

* produits nouveaux pour le marché U2 oui [2] non [1]

* produits nouveaux pour l'entreprise mais déjà existants sur le marché U3 oui [2] non [1]

INNOVATION DE PROCÉDÉS

réalisé des "premières" de procédés technologiques U6 oui [2] non [1]

amélioré substantiellement du point de vue technologique des procédés de production U5 oui [2] non [1]

INNOVATION DE CONDITIONNEMENT

créé ou amélioré substantiellement du point de vue technologique des modes de conditionnement U6 oui [2] non [1]

AUTRES TYPES D'INNOVATIONS

introduit de substantielles innovations organisationnelles liées à l'innovation technologique U7 oui [2] non [1]

introduit de substantielles innovations commerciales U8 oui [2] non [1]

Si vous avez répondu "non" à toutes les rubriques, veuillez répondre aux questions 4 et 6, sinon, veuillez compléter intégralement le verso.

Formelles ↔

Publiques ↔

Spécifiques ↔

Tacites

Privées

Non spécifiques

Source : Saviotti [1996], p.171

Ces différentes dimensions de la connaissance technologique ne sont pas orthogonales. Par exemple, une connaissance technologique sera d'autant plus privée qu'elle est spécifique locale et tacite. On notera que l'opposition public / privé s'inscrit directement dans les débats sur l'appropriation. Cette dimension n'est pas totalement réductible à une combinaison des autres dimensions du simple fait qu'il existe un système légal de droits de propriété dont les règles sont fixées de manière relativement exogène.

Réexploitant cette typologie, il est possible de montrer que les connaissances technologiques qui accompagnent le développement des innovations de produits et de procédés ne présentent pas les mêmes attributs.

b. Les différents attributs des connaissances technologiques intervenant dans le développement des innovations de produits et de procédés

Dans la section précédente nous avons employé la typologie de Lundvall et Johnson [1994] qui distingue les connaissances en fonction de leur nature : le 'know what', le 'know why', le 'know who (when and where)', le

b. Les différents attributs des connaissances technologiques intervenant dans le développement des innovations de produits et de procédés

'know how'. Nous avons alors montré que chacune de ces formes de connaissance intervenait différemment dans le développement des innovations de produits et de procédés Or, ainsi que le suggèrent ces auteurs, ces connaissances présentent aussi des attributs variés qui sont plus ou moins magnifiés selon le type d'innovation considéré.

Le 'know what' ou connaissance factuelle

Le 'know what', serait essentiellement composé d'*informations* au sens littéral du terme, caractérisées par leur non-rivalité, leur non appropriabilité (en l'absence de tout système juridique de protection). En référence à la typologie de Dosi [1988], nous pouvons dire que cette connaissance n'est ni tacite ni en principe appropriable. Pour toutes les firmes d'un même secteur l'accès à ce type de connaissances est réputé facile et identique. Son développement au sein de certaines firmes serait donc porteur d'importantes externalités. Nous supposons ainsi que sa production intentionnelle est essentiellement assurée par des institutions publiques. Les obstacles à son **obtention** seraient principalement d'ordre financier s'il faut l'acheter, investir pour la créer / collecter / l'acheminer sachant que l'appropriation des résultats pose problème. L'accès des plus petites firmes à ce type d'information peut donc être limité. Les connaissances pouvant faire l'objet d'*une veille dite technologique ou stratégique* seront incluses dans cette catégorie.

-

Dans le cas des produits cette information aura des origines publiques (chambres de commerce, chambres d'industries,...) ou privées externes (organismes de conseils, d'études de marché,...) / privées internes (veille produits, veille consommation,...). Son contenu sera à la fois technique, socio-économique et marketing. Ainsi que nous l'avons noté dans le chapitre I, les conditions de secret pour les innovations de produits sont particulièrement défavorables (tant en ce qui concerne le développement du projet que les opérations de production). Les imitateurs et les innovateurs potentiels peuvent alors disposer de grandes quantités de savoirs factuels à moindre coût (*via* notamment le 'reverse engineering').

-

Pour les procédés cette information peut être à caractère public (chambres de commerce, chambres d'industries,...) ou privé externe (organismes de conseil technique,...) / privé interne (veille technologique sur les procédés,...). Son contenu sera essentiellement technique. Compte tenu de l'efficacité du secret comme moyen d'appropriation pour les procédés on notera que les coûts de la veille technologique en la matière sont sensiblement plus importants que ceux de la veille sur les produits (Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987]). L'exploitation de savoirs factuels en provenance de l'industrie elle-même serait donc moins facile que dans le cas de l'innovation de produit (i.e. les externalités intra-industrielles seraient moins importantes).

Le 'know why' ou connaissance scientifique

Le 'know why' correspond aussi à de l'*information* comme le 'know what', à la différence près qu'il doit faire l'objet d'une procédure d'assimilation particulière (i.e. sa structure causale doit être comprise) et que dans la majorité des cas il est universel. Son développement est essentiellement assuré par des organismes publics de recherche compte tenu de son caractère public. La véritable assimilation de ce type de savoir se fait grâce à du personnel qualifié et permet son redéploiement opportun lorsque le contexte s'y prête. Le capital humain se présente alors comme un facteur complémentaire du 'know why'. A condition de bénéficier des ressources humaines nécessaires, toutes les firmes sont supposées bénéficier d'un accès équivalent à ce type de connaissance.

- Dans le cas des produits la connaissance scientifique porte soit sur les principes techniques qui sous-tendent le développement de nouveaux produits, soit sur la compréhension des mécanismes socio-économiques qui expliquent les comportements des utilisateurs. Lorsqu'elle concerne les utilisateurs, cette connaissance provient soit de sources publiques (universités, chambre de commerce et d'industrie,...), soit d'organismes privés externes (conseil en marketing) / internes (recherche en produit). Cette activité de modélisation du comportement du consommateur a un faible pouvoir prédictif qui résulte des limites des sciences sociales en la matière. Le *caractère général* de ces savoirs est donc limité. En interne, les principes de sciences de gestion et de management qui régissent l'organisation des tâches relatives au développement de nouveaux produits ne sont pas non plus universels. Comme la plupart des problèmes organisationnels les solutions présentent un caractère local marqué (Nelson et Winter [1982]).

-

Dans le cas des innovations de procédés, les connaissances scientifiques qui interviennent dans leur élaboration ont par contre un caractère universel beaucoup plus marqué. L'essentiel d'entre elles se rattache en effet aux '*sciences dures*' dont le pouvoir prédictif est plus important que celui des sciences humaines. L'usage de ce type de savoir peut donc servir d'outil efficace pour la résolution des problèmes rencontrés dans le cadre des questions sur les moyens à mettre en oeuvre. Dans certains cas néanmoins, l'innovation de procédé prend une dimension sociale plus marquée lorsqu'elle implique des *changements organisationnels*. La résolution des problèmes liés à ce dernier type d'innovation passerait par la mobilisation du corps des savoirs issus de la recherche en sciences sociales. Nous supposons cependant que ces innovations organisationnelles sont beaucoup plus rares^{note66}.

Le 'know who' ou connaissance sociétale

Par contraste aux deux précédentes formes de savoir le know who est par nature beaucoup plus tacite, privé et spécifique compte tenu sa dimension subjective. Il présenterait par ailleurs un certain niveau de généralité dans la mesure où il n'est pas spécifiquement attaché à des objets techniques mais à des configurations socio-économiques. En effet, il repose sur le développement *d'interactions particulières* entre agents économiques à l'issue desquelles émerge une découverte, une compréhension mutuelle et une représentation de son environnement économique. Ceci permet alors d'expliquer la *spécificité* de ce type de connaissances technologiques dont la mobilisation effective dépend des structures et des contextes humains et organisationnels qui ont présidé à leur développement.

-

Dans le cadre des produits ce savoir est essentiel. En interne il permet d'assurer la mise en cohérence entre le marketing et la R et D. En externe c'est lui plutôt qu'une compréhension '*scientifique*' du comportement du consommateur qui va permettre aux producteurs de cerner les besoins des consommateurs potentiels^{note67} et aux utilisateurs d'identifier les fournisseurs susceptibles d'industrialiser, d'améliorer et de commercialiser leurs innovations de procédés (Von Hippel [1977], Von Hippel [1982], Lundvall [1988]). L'apprentissage par l'interaction serait le moteur de cette connaissance sociétale de sorte qu'elle ne se rattacherait pas spécifiquement à des objets techniques (un nouveau produit) mais plutôt à des contextes organisationnels et socio-économiques. Cette connaissance serait donc spécifique à un contexte mais potentiellement réexploitable en direction de différents projets sollicitant les mêmes acteurs lui conférant ainsi un certain degré de généralité. En tout état de cause ces connaissances seraient difficilement codifiables et, en cas de codification, leur spécificité assurerait malgré tout un caractère privé durable.

- Dans le cas des procédés ce type de savoir n'est pas aussi crucial, ainsi que nous l'avons expliqué dans la section précédente. En effet, non seulement les interfaces mobilisées pour l'innovation de procédé sont essentiellement internes mais ils mobilisent des agents relativement homogènes du point de vue de leurs codes de communication de sorte que l'apprentissage par l'interaction revêt sans doute un caractère secondaire.

Le 'know how' ou savoir-faire

Le 'know how' est essentiellement tacite, privé et local.

-

Pour les innovations de produits ce type de connaissance porterait essentiellement sur les procédures techniques de conception des nouveaux produits. Son importance serait marginale par rapport au cas des procédés.

-

Pour les innovations de procédés le *savoir-faire* serait par contre essentiel. Il proviendrait à la fois de l'apprentissage de la conception de nouveaux procédés mais aussi d'apprentissages par la pratique et par l'utilisation. Il serait donc étroitement lié à des objets techniques (innovations de procédés) qui leur imposeraient de fait un caractère local plus marqué que les connaissances sociétales associées à l'innovation de produits. Dans la mesure où il serait plus facile de codifier un savoir-faire technique que de codifier une connaissance sociétale nous supposons que le caractère tacite des savoir-faire qui accompagnent les innovations de procédés est moins affirmé que celui des connaissances sociétales associés aux innovations de produits. Malgré cette plus forte codifiabilité des savoir-faire techniques liés à l'innovation de procédé l'opportunité de les garder secrets permettrait de leur assurer une dimension privée marquée. De fait, les innovations de procédés se fonderaient sur des savoir-faire techniques par nature moins tacites, moins spécifiques mais plus localisés et que les connaissances sociétales associées aux comportements innovants de produits.

c. Synthèse

Le Tableau 11 synthétise l'ensemble des éléments précédemment évoqués relatifs à la nature et aux attributs des connaissances impliquées dans les processus de résolution de problème associés à l'émergence d'innovations de produits et de procédés.

Tableau 11 : Nature et attribut des connaissances technologiques sous-jacentes aux comportements innovants de produits et de procédés

Nature des connaissances	PRODUITS	PROCEDES		PRODUITS & PROCEDES	
	<i>Faible diversité</i>	<i>Forte diversité</i>		<i>Trade-off</i>	
	Origine	ATTRIBUTS	Origine	ATTRIBUTS	Origine
'Know what' factuelles	Techniques Socio-économiques	Public Secret difficile (forte diffusion)	Technique Public Secret possible (faible diffusion)	Techniques Socio-économiques	Public Secret possible pour la composante procédé
'Know why' scientifiques	Sciences 'dures' Sciences humaines	Général 'Contextuel'	Sciences 'dures'	Sciences 'dures' Sciences	Général 'Contextuel'

					humaines	
'Know who' sociétales	Interface Interne Interface Externe	Tacite Privé Spécifique Redéployable d'un point de vue technique (général) Codification impossible	Interface Interne	Caractères tacite et privé moins développés .	Interface Interne Interface Externe	Tacite Privé Spécifique Redéployable d'un point de vue technique (général) Codification impossible
'Know how' pratiques	Savoir-faire de conception	Tacite Privé Champ d'application restreint (local) Codification possible	Savoir-faire de conception et de production d'application restreint (local) Codification possible	Tacite Privé Champ d'application restreint (local) Codification possible	Savoir-faire de conception et de production	Tacite Privé Champ d'application restreint (local) Codification possible

Le développement des innovations de produits s'appuierait sur :

-

Une exploitation intensive de connaissances factuelles (en provenance des concurrents notamment) dont le principal attribut est leur *faible appropriabilité*. En effet, compte tenu d'une mise en oeuvre externe des innovations de produits l'identification des caractéristiques techniques de l'innovation et des cibles commerciales visées par les concurrents seraient particulièrement aisée.

-

Une exploitation intensive de connaissances sociétales complexes marquées par leur caractère tacite, privé, spécifique mais potentiellement *redéployables* pour la conception de nouveaux objets techniques si tant est que les contextes organisationnels et socio-économiques demeurent stables.

Le développement des innovations de procédés se distinguerait par : une exploitation intensive de savoir-faire 'techniques' *tacites* et *privés* qui seraient néanmoins par nature plus facilement *codifiables* (et donc plus difficile à garder privés) que les connaissances sociétales qui sous-tendent l'innovation de produit. Le redéploiement en direction de nouveaux objets techniques de ces savoir-faire serait aussi plus difficile (*caractère local affirmé*) que dans le cas des innovations de produits.

Le développement d'innovations de produits & procédés se démarquerait par :

-

La mixité des connaissances factuelles à obtenir (techniques et socio-économiques) qui dans les deux cas présentent une faible appropriabilité.

-

L'importance des connaissances sociétales pour gérer simultanément les interfaces externes mais aussi internes entre la R et D et le marketing et entre la R et D et la production, qui de toute évidence sont fortement appropriables et redéployables.

- L'exploitation de connaissances pratiques techniques issues de milieux très différents (la conception des produits, la conception des procédés et la production) qui présentent un caractère tacite privé et local affirmé.

Les attributs que nous venons d'étudier font essentiellement référence à un instant donné du temps. Comme nous allons à présent le montrer, ils définissent les conditions dans lesquelles se structurent les complémentarités inter-temporelles entre les comportements innovants. De fait, ils vont pouvoir nous renseigner sur les modalités qui régissent les processus d'accumulation technologique et qui contribuent à l'émergence de trajectoires technologiques typiques.

§ 2 : Trajectoire technologique et persistance des comportements innovants

La théorie évolutionniste établit un lien étroit entre d'une part la nature et les attributs des connaissances technologiques et, d'autre part, l'évolution temporelle des comportements innovants. Cette analyse a été développée autour du concept de '*trajectoire technologique*' et de la notion plus empirique de persistance (a). Cette approche du changement en Economie peut être fructueusement appliquée au cas des innovations de produits, de procédés et de produits & procédés (b). Il serait alors possible de montrer que l'accumulation des connaissances technologiques relatives aux produits et aux procédés ne s'opère pas selon les mêmes règles ce qui se traduirait empiriquement par des différences dans le degré de persistance (c).

a. Théorie évolutionniste de l'accumulation technologique : le concept de trajectoire technologique.

Ainsi que le soulignent les travaux évolutionnistes, la façon dont le progrès technologique (et plus particulièrement son évolution temporelle au sein des firmes) doit être modélisée est largement contrainte par la prise en compte :

1.
De l'incertitude qui pèse sur les processus de résolution de problème.
2.
Des processus psychologiques et collectifs d'apprentissages (Cohen et Levinthal [1990]).
3.
Du caractère tacite, local, spécifique et privé d'une part non négligeable des connaissances technologiques.

Selon l'importance du rôle joué par les connaissances tacites, locales et privées dans la base de connaissances^{note69} de chaque firme (Nelson et Winter [1982], p.80), le progrès technologique ne va plus pouvoir s'interpréter comme une translation de l'ensemble de la fonction de production de l'industrie mais va présenter un caractère local dans l'espace des technologies / produits (Dosi [1988], p.1143) et spécifique à chaque firme ('*firm specific*')^{note70}.

1.
Le progrès technologique est **spécifique à chaque firme** dans la mesure où les processus d'amélioration technologique se fondent sur les *bases de connaissances* que détiennent en privé les agents innovants de la firme et pas simplement sur l'exploitation de ressources technologiques publiques. Ces bases de connaissances dépendent des compétences, des routines et des représentations

en place dans la firme mais aussi des propriétés intrinsèques de la technologie utilisée, faisant par-là référence à la fois 'au nombre et aux types de connaissances scientifiques fondamentales et appliquées utiles pour l'activité innovatrice, ainsi qu'au caractère tacite ou codifié, simple ou compliqué, spécialisé ou général de la connaissance qui sous-tend l'innovation dans une industrie' (Malerba et Orsenigo [1995], p.48-49).

2.

Le progrès technologique est dans une certaine mesure **irréversible**. En effet, si une firme désire changer de combinaisons productive, la connaissance tacite et spécifique associée à son ancienne combinaison peut être considérée comme un coût irrécouvrable qui dissuade de la mobilité. La connaissance tacite produite par les autres firmes autour de leurs propres combinaisons productives peut quant à elle être assimilée à une barrière à l'entrée. La firme qui veut changer de combinaisons productive rencontre donc deux obstacles majeurs : des coûts irrécouvrables et des barrières à l'entrée d'autant plus élevés que les connaissances nécessaires à la production sont tacites et appropriables.

3.

Le progrès technologique est **cumulatif** du fait que compte tenu de l'incertitude qui pèse sur les choix innovateurs et du caractère local des connaissances acquises (en particulier des savoir-faire techniques), les firmes ont intérêt à mener leurs recherches à proximité de ce qu'elles maîtrisent déjà : les ' *prior related knowledge* 'note71 sont donc essentiels (Cohen et Levinthal [1990]). ' *Toutes choses égales par ailleurs, le progrès technologique devient plus facile dans cette direction [(celle initialement choisie par la firme)] que dans les autres. Par la suite, [...] les agents vont continuer à investir cette direction de recherche ce qui va encore renforcer les connaissances spécifiques et les qualifications. Cela aboutit à l'apparition de rendements d'échelle dynamiques le long de trajectoires spécifiques qui canalisent aussi la réponse apportée aux incitations à innover de l'environnement.* ' (Dosi [1988], p.1143). Le caractère cumulatif du changement technologique traduit donc l'idée selon laquelle le changement technologique est largement auto-renforcé.

Les comportements technologiques des firmes présentent donc ce qui est habituellement désigné comme une forte **dépendance face au sentier** de sorte qu'au niveau micro-économique le changement technologique va se présenter comme un processus temporel, séquentiel et local de décision en univers d'incertitude à caractère non déterministe note72 (Gaffard [1988], p.7, Le Bas [1991], p.162 Nelson [1995]). A chaque instant du temps, ce n'est pas un spectre illimité de possibilités qui va s'offrir à l'innovateur mais un nombre restreint de choix qui dépendent étroitement de la succession historique des décisions antérieurement adoptées (Cohen et Levinthal [1990]). Dans cette perspective les connaissances intervenant dans le développement du changement technologique n'ont plus le simple statut d'input du système productif, elles revêtent au contraire une rôle actif dans la production des technologies futures : *la technologie est produite à partir d'elle-même et en cela son apparition obéit à des mécanismes bien précis.*

La théorie évolutionniste parvient ainsi à mettre en évidence l'existence entre firmes d'une forte diversité comportementale qui est directement corrélée aux conditions d'apparition et de développement de la variété technologique de telle sorte que pour chaque firme il est *a posteriori* possible d'identifier une '*trajectoire technologique*'. Celle-ci synthétise des éléments aussi bien organisationnels que cognitifs ou purement techniques. Cette trajectoire représente la façon dont la firme a accumulé des connaissances technologiques dans le temps. Parvenir à montrer que les firmes initialement innovantes en produits, en procédés ou en produits & procédés évoluent le long de trajectoires spécifiques indiquerait alors pour nous que dans chacun des cas 'la production de la technologie par elle-même' ne se fait pas selon les mêmes règles i.e. que les apprentissages ne sont pas de même ampleur ou de même nature.

D'un point de vue empirique ce concept de trajectoire technologique a souvent été associé à la notion de 'persistance' des comportements innovant (Cefis [1996], Malerba, Orsenigo et Peretto [1997], Geroski, Van Reenen et Walters [1997], Cefis [1999], Malerba et Orsenigo [1999], Le Bas, Cabagnols et Gay [2000]). En

effet, plus les caractères spécifique et cumulatifs du changement technologique sont marqués et plus les firmes sont susceptibles d'innover sur de longues périodes de temps (i.e. persister). L'impact de l'irréversibilité sur la persistance serait en revanche négatif puisqu'elle compromet les capacités des firmes à exploiter de nouvelles opportunités et donc altère leurs aptitude à continuer d'innover en cas d'évolution de radicale.

b. Trajectoires technologiques et persistance des comportements d'innovation de produits et de procédés

Etant donné les trois critères précédemment utilisés pour caractériser les trajectoires technologiques (spécificité, irréversibilité, cumulativité) notre objectif est de présenter les facteurs susceptibles d'expliquer l'existence de trajectoires technologiques distinctes pour les innovateurs de produits, procédés, et produits & procédés. A cet effet, nous utiliserons les résultats synthétisés dans le Tableau 11. Nous prendrons soin de distinguer la dimension purement technique de l'innovation de celle organisationnelle.

Le caractère 'firm specific' du progrès technologique

Trois types de connaissances technologiques renforcent le caractère 'firm specific' du progrès technologique :

- Le know who pour l'innovation de produit et surtout de produits & procédés (du fait de l'importance des interfaces internes et externes).
- Le know-how pour les innovation de produits et surtout de procédés.
- Le know what pour l'innovation de procédé (du fait du secret).

On note immédiatement que le caractère 'firm specific' du progrès technologique induit par le know how ne survit pas à une codification (qui le transforme en connaissance factuelle) et l'expose ainsi à une divulgation rapide lorsque le secret est rompu. Le know what quant à lui est particulièrement sensible à la divulgation. *In fine* les savoir-faire et les savoirs factuels secrets sont ainsi susceptibles d'être imités et de perdre leur caractère 'firm specific'. En revanche, dans le cas du *know who* aucune codification véritable ne semble envisageable de sorte que leur caractère *firm specific* est susceptible de perdurer.

Dans leur dimension technique les connaissances technologiques intervenant dans l'innovation de produit seraient nettement moins 'firm specific' que celles liées aux innovations de procédés du fait de la faible efficacité du secret. En revanche, dans leur dimension organisationnelle les connaissances technologiques impliquées dans l'apparition des innovations de produits présenteraient un caractère *firm specific* plus marqué que dans le cas de l'innovation de procédé compte tenu de l'importance du *know who* dans leur développement.

L'irréversibilité des choix technologiques

D'un point de vue technique les opportunités d'imitation plus importante du côté des produits que des procédés et le rôle particulier des connaissances factuelles impliqueraient une plus faible irréversibilité des choix technologiques relatifs aux produits que de ceux liés aux procédés. De plus, le *know who* intervenant dans le développement des comportements innovants de produits et de produits & procédés ne ferait pas directement référence à des objets techniques mais à des savoirs organisationnels. Ce type de connaissance suivrait donc une logique de développement partiellement indépendante de celle des objets techniques qu'elle

contribue à faire émerger. Ceci lui conférerait une certaine *flexibilité* du point de vue de son champ d'application technique rendant donc son redéploiement plus facile. Par ailleurs, ainsi que nous l'avons montré à partir des travaux de Cohen et Levinthal [1990], le développement d'innovations de produits et de produits & procédés implique de surmonter un '*trade-off inward looking outward looking*'. Pour ce faire la firme doit assurer le développement concomitant de connaissances pointues et suffisamment diversifiées. Cette diversité permet alors non seulement d'accroître les 'capacités absorptives externes' présentes mais réduit en même temps les risques ultérieurs de lock-out⁷³. Pour ces différentes raisons il est possible de supposer que les innovateurs de produits et de produits & procédés seraient confrontés à des risques d'irréversibilité plus limités que les innovateurs de procédés.

Le caractère cumulatif du progrès technologique

Le concept de '*cumulativeness*' a essentiellement été défini dans une perspective technique : on parle alors des complémentarités qui existent dans le développement de différentes générations de capital et de produits (Gruber [1994]). En matière d'innovations de procédés l'existence d'apprentissages par la pratique et par l'utilisation ainsi que de conditions d'appropriation favorables nous permet de supposer que ce type de changement technologique présente un certain caractère cumulatif. Cependant ainsi que de nombreux auteurs l'ont souligné ces formes d'apprentissages déclinent rapidement en l'absence de renouvellement du stock de capital⁷⁴ limitant d'autant le caractère cumulatif du changement technologique. Dans le cas des innovations de produits, il semblerait que les difficultés d'appropriation rencontrées par les firmes puissent réduire l'importance de ces complémentarités en offrant des possibilités de rattrapage ('catching-up' voir '*leap frogging*') aux firmes non-innovantes. D'un point de vue technique nous concluons ainsi au caractère plus faiblement cumulatif des connaissances technologiques liées aux produits que de celles liées aux procédés. Cependant, d'un point de vue organisationnel Lundvall [1988], [1992] a souligné l'importance des connaissances sociétales et des apprentissages par l'interaction en faveur de l'innovation de produits. Compte tenu de leur caractère tacite, spécifique à chaque firme et moins fortement irréversible que les connaissances pratiques associées aux comportements innovants de procédés ces connaissances seraient susceptibles de renforcer notablement le caractère cumulatif des comportements innovants de produits et de produits & procédés. Par ailleurs, rien n'indique que ces formes d'apprentissages connaissent des rendements décroissants aussi marqués que ceux qui accompagnent les apprentissages par la pratique et par l'utilisation.

Principales caractéristiques des trajectoires de produits et de procédés

Compte tenu des caractéristiques de spécificité, d'irréversible et de cumulativité des connaissances technologiques de produits et de procédés nous pouvons faire l'hypothèse que les firmes innovantes en produits et en procédés sont engagées sur des trajectoires technologiques présentant différentes caractéristiques théoriques et empiriques (voir Tableau 12):

Bien que dans leur dimension technique les nouveaux produits soient plus rapidement imitables que les nouveaux procédés, les connaissances sociétales ayant contribué à leur développement présenteraient un caractère tacite et 'firm-specific' plus marqué que les savoir-faire qui accompagnent les innovations de procédés. Les trajectoires de produits se caractériseraient donc une plus forte spécificité que les trajectoires de procédés ce qui tendrait à renforcer le niveau de persistance des firmes innovantes en produits.

Compte tenu du rôle marqué des interfaces externes, de l'hétérogénéité des connaissances et de la relative indépendance des connaissances sociétales à l'égard des objets techniques, les trajectoires de produits exposerait les firmes à de plus faibles niveaux d'irréversibilité que les trajectoires de procédés. Ce phénomène réduirait les perspectives de persistance des comportements innovants de procédés.

Contrairement aux apprentissages par la pratique et par l'utilisation qui sous-tendent les comportements innovants de procédés, rien n'indique que les apprentissages par l'interaction qui caractérisent les comportements innovants de produits présentent les mêmes rendements décroissants puisqu'ils ne sont pas

directement liés à des objets techniques mais plutôt à des contextes organisationnels et socio-économique. Leur complexité est telle que le spectre des opportunités virtuellement exploitable semble bien plus étendu que dans le cas des objets techniques. Nous ferons donc l'hypothèse que les trajectoires technologiques qui accompagnent le développement d'innovations de produits sont plus fortement cumulatives que celles qui accompagnent le développement d'innovations de procédés. Ceci tendrait donc à renforcer les probabilités de persistance des firmes innovantes en produits par rapport à celles innovantes en procédés.

Les firmes innovantes en produits & procédés présenteraient selon nous des caractéristiques proche de celle des firmes innovantes en produits mais plus marquées. En effet, elles exploiteraient intensivement des connaissances sociétales non seulement en vue d'établir des interfaces avec leur environnement mais aussi pour coordonner les différents services (R et D, marketing et production) impliqués par le développement conjoint d'innovations de produits et de procédés. Ceci conférerait à leurs trajectoires un caractère spécifique, cumulatif marqué tandis que les risques d'irréversibilités seraient fortement réduits. Les innovateurs de produits & procédés devraient donc présenter des probabilités de persistance maximales.

Tableau 12 : Les caractéristiques des trajectoires de produits et de procédés

Caractéristiques de la trajectoire Type d'innovation	Caractéristiques théoriques		Caractéristique empirique	
	Spécificité à chaque firme	Caractère cumulatif	Irréversibilité	Persistance
Innovation de produits	+	+	-	+
Innovation de procédés	-	-	+	-
Innovation de produits & procédés	++	++	--	++

c. Modélisation des trajectoires technologiques de produits et de procédés

L'idée selon laquelle les innovateurs de produits et de procédés évolueraient le long de trajectoires technologiques différentes a récemment été développée par Klepper [1996] dans un modèle de cycle de vie de l'industrie. Klepper propose cette hypothèse sans véritablement la justifier. Notre travail permet d'y apporter certains éclairages.

L'auteur pose les hypothèses suivantes pour modéliser les comportements d'innovations de produits et de procédés des firmes⁷⁵ :

-

Les firmes disposent de compétences hétérogènes (i.e. 'firm specific') qui sont essentiellement perceptibles au travers de leur habileté à satisfaire les attentes des consommateurs, c'est à dire à innover en produit. Outre des facteurs firm specific, les efforts de R et D agissent sur les probabilités d'innovation mais leur impact est aléatoire (faible cumulativeness). De plus les innovations de produit sont très rapidement imitées et ne produisent des rentes que durant une courte période de temps (difficultés d'appropriation). Formellement Klepper [1996] transcrit cette idée comme suit :

$$P(I_{\text{prod}}=I) = S_i + g(\text{rd}_i) ;$$

avec S_i qui représente le niveau de compétences de la firme i et

$g()$ le niveau des opportunités d'innovations de produit tandis que

rd_{it} est le montant de R et D consacré en t par la firme i aux innovations de produit. Seules les dépenses d'innovations de produit présentent un risque.

•

Les innovations de procédés résultent plutôt du processus de production lui-même qui donne naissance à des innovations incrémentales de procédés fondées sur l'apprentissage par la pratique (on retrouve Gruber [1994] et l'idée de progrès technologique cumulatif). Ces innovations n'ont pas de caractère aléatoire. Elles sont proportionnelles aux dépenses de R et D de procédé notée rc_{it} fonction du niveau des opportunités et indépendantes de l'identité de la firme qui les engage : $l(rc_{it})$.

L'accumulation des connaissances technologiques de produits et de procédés ne se réaliserait donc pas dans les mêmes conditions donnant ainsi potentiellement naissance à des trajectoires technologiques différentes. Selon que les firmes innoveraient en produits ou en procédés ces trajectoires seraient caractérisées par trois points qui se justifient aisément à l'aide des développements que nous avons proposés tout au long de ce chapitre :

1.

Imitation plus rapide des innovations de produits que de procédés d'un point de vue technique. Cette rapidité d'imitation provient de la mise en œuvre de l'innovation de produit sur le marché. Ses caractéristiques techniques deviennent alors facilement imitables s'assimilant alors pour les concurrents à de la connaissance factuelle.

2.

Composante firm specific marquée des innovations de produits. Malgré une imitation rapide des caractéristiques techniques du produit, les connaissances sociétales ayant présidé à leur développement et à l'identification du besoin demeurent totalement tacites et surtout redéployables pour le développement de nouveaux objets techniques.

3.

Caractère aléatoire des innovations de produits mais déterministe des innovations de procédés. Compte tenu du caractère tacite des connaissances sociétales qui président au développement des innovations de produits, du nombre et de l'hétérogénéité des agents impliqués dans le processus, un fort degré d'incertitude subsisterait. Il ne serait pas essentiellement lié à la réalisation technique du produit mais plutôt à ses performances commerciales. De plus la faible cumulativité des connaissances techniques relatives aux produits (du fait d'une imitation rapide) s'opposerait à toute accumulation déterministe des connaissances techniques. L'aboutissement des innovations de produits serait donc plus incertain que celui des innovations de procédés qui s'inscriraient dans une dynamique cumulative relativement régulière d'apprentissages par la pratique et par l'utilisation.

Conclusion : proposition en vue d'une approche empirique

L'objectif de ce chapitre était de proposer une analyse cognitive d'inspiration évolutionniste des déterminants des innovations de produits et de procédés. Nous avons ainsi déplacé notre attention depuis l'étude des comportements d'allocation de ressources vers celui des processus d'apprentissage qui sous-tendent l'apparition des comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés. Exploitant une conception de l'innovation en tant que processus de résolution de problème nous avons suggéré de distinguer les différents types de comportements innovants en fonction des questions auxquelles ils apportent des solutions (Pearson [1991]) :

- Les innovations de produits répondraient à des questions sur les *fins*.

-

Les innovations de procédés répondraient à des questions sur les *moyens*.

La résolution de ces deux catégories de questionnements exposerait les firmes à des difficultés de coordination spécifiques ainsi qu'à des types et niveaux d'incertitude variables. Les capacités de résolution de problème des firmes dans chacun de ces domaines dépendraient donc de la détention de compétences particulières. Ces dernières seraient caractérisées par la nature et les attributs des connaissances (technologiques mais aussi économiques) qu'elles mobilisent et contribuent à développer. Nous avons ainsi montré que :

1.

L'innovation de produit s'appuierait essentiellement sur des compétences d'interface externes, de stimulation de la diversité technologique et de R et D tandis que l'innovation de procédé reposerait plutôt sur des compétences d'interface interne et sur la création de codes communs. Les innovateurs de produits & procédés devraient quant à eux développer simultanément leurs compétences d'interface internes, externes et de R et D. Il leur faudrait aussi disposer des compétences pour exploiter efficacement des combinaisons productives plus intensives en personnel qualifié afin de surmonter le trade-off inward / outward looking auquel les expose l'exploitation simultanée des interfaces internes et externes.

2.

En comparaison de l'innovation de procédé l'innovation de produit reposerait sur une exploitation plus intensive de connaissances *factuelles* (grâce à l'imitation) et de connaissances sociétales (*know who*). Dans le cas des innovations de procédés les questions techniques seraient en revanche prédominantes par rapport aux problèmes de coordination induisant alors un faible développement des connaissances sociétales et une orientation essentiellement technique des savoir-faire. Dans le cas des procédés le *know what* serait aussi moins utilisé du fait du secret.

3.

L'appropriation des connaissances technologiques relatives aux éléments techniques de l'innovation de produit serait particulièrement difficile. En revanche les connaissances sociétales développées à cette occasion seraient largement tacites, spécifiques et donc appropriables. Elles présenteraient par ailleurs un caractère local moins marqué que les savoir-faire qui accompagnent les comportements innovants de procédés du fait qu'elles peuvent être potentiellement redéployées entre différents objets techniques si tant est que le contexte organisationnel et socio-économique demeure stable. Finalement, rien ne semble indiquer que les apprentissages par l'interaction qui sous-tendent le développement des connaissances sociétales s'accompagnent de rendements aussi fortement décroissants que dans le cas des apprentissages par la pratique et par l'utilisation qui alimentent les savoir-faire.

4.

Conformément à ce que suggère Klepper [1996] l'ensemble des éléments évoqués précédemment permettrait de supposer l'existence au niveau micro-économique de trajectoires technologiques caractéristiques des comportements innovants de produits et de procédés. Les comportements innovants de produits induiraient l'apparition de trajectoires spécifiques à chaque firme (par leur forte intensité en connaissances sociétales), faiblement irréversibles et fortement cumulatives. En revanche, les comportements innovants de procédés se caractériseraient par des trajectoires technologiques plus irréversibles, moins spécifiques et surtout moins cumulatives étant donné le caractère décroissant des apprentissages par la pratique et par l'utilisation. De fait, le niveau de persistance dans l'innovation

des firmes innovantes en produits devrait être sensiblement plus élevé que celui des firmes innovantes en procédés.

Pour étayer l'approche que nous avons proposée dans ce chapitre il semble important d'y associer un programme d'investigation empirique. Ce programme doit être cohérent avec la logique de l'analyse théorique. Il sera donc construit en trois étapes similaires à celles qui ont servi de trame à l'analyse théorique de ce chapitre :

1.

Identification des questionnements qui président au développement des innovations de produits et de procédés (questions sur les fins vs. moyens).

2.

Etude des compétences et de la nature des connaissances mobilisées pour la résolution des question sur les fins et sur les moyens.

3.

Etude des attributs des connaissances technologiques mobilisées pour la résolution des question sur les fins et sur les moyens et caractérisation des trajectoires technologiques induites par leur développement.

Chacune de ces étapes essentielles peut faire l'objet d'une étude empirique distincte comme nous allons à présent le montrer dans les trois chapitres suivants. Les analyses proposées dans ces chapitres seront exclusivement construites selon une logique 'cognitive' et exploiteront comme hypothèses de travail les résultats théoriques de ce chapitre. Nous excluons donc volontairement de notre champ d'analyse un certain nombre de facteurs potentiellement influents mais que nous n'avons pas jugés suffisamment proches des analyses suggérées dans ce chapitre. Nous n'entendons pas ainsi nier l'importance de certains facteurs (en particulier liées à l'analyse coût / avantage menée au niveau de la firme) mais plutôt focaliser notre attention sur ce qui constitue le coeur de notre contribution : l'étude dans une perspective de résolution de problème des facteurs micro-économiques agissant sur le développement de différents comportements innovants.

Chapitre 3 : Les questionnements à l'origine des comportements d'innovation de produits et de procédés

Il nous semble important de proposer dans ce chapitre une analyse empirique explicite des objectifs ou questionnements qui motivent l'innovation et de leur impact sur le type de comportement innovant finalement adopté par les firmes. Il y a deux raisons à cela. Premièrement il s'agit d'hypothèses fondamentale qui dans le cas où elles ne seraient pas vérifiées remettraient totalement en question les développements théoriques auxquels elles ont donné naissances. Deuxièmement, ainsi que l'ont par exemple montré Gruber [1994] et Athey et Schmutzler [1995] d'importantes complémentarités sont susceptibles de se manifester entre ces deux types de comportements innovants de sorte qu'il ne serait plus véritablement possible d'établir un lien net entre d'une part les questionnements ou les objectifs des firmes et d'autre part l'apparition de types de comportements innovants particuliers. Plus spécifiquement nous désirons proposer des éléments de réponse empiriques à deux séries de questions:

1.

Les typologies d'objectifs évolutionnistes (entre questionnements sur les fins et les moyens) et standards (entre objectifs de réduction de coûts vs accroissement des parts de marchés) sont-elles compatibles avec les observations dont nous disposons ? Existe-t-il une opposition évidente entre

d'une part les objectifs de réduction de coûts et les questionnements sur les moyens et d'autre part les objectifs d'accroissement des ventes et les questionnements sur les fins ?

2.

Différentes catégories de questionnements induisent-elles^{note76} l'émergence de types de comportements innovants spécifiques ? Si oui, quelle est l'importance relative des questionnements sur les fins et sur les moyens dans l'apparition des comportements d'innovation de produits et de procédés ? Observe-t-on un effet positif des questionnements sur les fins en faveur de l'innovation de produit et, inversement, un effet positif des questionnements sur les moyens en faveur de l'innovation de procédé ? Quel est le positionnement des innovateurs de produits & procédés par rapport aux deux autres types de comportements innovants ?

Dans une première section nous présenterons les enquêtes françaises disponibles sur le sujet et suggérerons une méthode d'analyse statistique cohérente à la fois avec la structure des données et avec à nos objectifs théoriques. Nous proposerons ainsi une démarche en deux étapes. La première étape dont les résultats sont présentés dans la seconde section consiste à réaliser une Analyse en Composantes Principale (ACP) sur les objectifs des firmes. Ce faisant, plutôt que d'imposer *a priori* une classification des objectifs (entre fins et moyens ou entre objectifs de réduction des coûts ou d'accroissement des ventes) nous laisserons émerger à partir des données les principaux axes (factoriels) du questionnement technologique des firmes. Les axes factoriels ainsi mis en évidence (et interprétés) seront utilisés dans une troisième section comme variables explicatives dans une régression logistique multinomiale visant à tester les principales hypothèses théoriques relatives à l'impact des objectifs du changement technologique sur les comportements innovants. Compte tenu de l'approche cognitive qui a été développé dans le chapitre II et dans un but de clarification de l'exposé nous emploierons par défaut les termes 'questionnements sur les fins' et 'questionnements sur les moyens' sans préciser qu'il existe une correspondance entre cette typologie et celle standard qui oppose les objectifs de 'réductions de coûts' et 'd'accroissement des vente'.

Section 1 : Présentation des données et méthode d'investigation statistique

Dans un premier point (§1) nous précisons l'origine des données utilisées, nous détaillons les questions employées pour identifier les objectifs du changement technologique et, finalement, nous indiquons les critères appliqués pour la sélection des observations retenues dans les calculs. Dans un second point (§2), mobilisant l'ensemble des éléments descriptifs évoqués en Annexe XI nous proposerons une procédure d'investigation statistique tenant à la fois compte de la nature des données employées et des objectifs théoriques poursuivis.

§ 1 : Source des données

Dans un premier temps (a) nous présentons les enquêtes CIS qui seront utilisées. Nous focalisant ensuite (b) sur l'enquête CIS1 nous reproduirons les questions sur lesquelles se fondera notre analyse. Dans un dernier point (c) nous décrivons la procédure de sélection des observations que nous avons employées ainsi que la nomenclature sectorielle qui sera par la suite utilisée.

a. Les Enquêtes Communautaires sur l'Innovation (CIS^{note77})

Pour étudier les questionnements sous-jacents aux comportements d'innovation de produit, de procédés et de produits&procédés nous disposons pour l'industrie française de deux enquêtes communautaires sur l'innovation (dites enquêtes CIS) :

- CIS1 réalisée en 1993 en France par le SESSI. Elle couvre 4500 entreprises industrielles de plus de 20 salariés et porte sur la période [1990-1992] (ses principales caractéristiques sont détaillées en Annexe IV).
- CIS2 réalisée en 1997 en France par le SESSI. Elle couvre 4356 entreprises industrielles de plus de 20 salariés et porte sur la période [1994-1996] (ses principales caractéristiques sont détaillées en Annexe V).

Malgré l'existence de deux enquêtes sur le sujet nous n'exploiterons véritablement que les résultats issus de l'enquête CIS1. Les raisons qui motivent ce choix tiennent essentiellement au caractère 'atypique' de la distribution des comportements innovants dans l'enquête CIS2. En effet, comme le montre l'Annexe VIII, par rapport à l'ensemble des enquêtes françaises comparables l'enquête CIS2 sous-évaluerait de manière importante la proportion de firmes innovantes en procédés. Ces dernières seraient bien souvent 'confondues' avec des firmes non innovantes. Dans la mesure où notre objet d'étude porte précisément sur le type de comportement innovant adopté par les firmes, il semble préférable de ne pas fonder le coeur de nos conclusions sur cette enquête. Les analyses effectuées sur l'enquête CIS2 seront néanmoins reportées à titre indicatif en Annexe XXI.

b. Types de comportements innovants et objectifs de l'innovation technologique dans le questionnaire de l'enquête CIS1

L'identification des types de comportements innovants

Les questions employées pour définir les types de comportements innovants figurent en tête du questionnaire de l'enquête CIS et servent de filtre pour orienter les firmes répondantes vers les questions suivantes (si elles sont innovantes) ou vers la fin du questionnaire si elles ne se déclarent pas innovantes. Les questions relatives au type de comportement innovant portent sur les trois années précédant la date de diffusion de l'enquête (1990, 1991, 1992). Elles sont intégralement reproduites dans le Tableau 13

Tableau 13 : Les questions relatives au type de comportement innovant dans l'enquête CIS1

Durant les trois dernières années (1990, 1991, 1992) l'entreprise a-t-elle mis au point ou introduit ? OUI (1) NON (0)

Q211 des produits technologiquement innovants

Q212 des procédés technologiquement innovants

Aucun élément supplémentaire de définition (définitions de la technologie, de l'innovation, d'un produit, d'un procédé) n'était proposé aux firmes. Il était ainsi fait appel à une interprétation subjective des termes et plus généralement des questions.

Source : Questionnaire de l'enquête CIS1 du SESSI

Le type de comportement innovant adopté par chaque firme i est noté y_i . Il prend ses valeurs dans un ensemble d'états discrets à quatre modalités ($r=4$) où : {non innovant, innovant en produit uniquement, innovant en procédé uniquement, innovant en produit & procédé}. A posteriori, à partir des réponses aux questions, la variable y est construite comme indiqué dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Définition *a posteriori* des types de comportements innovants dans l'enquête CIS1

Si Q211=0 et Q212=0 alors $y_i=0$ (non innovant)

Si Q211=1 et Q212=0 alors $y_i=1$ (innovation de produit)

Si Q211=0 et Q212=1 alors $y_i=2$ (innovation de procédé)

Si Q211=1 et Q212=1 alors $y_i=3$ (innovation de produit & procédé)

Nous proposons une distinction entre les innovateurs de produits uniquement, de procédés uniquement et de produits & procédés. Compte tenu du questionnaire, rien n'indique cependant que la catégorie produits & procédés inclut uniquement des firmes ayant développé des innovations de produits ET de procédés effectivement liées entre elles. On peut néanmoins supposer que ce biais est d'autant moins fort que les firmes sont de petite taille.

Les questions relatives aux objectifs / questionnements sous-jacents au changement technologique

Les questions adressées aux firmes pour déterminer la nature des questionnements qui président à l'activité technologique dans l'enquête CIS1 sont reproduites ci-dessous (Tableau 15).

Tableau 15 : Les questions relatives aux objectifs / questionnements sous-jacents à l'innovation technologique dans l'enquête (CIS1)

Les objectifs de l'innovation technologique sont de :

Q21

maintenir ou accroître vos parts de marché en :

Q211

remplaçant les produits devenus obsolètes

0..4 (1)

Q212

améliorant la qualité des produits existants

0..4

Q213

étendant la gamme des produits

0..4

Q214

se tournant vers de nouveaux marchés géographiques

0..4

Q22

accroître vos marges en :

Q221

donnant plus de flexibilité à votre production

0..4

Q222

réduisant les coûts salariaux

0..4

Q223

diminuant les consommations de matériaux

0..4

Q224

abaissant la consommation d'énergie

0..4

Q225

réduisant le taux de rebut des produits

0..4

Q226

réduisant le cycle de conception des produits

0..4

(1) Les réponses sont échelonnées de 0 pour 'importance nulle' à 4 'importance très forte'

Source : Questionnaire de l'enquête CIS1 du SESSI

Plusieurs remarques peuvent être faites sur ces questions:

Elles ne portent pas *stricto sensu* sur '*les questionnements présidant à l'activité technologique*' mais plutôt sur les '*objectifs*' de l'innovation. Cependant, ainsi que nous l'avons souligné en introduction dans notre perspective les questionnements et les objectifs des firmes sont étroitement liés : l'objectif suscite des questionnements, les questionnements, à leur tour, se construisent en objectifs au cours de ce que nous avons dans le chapitre II décrit comme un processus de résolution de problème.

Les firmes fournissent une réponse globale supposée valable pour '*l'innovation technologique*' dans son ensemble. Il n'est pas fait de distinction explicite entre les objectifs de l'innovation de produits et ceux de l'innovation de procédés.

Il n'y a aucune réponse ouverte ou réponse 'autre' de sorte qu'il est impossible de savoir si la liste des objectifs suggérés propose effectivement l'ensemble des réponses pertinentes pour la firme sondée.

La façon de présenter le questionnaire en distinguant deux rubriques '*maintenir ou accroître votre part de marché*' et '*accroître vos marges*' suggère implicitement des réponses aux firmes. Par exemple le fait de placer l'item '*réduisant les coûts salariaux*' sous la rubrique '*accroître vos marges*' suggère au répondant que la réduction des coûts salariaux vise plus l'accroissement des marges que la réduction des coûts dans une perspective de baisse de prix et finalement de gain de parts de marché.

Classification des objectifs dans les typologies évolutionniste et standard

Tableau 16 : Classement des objectifs de l'innovation dans CIS1 dans les typologies évolutionniste et standard

	Typologie évolutionniste		Typologie standard		Effet prévu sur P(Iprod)/p(Iproc)
	Questionnement sur les moyens	Questionnement sur les fins	Objectif de réduction de Coûts	Objectif d'accroissement des ventes	
Q211 Obso	remplaçant les produits devenus obsolètes	x		x	+
Q212 QualProd	améliorant la qualité des produits existants	x		x	+
Q213 Gam	étendant la gamme des produits	x		x	++
Q214 MktGéo	se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	x		x	++
Q221 Flex	donnant plus de flexibilité à votre production	X	x		-
Q222 CtW	réduisant les coûts salariaux	x	x		--
Q223 CtM	diminuant les consommations de matériaux	x	x		--
Q224 CtE	abaissant la consommation d'énergie	x	x		--
Q225 Rebut	réduisant le taux de rebut des produits	x	x		-
Q226 CyCon	réduisant le cycle de conception des produits	x	x		-

Bien que cette classification soit critiquable^{note78}, elle permet de souligner une certaine convergence entre les analyses standards et évolutionnistes en ce qui concerne les objectifs / questionnements à l'origine des

comportements innovants de produit et de procédé. Cette convergence du point de vue des typologies se comprend facilement. Premièrement, les termes 'objectif' et 'questionnement' ne s'opposent pas véritablement puisque dans notre perspective l'enjeu du questionnement est par définition la résolution d'un problème qui s'assimile ainsi lui-même à un objectif. Deuxièmement, dans une approche évolutionniste, tout 'questionnement sur les moyens' dont la solution se destine à être valorisée au sein de la firme peut aussi être considéré dans une perspective standard comme affectant la fonction de production de la firme et donc assimilé à un 'objectif de réduction de coûts'. Inversement tout 'questionnement sur les fins' dont la solution doit être valorisée sur le marché affecte de fait la fonction d'utilité du consommateur et peut ainsi être qualifié 'd'objectif d'accroissement des ventes'.

c. Sélection des observations et nomenclature sectorielle

Parmi l'ensemble des 3878 observations de l'enquête CIS1 nous avons opéré une sélection des enregistrements à deux niveaux : celui des secteurs et celui des déclarations de comportements innovants.

Sélection des secteurs

Pour effectuer une sélection des firmes en fonction de leur secteur d'origine il faut au préalable disposer d'une nomenclature. Nous avons choisi de définir les secteurs au niveau de la NAF60 (i.e. NAF à deux indices) en la modifiant légèrement pour la rendre compatible avec la nomenclature employées par les études françaises sur les dépenses de R et D (Ministère de l'éducation nationale de la recherche et de la technologie [1997])^{note79}. Compte tenu de cette modification mineure nous désignerons cette nomenclature sous le label 'NAFRD'. L'ensemble des firmes de l'industrie manufacturière a été retenu à l'exception de l'armement, de certaines industries extractives, du captage et de la distribution d'eau et de la production d'électricité^{note80}. Afin de conserver un sens aux analyses sectorielles nous avons aussi éliminé les secteurs pour lesquels nous disposons de moins de 10 observations de firmes innovantes^{note81}.

Au total, après épuration des données il reste 3825 observations réparties en 23 secteurs dont la liste est reproduite dans le Tableau 17

Tableau 17 : Liste des secteurs retenus pour l'analyse des questionnements sous-jacents au développement des comportements d'innovations de produits et de procédés

Secteur	Effectif sondé	Population représentée	Proportion Innovante	Proportion Non innovante
14 Autres industries extractives	75	60,30	0,21	0,79
17 Industrie textile	216	244,33	0,37	0,63
18 Industrie de l'habillement et des fourrures	234	246,63	0,14	0,86
19 Industrie du cuir et de la chaussure	99	90,15	0,24	0,76
20 Travail du bois et Fab. d'articles en bois	132	129,55	0,24	0,76
21 Industrie du papier et du carton	145	115,27	0,34	0,66
22 Edition, imprimerie, reproduction	271	333,49	0,30	0,70
23 Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	16	8,89	0,79	0,21
24 Industrie chimique	170	144,33	0,58	0,42
244 Pharmacie	65	49,10	0,58	0,42
25	229	227,91	0,47	0,53

	Industrie du caoutchouc et des plastiques				
26	Fab. d'autres produits minéraux non métalliques	135	125,94	0,48	0,52
261	Verre	34	33,99	0,23	0,77
27	Métallurgie	103	82,43	0,40	0,60
28	Travail des métaux	717	787,01	0,29	0,71
29	Fab. de machines et équipements	419	410,71	0,57	0,43
31	Fab. de machines et appareils électriques	148	133,33	0,61	0,39
32	Fab. d'équipements de radio, télévision et communication	76	84,56	0,54	0,46
33	Fab. d'instr. médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	166	155,99	0,64	0,36
34	Industrie automobile	99	90,47	0,47	0,53
35	Fab. d'autres matériels de transport	44	33,50	0,51	0,49
353	Aéronaut	22	15,60	0,73	0,27
36	Fab. de meubles ; industries diverses	210	218,55	0,30	0,70
	Total de l'échantillon	3825	3 822	0,39	0,61

1 Les calculs de fréquences et de proportions sont effectués sur données pondérées. Le même tableau à partir de données brutes est reproduit en Annexe.

N.B. : pour trois secteurs (24 , 26 et 35) nous avons effectué une scission en deux afin de rendre nos résultats comparables avec ceux des enquêtes sur la R&D. Nous distinguons ainsi les secteurs 24 / 244, 26 / 261 et 35 / 353.

Source : Enquête CIS1 SESSI

Sélection en fonction des comportements innovants

Outre un 'nettoyage sectoriel' des observations nous avons aussi éliminé les firmes non innovantes. Ces firmes n'ont en effet pas été interrogées sur la nature des questionnements qui président à leur activité technologique. Il n'est donc pas souhaitable de les inclure dans l'analyse. Au total dans l'enquête CIS1 après élimination des secteurs 'indésirables' et des firmes non innovantes, nous disposons de 1648 observations de firmes innovantes. Le Tableau 18 résume ces éléments.

Tableau 18 : Répartition des firmes innovantes dans l'enquête CIS1 par type de comportement technologique

	Données brutes (1)		Données corrigées du taux de sondage	
	Fréquence	Proportion du total	Fréquence	Proportion du total
Non innovante	2 177	0,57	2 342	0,61
Innovante	1648	0,43	1480	0,39
Total CIS1	3825 (2)		3822 (2)	

(1) Il s'agit de fréquences absolues non pondérées par le taux de sondage.

(2) Le total sur données brutes n'est pas égal au total sur données pondérées car pour 3 observations les pondérations sont invalides.

Source : CIS1 SESSI

Méthode d'investigation statistique et principales hypothèses

Nous avons reporté en Annexe une analyse descriptive détaillée des comportements innovants des firmes ainsi que des variables représentant les objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1. Au regard de ces éléments statistiques et du questionnaire, trois contraintes essentielles doivent être prises en considération :

Les questions posées aux firmes dans CIS1 pour identifier leurs questionnements / objectifs technologiques sont nombreuses (10 au total)^{note82}. Les hypothèses théoriques au contraire se fondent sur des profils types binaires opposant les questionnements sur les *finalités* et sur les *moyens*, et les objectifs de *réduction de coûts* et de *gains de parts de marchés*.

Les différents questionnements présidant à l'innovation technologique au sein des firmes sont significativement et fortement corrélés les uns aux autres sans pour autant être totalement réductibles les uns aux autres.

Les comportements innovants sont mesurés de manière catégorielle non ordinale à trois modalités: {innovation de produit uniquement ; de procédé uniquement ; de produit & procédé}^{note83}. La modalité produits & procédés sert à identifier clairement les firmes qui développent de manière concomitante des innovations de produits et de procédés.

C'est l'existence de ces contraintes et la nécessité de les dépasser qui permet de comprendre pourquoi nous avons décidé de décomposer notre travail empirique en deux étapes complémentaires que nous allons à présent justifier à la fois au regard de la nature des données et de nos objectifs théoriques : une ACP (a) suivie d'une régression logistique multinomiale sur composantes principales (c).

Analyse en composantes principales

La première étape de notre analyse va consister en un changement de repère réalisé à partir des résultats d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur les réponses des firmes aux questions Q211 à Q226 reportées dans le Tableau 15 préalablement centrées sur les moyennes sectorielles (les X_{ic}). Ce recentrage des données permet d'isoler la composante individuelle des réponses de la composante sectorielle qui nous l'avons vu est très importante^{note84}.

Le calcul d'axes factoriels à partir des X_{ic} et l'utilisation des coordonnées des firmes dans ce nouveau repère factoriel^{note85} (X_{icf}) va quant à lui permettre de résoudre simultanément deux des difficultés évoquées précédemment : celle du nombre élevé de variables explicatives (en nous concentrant sur les principaux axes factoriels), celle de la multicolinéarité puisque par définition les axes factoriels sont tous perpendiculaires.

En outre cette procédure présente l'avantage de ne pas nécessiter le recours à un regroupement *a priori* des variables ou à l'élimination de certaines d'entre elles selon des présupposés théoriques qui ne sont pas forcément représentatifs de la structure réelle des objectifs des firmes^{note86}. L'ACP, au contraire, permet sans *a priori* (autre que celui de linéarité des relations) de mettre en évidence la structure des principaux questionnements des firmes tels qu'ils émergent des données et de les hiérarchiser.

C'est en aval, lors de l'interprétation des axes factoriels, que les grilles de lectures théoriques retrouvent leur importance : comme aide à l'interprétation mais aussi comme 'idéal théorique' dont il est utile d'évaluer la cohérence et la capacité d'interprétation vis-à-vis des axes factoriels. La comparaison des axes factoriels 'empiriques' à ceux suggérés par la théorie devrait ainsi nous permettre de juger du 'réalisme' des présupposés théoriques.

Régression logistique sur composantes principales

La seconde étape de notre analyse consiste à utiliser les coordonnées des firmes sur les axes factoriels (les X_{icf}) comme variables indépendantes d'une régression logistique multinomiale dont le principe général est détaillé en Annexe XVI. Nous comparerons les résultats ainsi obtenus à ceux d'analyses plus 'traditionnelles' fondées sur l'emploi des données brutes et d'un regroupement *a priori* des variables. Cette seconde phase nous permettra de tester explicitement les hypothèses relatives à l'impact des objectifs (ou questionnements) à l'origine de l'innovation sur le type comportement finalement adopté par les firmes :

H0

: La nature du questionnement (ou objectifs) technologique développés par les firmes agit sur les comportements innovants

Si cette hypothèse est acceptée nous pourrions alors nous pencher sur l'identité des axes factoriels qui exercent le plus fort effet discriminant entre les différents types de comportements innovants. Si tant est que l'analyse factorielle ait préalablement permis l'identification d'un ou plusieurs axes factoriels caractéristiques des questionnements sur les fins et sur les moyens nous testerons les deux hypothèses suivantes :

H0

: Les questionnements relatifs aux fins / objectifs d'accroissement des ventes favorisent l'apparition d'innovations de produits plutôt que de procédés

H0

: Les questionnements relatifs aux moyens / objectifs de réduction de coûts favorisent l'apparition d'innovations de procédés plutôt que de produits

§ 3 : Conclusion

Pour estimer l'impact des questionnements à l'origine de l'innovation technologique sur le type de comportement innovant adopté par les firmes nous adopterons une procédure en deux temps qui sera mise en oeuvre dans les deux sections suivantes. En premier lieu () nous réaliserons une analyse en composantes principales (ACP) afin d'identifier les principaux axes du questionnement technologique des firmes. Dans un second temps () nous réexploitons les coordonnées des firmes sur les axes factoriels ainsi définis (les X_{icf}) afin de tester leur impact sur les comportements innovants. Si tant est que certains axes puissent être explicitement considérés comme représentatifs des questionnements sur les fins et les moyens (ou alternativement des objectifs de réduction de coûts et d'accroissement des ventes) nous pourrions alors tester les prédictions théoriques.

Section 2 : Les principaux axes du questionnement technologique des firmes innovantes : Résultats d'une ACP

L'enjeu majeur de cette première étape (avant la modélisation) réside dans l'interprétation des axes factoriels :

Dans quelle mesure les axes factoriels nous renvoient-ils à des schémas théoriques connus (opposant questionnements relatifs aux 'fins' vs. 'moyens' ou les objectifs de 'réductions de coûts' à ceux 'd'accroissement des ventes') ?

Dans le cas où un lien avec la théorie pourrait être fait, concerne-t-il les axes factoriels dominants ou au contraire des axes secondaires ?

Le caractère antagoniste des objectifs évoqué par les théories se retrouve-t-il sur les axes factoriels ?

§ 1 : Identification des principaux axes factoriels

L'examen graphique de l'inertie portée par chacun des 10 axes factoriels issus de l'ACP fait apparaître une chute initialement très rapide de l'inertie. Le premier axe qui concentre 36% de l'inertie du nuage de points, le second uniquement 12% (voir la Figure 10 ci-dessous).

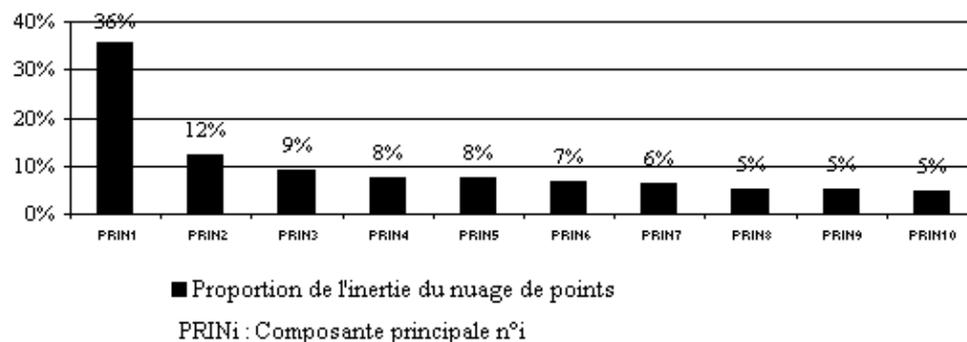


Figure 10 : Répartition de l'inertie sur les différents axes factoriels après ACP

[Note:

86. Source : CIS1 SESSI

]

Habituellement seuls les axes factoriels portant une proportion d'inertie supérieure à $1/p$ de l'inertie totale du nuage de points (p étant le nombre de variables utilisées dans l'ACP) font l'objet d'une étude attentive. Dans notre cas $1/p=1/10=0.1$. Suivant cette règle, ce sont les axes factoriels 1 et 2 représentant 48% de l'inertie totale du nuage de points qui peuvent être considérés comme les axes fondamentaux du questionnement technologique des firmes innovantes. Ils feront donc l'objet de commentaires approfondis. Les autres axes seront aussi commentés mais, compte tenu de leur poids 'marginal' et surtout des difficultés d'interprétation souvent liées à une faible représentation des variables (i.e. faibles cosinus carré (Cos^2)) nous serons brefs.

§ 2 : Interprétation des deux principaux axes factoriels

Les résultats résumés de l'analyse des deux premiers axes factoriels sont reportés dans le Tableau 19, ci-dessous.

Tableau 19 : Résultats synthétique de l'ACP pour les 2 premiers axes factoriels

		Axe 1 (PRIN1)			Axe 2 (PRIN2)			
		Coor	contr.	Qual.	Coor	contr.	Qual.	
Les objectifs de l'innovation technologique sont de maintenir ou accroître vos parts de marché en :	remplaçant les produits devenus obsolètes	EQ211	0,436	5,3%	19,0%	0,337	9,4%	11,4%
	améliorant la qualité des produits existants	EQ212	0,554	8,6%	30,7%	0,057	0,3%	0,3%
	étendant la gamme des produits	EQ213	0,288	2,3%	8,3%	0,726	43,4%	52,7%
	se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	EQ214	0,416	4,8%	17,3%	0,634	33,1%	40,1%
Les objectifs de l'innovation technologique sont d'accroître vos marges en :	donnant plus de flexibilité à votre production	EQ221	0,658	12,1%	43,3%	-0,110	1,0%	1,2%
	réduisant les coûts salariaux	EQ222	0,663	12,3%	44,0%	-0,271	6,0%	7,3%
	diminuant les consommations de matériaux	EQ223	0,712	14,2%	50,7%	-0,134	1,5%	1,8%
	abaissant la consommation d'énergie	EQ224	0,680	12,9%	46,3%	-0,126	1,3%	1,6%
	réduisant le taux de rebut des produits	EQ225	0,744	15,4%	55,3%	-0,186	2,8%	3,4%
	réduisant le cycle de conception des produits	EQ226	0,658	12,1%	43,3%	-0,121	1,2%	1,5%

ACP réalisée sur données centrées sur les moyennes sectorielles (NAFRD) et pondérées par le taux de sondage.

Légende : Coor : Coordonnées des variables sur les axes ; Contr. : contribution des variables à l'axe ; Qual. : Qualité de représentation des variables sur les axes.

Seules les firmes innovantes sont incluses dans l'analyse.

Au total l'analyse est réalisée sur 1648 observations de firmes innovantes

Source : CIS1 SESSI

a. L'axe 1 : Questionnement sur les moyens et objectifs de réduction des coûts

L'axe 1 (PRIN1) concentre l'essentiel de l'inertie du nuage de points (36%) et ne comporte que des coordonnées positives. Il pourrait être classiquement interprété comme un effet 'taille' caractérisant les firmes ayant un questionnement technologique très large et intensif.

Cette première interprétation doit cependant être nuancée. On observe en effet sur cet axe une contribution importante des objectifs de réduction des coûts stricto sensu (consommation de matériaux, coût de l'énergie et du travail) et des objectifs plus généraux de réduction des rebuts de produits, de flexibilité de la production et de réduction du cycle de conception des produits^{note87} alors que les objectifs d'extension de la gamme, d'ouverture de nouveaux marchés géographiques et de remplacement des produits obsolètes contribuent peu et sont mal représentés. Dans une perspective théorique cet axe pourrait ainsi être considéré comme caractéristique des objectifs de '*réduction de coûts*' ou des '*questionnements sur les moyens*'.

b. L'axe 2 : Questionnement sur les fins et objectifs d'accroissement des ventes.

Par contraste avec l'axe 1 sur lequel toutes les variables ont des coordonnées positives et dont les contributions n'excèdent pas 15%, sur l'axe 2 (PRIN2) en revanche certaines variables ont des coordonnées négatives^{note88} et deux d'entre elles concentrent 77% de l'inertie de l'axe. Cet axe traduirait donc un phénomène plus spécifique que l'axe 1.

Ce sont les variables Q213 (extension de la gamme des produits) et Q214 (ouverture de nouveaux marchés géographiques) qui contribuent à elles deux pour près de 77% de l'inertie totale de cet axe 2. Elles y sont relativement bien représentées (entre 53% et 41% respectivement).

Bien que touchant directement aux produits on remarquera que les objectifs de '*remplacement des produits devenus obsolètes*' et '*d'amélioration de la qualité des produits*' contribuent faiblement et sont mal représentés sur ce second axe comme sur le premier^{note89}. L'axe 2 traduit donc des objectifs et des questionnements essentiellement liés à la conquête de nouvelles cibles commerciales (par diversification {extension de la gamme} ou par expansion géographique) plus qu'au renouvellement de marchés existants (par renouvellement des produits obsolètes ou amélioration de la qualité des produits) qui figurent plutôt la dimension incrémentale des questionnements sur les fins.

D'un point de vue théorique cet axe peut donc être considéré comme caractéristique de la frange la plus radicale des '*questionnements sur les fins*' et des '*objectifs d'accroissement des ventes*'.

§ 3 : Les axes factoriels 'secondaires'

Les résultats détaillés pour l'ensemble des axes sont en Annexe. Le Tableau 20 synthétise ces résultats et suggère des interprétations pour les axes 3 à 10.

De ces 7 axes seul l'axe 3 (PRIN3) peut faire l'objet d'une interprétation théorique relativement claire puisqu'il regroupe principalement avec des coordonnées positives les objectifs de '*remplacement des produits obsolètes*' et '*d'amélioration de la qualité des produits existants*'. Cet axe semble donc caractéristique des questionnements sur les fins à caractère plutôt incrémental.

Les axes 4 à 10 (PRIN4 à PRIN10) nous renseignent sur les interactions complexes existantes entre les différentes variables qui contribuent aux trois premiers axes. Il ne semble pas possible de les interpréter facilement à l'aide de typologies théoriques qui ont été mobilisées pour les trois premiers axes. On notera en particulier qu'ils ne font pas apparaître d'opposition évidente entre d'une part des objectifs de réduction de coûts ou des questionnements sur les moyens et d'autre part des objectifs d'accroissement des ventes ou des questionnements sur les fins. Les antagonismes qui y sont soulignés se structurent à l'intérieur de ces deux grands ensembles questionnements.

Tableau 20 : Résultats synthétiques de l'ACP pour les axes factoriels 3 à 10

Nom / Intitulé de l'axe	Principales variables contribuant à l'axe	Coor.	Contr.	Qual.	Commentaire sur l'axe
PRIN3 : Relance des produits existants. Amélioration incrémentale des produits.	EQ211 remplaçant les produits devenus obsolètes	0,694	53,8%	48,1%	Traduit des objectifs de <u>relance de la demande pour des produits existants</u> par remplacement et amélioration de la qualité. Vraisemblablement ces objectifs aboutissent à des innovations incrémentales.
	EQ212 améliorant la qualité des produits existants	0,450	22,7%	20,3%	
PRIN4 : Amélioration des caractéristiques <u>organiques</u> vs <u>mécaniques</u> du processus productif	EQ221 donnant plus de flexibilité à votre production	0,479	29,7%	23,0%	Dans le champ de la production cet axe oppose les <u>objectifs de nature organisationnelle</u> aux objectifs traditionnels de réduction des coûts liés aux consommations (de matériaux et d'énergie)
	EQ224 abaissant la consommation d'énergie	-0,456	26,9%	20,8%	
	EQ223 diminuant les consommations de matériaux	-0,382	18,9%	14,6%	
	EQ226 réduisant le cycle de conception des produits	0,319	13,2%	10,2%	
PRIN 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des produits obsolètes.	EQ212 améliorant la qualité des produits existants	-0,589	45,6%	34,7%	Oppose les objectifs <u>d'amélioration de la qualité</u> des produits existants à celui de <u>remplacement</u> des produits obsolètes.
	EQ211 remplaçant les produits devenus obsolètes	0,340	15,2%	11,6%	
PRIN 6 : <u>Diversification</u> vs. nouveaux espaces <u>géographiques</u>	EQ214 se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	-0,580	49,6%	33,7%	Conquête de parts de marché par <u>extension de la gamme de produits</u> (i.e. diversification) vs. par <u>expansion géographique</u> .
	EQ213 étendant la gamme des produits	0,478	33,7%	22,9%	
PRIN 7 : Réduction du <u>cycle de conception</u> des produits	EQ226 réduisant le cycle de conception des produits	-0,519	43,7%	26,9%	Réduction du cycle de conception des produits
PRIN 8 : <u>Flexibilité</u> vs. réduction de la <u>consommation d'énergie</u>	EQ221 donnant plus de flexibilité à votre production	-0,450	38,3%	20,3%	Oppose la recherche d'une plus grande flexibilité à l'objectif de réduction des consommations d'énergie.
	EQ224 abaissant la consommation d'énergie	0,455	39,1%	20,7%	
PRIN 9 : Réduction des <u>coûts salariaux</u> vs. réduction des <u>consommations de matériaux</u>	EQ222 réduisant les coûts salariaux	0,514	53,0%	26,4%	Oppose les objectifs de réduction des coûts salariaux à celui de réduction des consommations de matériaux.
	EQ223 diminuant les consommations de matériaux	-0,360	26,0%	12,9%	
PRIN 10 : Réduction de <u>rebut</u> des produits vs. réduction des	EQ225 réduisant le taux de rebut des produits	0,471	48,8%	22,2%	Oppose les objectifs de réduction de rebut des produits à celui de réduction des consommations de
	EQ223	-0,373	30,6%	13,9%	

consommations de
matériaux

diminuant les
consommations de
matériaux

matériaux.

ACP réalisée sur données centrées sur les moyennes sectorielles (NAFRD) et pondérées par le taux de sondage.

Légende : Coor : Coordonnées des variables sur les axes ; Contr. : contribution des variables à l'axe ; Qual. : Qualité de représentation des variables sur les axes.

Seules les firmes innovantes sont incluses dans l'analyse.

Au total l'analyse est réalisée sur 1648 observations de firmes innovantes

Source : CIS1 SESSI

§ 4 : Synthèse des résultats de l'ACP

Les résultats de cette ACP effectuée sur les données de CIS1 peuvent être jugés satisfaisants d'autant qu'ils nous renvoient globalement le même 'paysage factoriel' que CIS2^{note90}. En particulier, la possibilité d'interpréter les deux premiers axes factoriels (qui concentrent l'essentiel de l'inertie du nuage de point) à l'aide de typologies théoriques est particulièrement encourageant. On notera cependant que les objectifs de réduction de coûts / les questionnements sur les moyens présentent une certaine unité sur l'axe 1 qui est caractéristique des complémentarités qui existent entre eux. Les objectifs d'accroissement des ventes / les questionnements sur les fins en revanche ne présenteraient pas les mêmes complémentarités puisqu'ils se répartissent sur deux axes indépendants (les axes 2 et 3). Ils se distingueraient en fonction de leur radicalité (évaluée par le degré de rupture dans la cible commerciale).

Malgré leur caractère très stylisé les typologies théoriques fondées sur l'opposition entre les questionnements sur les fins vs. moyens et les objectifs d'accroissement des ventes vs. réduction des coûts reflèteraient donc l'essentiel de la structure du questionnaire technologique des firmes puisqu'elle permettent d'interpréter les trois principaux axes factoriels (soit 57% de l'inertie du nuage de points). En revanche, contrairement à ce que les a priori théoriques auraient pu suggérer, l'obtention de trois axes factoriels distincts plutôt que d'un axe unique opposant d'un côté les questionnements sur les fins et les objectifs de réduction de coûts et de l'autre les questionnements sur les moyens et les objectifs d'accroissement des ventes, indique que les firmes innovantes ne procèdent pas par substitution explicite ('trade-off') entre ces deux catégories de questionnements mais plutôt selon deux axes indépendants (orthogonaux). Il est donc vraisemblable qu'une proportion importante de firmes puisse explorer simultanément ces deux dimensions. La problématique des complémentarités éventuelles entre ces types de questionnements soulevée par Athey et Schmutzler [1994] se trouve ainsi pleinement justifiée. A l'exception de l'axe 3, les axes secondaires (axes 3 à 10) ne semblent pas pouvoir faire l'objet d'interprétations évidentes à l'aide des typologies théoriques appliquées aux deux premiers axes. L'information contenue sur ces axes nous renvoie donc à des éléments originaux mais secondaires dans le questionnaire technologique des firmes (comme l'indique leur plus faible inertie).

Section 3 : L'impact des questionnements technologiques sur les comportements innovants

Le paragraphe précédent montrait à l'aide d'une ACP que les typologies théoriques standards et évolutionnistes relatives à la structure des objectifs et des questionnements technologiques des firmes semblaient représentatives des principales caractéristiques empiriques du questionnaire technologique des firmes industrielles françaises. Concluant ainsi à un certain 'réalisme' des typologies théoriques, il nous faut à présent tester leurs prédictions en matière de comportement innovant :

Considérés dans leur ensemble les objectifs / questionnaire présidant au changement technologique agissent-ils sur le type de comportement innovant développé par les firmes ?

Observe-t-on un effet positif des questionnements relatifs aux moyens / des objectifs de réduction de coûts sur les comportements d'innovation de procédé ?

Observe-t-on un effet positif des questionnements relatifs aux fins / des objectifs d'accroissement des ventes sur les comportements d'innovation de produit ?

Quels sont les objectifs / questionnements caractéristiques des firmes innovantes en produit & procédés par rapport à celles qui n'innovent qu'en produit ou qu'en procédé ?

Pour répondre à ces questions nous estimerons différents types de modèles logistiques multinomiaux. Ils seront principalement fondés sur l'exploitation des coordonnées de firmes sur les axes factoriels issue de l'ACP commentée précédemment. Nous détaillons la construction de ces différents modèles dans un premier point (a). Dans un second point (b) nous rappelons la méthode d'estimation qui sera employée et nous explicitons le mode de présentation des résultats. Dans un dernier point (c) nous discutons les résultats des estimations afin de répondre au mieux aux trois interrogations qui viennent d'être soulevées.

§ 1 : Construction des modèles

Nous désirons modéliser le type de comportement innovant des firmes Y en fonction des questionnements qui sous-tendent leur activité innovante. Les variables sont toutes observées au niveau de la firme. La variable endogène Y_i (le type de comportement innovant adopté par la firme i) est donc qualitative non ordinale à trois modalités ($r=3$ note91). Pour estimer Y à partir de l'enquête CIS1 nous ne disposons que d'une seule mesure possible construite à partir des réponses aux questions Q110 Q120 dont nous avons précédemment détaillé la construction. En revanche, les questionnements technologiques soulevés par les firmes pour innover peuvent faire l'objet de trois principales mesures qui donnent chacune lieu à des éclairages spécifiques. Nous distinguerons ainsi trois principaux types de modèles selon leur façon d'appréhender les objectifs / questionnements de l'innovation :

a. Modèles type 1 'sur composantes principales'

Dans ces modèles les objectifs de l'innovation sont mesurés à l'aide des coordonnées des firmes sur les composantes principales de l'ACP reportée en annexe. Les coordonnées des firmes sur l'ensemble des 10 composantes principales ($PRIN1, \dots, PRIN10$) seront introduites dans le modèle afin de pouvoir les comparer les unes aux autresnote92. Nous retiendrons une spécification du type suivant (Modèle I) :

$$\Pr(Y_i = k) = \frac{\exp \left(\sum_{j=1}^{10} PRIN_{ij} \beta_{jk} + \sum_{j=1}^{22} (SEC_{ij} \beta_{jk}) + LCAHT92_i \alpha_k + CSTTE \beta_k \right)}{\sum_{m=1}^r \left(\exp \left(\sum_{j=1}^{10} PRIN_{ij} \beta_{jm} + \sum_{j=1}^{22} (SEC_{ij} \beta_{jm}) + LCAHT92_i \alpha_k + CSTTE \beta_m \right) \right)}$$

Tableau 20 : Résultats synthétiques de l'ACP pour les axes factoriels 3 à 10

Où $SEC1$ à $SEC22$ sont des variables muettes sectorielles définies au niveau de la NAFRD et $LCAHT92$ est le log du chiffre d'affaires hors taxes en 1992

Deux autres spécifications faisant intervenir la taille sous forme discrète (Modèle II) ou en remplaçant les variables muettes sectorielles par une mesure des opportunités technologiques sectorielles (Modèle III) ont été estimées. Elles sont reportées à titre indicatif en Annexe.

b. Modèles type 2 'sur données brutes'note93

Ces modèles mesurent les objectifs de l'innovation à partir des réponses brutes des firmes aux questions Q211, ..., Q226. L'emploi de ces variables n'est pas sans poser problème d'un point de vue économétrique compte tenu de leur forte corrélationnote94. Le modèle qui sera estimé (Modèle IV) sera de la forme suivant :

$$\Pr(Y_i = k) = \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^{10} Q_{ij} \beta_{jk} + \sum_{j=1}^{22} (SEC_{ij} \beta_{jk}) + LCAHT92_i \alpha_k + CSTTE \beta_k\right)}{\sum_{m=1}^r \left(\exp\left(\sum_{j=1}^{10} Q_{ij} \beta_{jm} + \sum_{j=1}^{22} (SEC_{ij} \beta_{jm}) + LCAHT92_i \alpha_k + CSTTE \beta_m\right) \right)}$$

Où Q1 à Q10 sont les réponses des firmes aux questions Q211 à Q226 ; SEC1 à SEC22 sont des variables muettes sectorielles définies au niveau de la NAFRD et LCAHT92 est le log du chiffre d'affaires hors taxes en 1992. Nous reportons à titre indicatif en annexe une variante de ce type de modèle qui prend en compte la taille sous forme discrète (Modèle V).

c. Modèles type 3 sur 'typologie a priori'

Les objectifs de l'innovation sont mesurés dans ce type de modèle à l'aide d'une typologie *a priori* construite à partir d'une combinaison linéaire des réponses aux variables Q212 ... Q226. Cette typologie distingue les objectifs d'extension du marché (Mkt), de flexibilité (Flex), de qualité (Qual) et de coûts (Cost). Sa procédure de construction est décrite en annexe Cette typologie présente l'inconvénient de ne pas forcément renvoyer une image fidèle de la structuration réelle des objectifs des firmes. Comme dans le cas des données brutes, on observe aussi une forte corrélation entre ces 4 variables, qui rend difficile toute modélisation économétrique Le modèle qui sera estimé (Modèle VI) sera de la forme suivant :

$$\Pr(Y_i = k) = \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^4 Obj_{ij} \beta_{jk} + \sum_{j=1}^{22} (SEC_{ij} \beta_{jk}) + LCAHT92_i \alpha_k + CSTTE \beta_k\right)}{\sum_{m=1}^r \left(\exp\left(\sum_{j=1}^4 Obj_{ij} \beta_{jm} + \sum_{j=1}^{22} (SEC_{ij} \beta_{jm}) + LCAHT92_i \alpha_k + CSTTE \beta_m\right) \right)}$$

Où Obj1 à Obj4 correspondent respectivement aux variables Mkt, Flex, Qual et Cost.; SEC1 à SEC22 sont des variables muettes sectorielles définies au niveau de la NAFRD et LCAHT92 est le log du chiffre d'affaires hors taxes en 1992. Nous reportons à titre indicatif en Annexe une variante de ce type de modèle qui prend en compte la taille sous forme discrète (Modèle VII).

Les modèles de types 2 et 3 présentent une forte multicollinéarité de sorte que leurs résultats ne seront reportés qu'à titre indicatif pour appuyer les interprétations faites à partir des modèles de type 1. Plus précisément, nous focaliserons notre attention sur le modèle I.

§ 2 : Procédure d'estimation et présentation des résultats

Les coefficients seront estimés à l'aide de régressions logistiques multinomiales dont les principes généraux et les contraintes sont décrites plus précisément en annexe. Ces modèles imposent de raisonner en termes de probabilités relatives entre les différentes modalités de la variable endogène après avoir défini une modalité de référence. Dans notre cas, les résultats des estimations seront présentés en termes de *probabilités relatives* en utilisant la modalité 'innovation de produit&procédé' comme référence. Deux vecteurs de coefficients seront donc estimésnote95 :

- un pour $\Pr(y=\text{produit})/\Pr(y=\text{produit}\&\text{procédé})$ noté [1] qui représente la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en produits & procédés ;
- un pour $\Pr(y=\text{procédé})/\Pr(y=\text{produit}\&\text{procédé})$ noté [2] qui représente la probabilité relative d'innover en procédés plutôt qu'en produits & procédés.

Il en résulte que pour chaque variable exogène deux coefficients sont à estimer, un sur le vecteur [1] et l'autre sur le vecteur [2]. Pour faciliter l'interprétation des résultats un troisième vecteur de coefficient noté [3] (dédduit des deux premiers^{note96}) représente les coefficients estimés associés à la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés : $\Pr(y=\text{produit})/\Pr(y=\text{procédé})$. Il est ainsi possible de juger directement si la différence observée entre les deux premières probabilités relatives est significative ou non.

Concrètement les estimations ont été réalisées par la méthode du maximum de vraisemblance à l'aide des logiciels Stata v.6 (procédure SVYMLOG) et SAS v8 (procédure CATMOD). Dans les deux cas les coefficients de redressement ont été pris en compte. Les deux logiciels produisent des estimations similaires si tant est que les coefficients de redressement sont correctement pris en compte (en particulier emploi de coefficients de redressement normalisés sous SAS)^{note97}.

§ 3 : Résultats des estimations

Les résultats synthétiques des estimations des modèles I, V et VI sont reportés dans les trois tableaux suivants (Tableaux 21,22,23). Des résultats plus détaillés pour les trois types de modèles et l'ensemble des spécifications (I à VII) sont reportés en annexe. Par ailleurs, nous avons réalisé le même type d'analyse à partir de l'enquête CIS2 dont les résultats sont reportés en Annexe XXI. Seuls les résultats obtenus à partir de l'enquête CIS1 et du modèle I feront l'objet d'une étude spécifique : les autres modèles et CIS2 seront mobilisés à titre indicatif pour étayer nos propos.

Dans un premier temps nous présentons les résultats les plus généraux permettant de juger de la qualité globale du modèle et de mettre en évidence certaines 'grandes tendances'. Dans un second temps nous explorons en détail l'impact des objectifs / questionnements technologiques sur les comportements innovants des firmes.

Tableau 21 : L'impact du questionnement technologique sur le type de comportement innovant dans l'enquête CIS1 : Synthèse du modèle n°I

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Modèle I

Intitulé

Nom

P(Iprod/Iprodoc) [1]

P(Iproc/Iprodoc) [2]

P(Iprod/Iproc) [3]

Constante

_cons

0,906

6,025****

-5,119****

Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)

PRIN1

-0,313****

-0,162****

-0,151****

Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)

PRIN2

0,209****

-0,744****

0,952****

Axe 3 : Relance des produits existants (obsolètes / qualité)

PRIN3

0,103

-0,084

0,187**

Axe 4 : Amélioration des caract. orga. vs méca. du proces. prod.

PRIN4

-0,26****

0,027

-0,287***

Axe 5 : Amélio. de la Qual. des prod. existants vs. remplact. des prod. Obso.

PRIN5

0,008

-0,088

0,096

Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géographiques

PRIN6

0,023

-0,494****

0,518****

Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits

PRIN7

0,046

-0,025

0,071

Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la consommation d'énergie

PRIN8

0,036

-0,112

0,149

Axe 9 : Réduc. des coûts salariaux vs. réduc. des conso. de mat.

PRIN9

-0,136
-0,107
-0,029

Axe 10 : Réduc. de rebut des produits vs. réduc. des conso. de mat.

PRIN10

-0,159
-0,256**
0,098

Ln(CAHT92)

LnCAHT92

-0,245****
-0,486****
0,241****

22 indicatrices sectorielles

SEC1...SEC23

Voir annexe

L0 (Log vraisemblance initiale)

-9648,9373

L1 (Log vraisemblance finale)

-7673,0931

Pseudo R² (1-L1/L0)

0,2048

Taux de bonne prédiction :

0.6159

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Modèle I

Intitulé

Nom

P(Iprod/Iprodoc) [1]

P(Iproc/Iprodoc) [2]

P(Iprod/Iproc) [3]

Constante

_cons

0,906
6,025****
-5,119****

Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)

PRIN1

-0,313****
-0,162****
-0,151****

Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)

PRIN2

0,209****

-0,744****

0,952****

Axe 3 : Relance des produits existants (obsolètes / qualité)

PRIN3

0,103

-0,084

0,187**

Axe 4 : Amélioration des caract. orga. vs méca. du proces. prod.

PRIN4

-0,26****

0,027

-0,287***

Axe 5 : Amélio. de la Qual. des prod. existants vs. remplact. des prod. Obso.

PRIN5

0,008

-0,088

0,096

Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géographiques

PRIN6

0,023

-0,494****

0,518****

Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits

PRIN7

0,046

-0,025

0,071

Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la consommation d'énergie

PRIN8

0,036

-0,112

0,149

Axe 9 : Réduc. des coûts salariaux vs. réduc. des conso. de mat.

PRIN9

-0,136

-0,107

-0,029

Axe 10 : Réduc. de rebut des produits vs. réduc. des conso. de mat.

PRIN10

-0,159

-0,256**

0,098

Ln(CAHT92)

LnCAHT92

-0,245*****

-0,486*****

0,241*****

22 indicatrices sectorielles

SEC1...SEC23

Voir annexe

L0 (Log vraisemblance initiale)

-9648,9373

L1 (Log vraisemblance finale)

-7673,0931

Pseudo R² (1-L1/L0)

0,2048

Taux de bonne prédiction :

0.6159

Tableau 22 : L'impact du questionnement technologique sur le type de comportement innovant dans l'enquête CIS1: Synthèse du modèle n°IV

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, ***** à 0,1%

Modèle IV

Intitulé

Nom

P(Iprod/Iprodoc) [1]

P(Iproc/Iprodoc) [2]

P(Iprod/Iproc) [3]

Constante

_cons

0,906

6,025*****

-5,119*****

remplaçant les produits devenus obsolètes

q211-Obso

0,028

-0,369*****

0,397*****

améliorant la qualité des produits existants

q212-QualProd

-0,025

0,023
-0,048

étendant la gamme des produits

q213-Gam
0,013
-0,616****
0,629****

se tournant vers de nouveaux marchés géographiques

q214-MktGéo
0,059
-0,072
0,131*

donnant plus de flexibilité à votre production

q221-Flex
-0,206****
0,144**
-0,35****

réduisant les coûts salariaux

q222-CtW
-0,173***
-0,029
-0,144*

diminuant les consommations de matériaux

q223-CtMat
0,113*
0,067
0,046

abaissant la consommation d'énergie

q224-CtEner
-0,127
-0,052
-0,076

réduisant le taux de rebut des produits

q225-Rebut
-0,164***
-0,016
-0,148*

réduisant le cycle de conception des produits

q226-CyCon
-0,172***
0,06
-0,232***

Ln(CAHT92)

LnCAHT92

-0,245****

-0,486****

0,241****

22 indicatrices sectorielles

SEC1...SEC23

Voir annexe

L0 (Log vraisemblance initiale)

-9648,9373

L1 (Log vraisemblance finale)

-7673,0931

Pseudo R² (1-L1/L0)

0,2048

Taux de bonne prédiction :

0.6159

Modèle IV

Intitulé

Nom

P(Iprod/Iprodoc) [1]

P(Iproc/Iprodoc) [2]

P(Iprod/Iproc) [3]

Constante

_cons

0,906

6,025****

-5,119****

remplaçant les produits devenus obsolètes

q211-Obso

0,028

-0,369****

0,397****

améliorant la qualité des produits existants

q212-QualProd

-0,025

0,023

-0,048

étendant la gamme des produits

q213-Gam

0,013

-0,616****

0,629****

se tournant vers de nouveaux marchés géographiques

q214-MktGéo

0,059

-0,072

0,131*

donnant plus de flexibilité à votre production

q221-Flex

-0,206****

0,144**

-0,35****

réduisant les coûts salariaux

q222-CtW

-0,173***

-0,029

-0,144*

diminuant les consommations de matériaux

q223-CtMat

0,113*

0,067

0,046

abaissant la consommation d'énergie

q224-CtEner

-0,127

-0,052

-0,076

réduisant le taux de rebut des produits

q225-Rebut

-0,164***

-0,016

-0,148*

réduisant le cycle de conception des produits

q226-CyCon

-0,172***

0,06

-0,232***

Ln(CAHT92)

LnCAHT92

-0,245****

-0,486****

0,241****

22 indicatrices sectorielles

SEC1...SEC23

Voir annexe

L0 (Log vraisemblance initiale)

-9648,9373

L1 (Log vraisemblance finale)

-7673,0931

Pseudo R² (1-L1/L0)

0,2048

Taux de bonne prédiction :

0.6159

Tableau 23 : L'impact du questionnement technologique sur le type de comportement innovant dans l'enquête CIS1 : Synthèse du modèle n°VI

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Modèle VI

Intitulé

Nom

P(Iprod/Iprodoc) [1]

P(Iproc/Iprodoc) [2]

P(Iprod/Iproc) [3]

Constante

_cons

0,743

5,966****

-5,223****

Score moyen des questions Q211 Q213 Q214 relatives à l'obsolescence, la gamme des produits, la conquête de nouveaux marchés.

Mkt

0,123

-1,051****

1,174****

Score moyen des questions Q221 Q226 relatives à la flexibilité de la production et à la réduction du cycle de conception des produits.

Flex

-0,421****

0,181**

-0,602****

Score moyen des questions Q212 Q225 relatives à l'amélioration de la qualité des produits et à la réduction des rebuts.

Qual

-0,152**

0,036

-0,187**

Score moyen des questions Q222 Q223 Q224 relatives à la réduction du coût du travail, des conso. d'énergie et des conso. intermédiaires.

Cost
-0,2**
0,022
-0,221*

Ln(CAHT92)
LnCAHT92
-0,23****
-0,487****
0,258****

22 indicatrices sectorielles
SEC1...SEC23

Voir annexe

L0 (Log vraisemblance initiale)
-9648,9373
L1 (Log vraisemblance finale)
-7818,172

Pseudo R² (1-L1/L0)
0,1897
Taux de bonne prédiction :
0.621

Les détails des estimations (coefficients estimés pour les variables muettes sectorielles, tableaux de classification, score de Brière, tests d'hypothèses sur les équations et les variables) sont reportés en annexe.

Le même type d'analyse a été réalisé à partir de l'enquête CIS2.

Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992

a. Résultats préliminaires et principales tendances du modèle I

Qualité globale des estimations

Le modèle I (comme l'ensemble des modèles I à VI) est très fortement significatif. Le test de Wald de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés^{note98} renvoie un $F(66 ; 1582) = 6,62$ très hautement significatif (si H0 était vrai il y aurait moins de 1 chance sur 10000 pour qu'une variable aléatoire suivant une loi $F(66 ; 1582)$ prenne une valeur supérieure ou égale à 6,62).

La qualité globale de l'ajustement aux données est quant à elle satisfaisante pour ce type de modèle : le pseudo-R²^{note99} est de l'ordre de 20%^{note100}. En calculant des probabilités estimées à partir des résultats du modèle il est en outre possible de reclasser correctement 61% des observations.

Impact des variables contrôle

En ce qui concerne les variables contrôle, on constate que la dimension sectorielle agit de manière très significativenote101 quel que soit le type de modèle considéré. Cet effet est perceptible aussi bien lorsque la dimension sectorielle est prise en compte par le biais de variables muettes sectorielles que lorsqu'elle est

appréhendée par la variable 'synthétique' NBINNO. La taille exerce aussi un effet significatif en faveur des comportements d'innovation de produit & procédé et de produit par rapport aux comportements d'innovation de procédé. Cet impact est évident avec la variable lnCAHT92 mais moins affirmé lorsque la taille est mesurée de manière discrète à l'aide d'indicatrices de tailles (Q2 ... Q5)^{note102}.

Afin de tester un éventuel impact des variables contrôle sur les coefficients estimés associés aux objectifs de l'innovation nous reportons en annexe les résultats de régressions effectuées pour chaque quantile de CAHT92 et chaque secteur. Ces estimations ne semblent pas remettre en question la généralité des résultats qui vont à présent être commentés.

b. L'impact des questionnements technologiques sur les comportements innovants

Conformément aux développements théoriques standards et évolutionnistes, le but de ces estimations est dans un premier temps de déceler un hypothétique effet des objectifs / questionnements technologiques des firmes sur leur comportement innovant et dans un second temps de tester l'impact de certains facteurs suggérés par la théorie. Nous poursuivrons par une discussion plus générale sur les objectifs caractéristiques des innovateurs de produits & procédés par rapport aux innovateurs de produits et aux innovateurs de procédés. Sauf mention contraire, par défaut l'ensemble des résultats provient du modèle I.

La nature du questionnement technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant ?

Considérant le modèle I, pour répondre à cette question il nous faut tester l'hypothèse nulle selon laquelle l'ensemble des coefficients estimés associés aux composantes principales PRIN1, ..., PRIN10 sont égaux à 0^{note103}. Réalisant un test de Wald on obtient alors un $F(20 ; 1628) = 13,60$ qui conduit au rejet de l'hypothèse nulle avec un risque critique inférieur à 1/10000. Autrement dit, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse selon laquelle

la nature des questionnements technologiques développés par les firmes agit sur leur type de comportement innovant.'

Approfondissant cette analyse il est possible de réaliser des tests

variable par variable (i.e. composante principale par composante principale) tels qu'ils sont reportés dans le Tableau 101. Ces tests mettent en évidence les questionnements qui agissent le plus sur la détermination des comportements innovants. Cinq axes classés par ordre d'importance décroissante sont significatifs au seuil des 5% pour le modèle considéré dans son ensemble :

-
- Axe 2 'la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)'
-
- Axe 1 'l'optimisation de la production (questions sur les moyens)'
-
- Axe 6 'Diversification vs. nouveaux espaces géographiques'
-
- Axe 4 ' Amélioration des caract. orga. vs méca. du proces. prod.'

•
Axe 10 'Réduc. de rebut des produits vs. réduc. des conso. de mat.'

Comme l'indique le classement proposé, ces variables n'exerceraient pas toutes le même impact. Des tests de Wald effectués entre PRIN2/PRIN1, PRIN1/PRIN6, PRIN6/PRIN4, PRIN4/PRIN10 confirment statistiquement cette idée^{note104}^{note105} de sorte qu'il est possible de proposer la relation d'ordre suivante qui hiérarchise les variables en fonction de leur impact global dans la détermination des comportements innovants :

Tableau 24 : Hiérarchie de l'impact des objectifs / questionnements du changement technologique sur les comportements innovants

Résultat du test PRIN _x =PRIN _y	****	***	****	**
Variable (composante principale)	PRIN2 >	PRIN1 >	PRIN6 >	PRIN4 > ; PRIN10
Proportion d'inertie portée par l'axe dans l'ACP	12%	36%	6%	8% 5%

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1% Source : A partir des résultats obtenus dans le Modèle I, sur les données de CIS1

Cette relation d'ordre est importante. Elle montre en premier lieu que ce sont les deux premiers axes factoriels de l'ACP qui agissent le plus sur les comportements innovants. Il s'agit précisément de deux des trois axes auxquels nous avons pu appliquer une grille de lecture théorique. En second lieu, on constate que sur deux axes caractéristiques des questionnements sur les fins (axe 2 et 3) seul l'axe 2 caractéristique des questionnements / objectifs présentant le plus fort niveau de radicalité exerce un effet globalement significatif au seuil des 5%. Finalement, on observe que la hiérarchie de l'analyse factorielle (en termes d'inertie) n'est pas strictement respectée par la régression logistique comme l'indique la première position de PRIN2 devant PRIN1 (alors que l'inertie portée par PRIN2 représente 1/3 de celle de PRIN1) et de PRIN6 devant PRIN4.

Les questionnements relatifs aux fins induisent-ils plutôt l'apparition d'innovations de produits que d'innovations de procédés ?

Les résultats de l'ACP indiquaient que les composantes principales n°2 (PRIN2) et n°3 (PRIN3) pouvaient être interprétés comme caractéristiques des questionnements relatifs aux fins / objectifs d'accroissement des ventes. Si tel est effectivement le cas les analyses standards et évolutionnistes prédisent que des coordonnées plus élevées sur cet axe doivent induire une augmentation de la probabilité relative d'innovation de produit plutôt que d'innovation de procédé. Pour vérifier si effectivement l

es

questionnements relatifs aux fins induisent plutôt l'apparition d'innovations de produits que d'innovations de procédés

il suffit donc de relever les coefficients estimés reportés à l'intersection du vecteur [3] et de la ligne correspondant à PRIN2 et PRIN3 dans le Tableau 21. Le coefficient estimé associé à PRIN2 ([3]PRIN2=0,952****) indique comme espéré un effet significatif et positif des questionnements relatifs aux fins les plus radicaux sur la probabilité d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédés. Bien que beaucoup plus faible, le coefficient estimé associé à PRIN3 ([3]PRIN3=0.187**) est lui aussi positif et significatif. Les questionnements sur les fins plus incrémentaux exerceraient donc aussi un impact positif et significatif sur la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés.

Cette estimation est cohérente avec l'ensemble des autres résultats dont nous disposons:

La nature du questionnement technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant ?

- Dans le modèle IV ce sont bien les variables q211 (Obso), q213 (Gam) qui agissent le plus favorablement sur l'innovation de produit plutôt que sur l'innovation de procédé. On notera toutefois la faible performance de la variable q214 (MktGéo) qui contribue pourtant fortement dans le modèle I à la définition de PRIN2.

-

Dans le modèle VI la variable composite Mkt dont l'interprétation est sans équivoque agit significativement en faveur de l'innovation de produit plutôt qu'en faveur de l'innovation de procédé.

-

Lorsque nous réestimons un modèle similaire au modèle I par quantile de CAHT en 1992 ou par secteur, nous obtenons toujours des coefficients estimés positifs (voir le Tableaux 141, 142).

-

La même analyse reproduite à partir des données de CIS2 renvoie pour [3]PRIN2 et [3]PRIN3 (qui font l'objet des mêmes interprétations) des coefficients estimés significatifs et positifs (voir Tableau 156).

En résumé, concernant les questionnements relatifs aux fins, leur impact semble être particulièrement favorable aux comportements d'innovation de produit plutôt qu'aux comportements d'innovations de procédés. L'examen du vecteur [1] dans le Tableau 21 sur lequel sont reportées les probabilités relatives d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé nous indique aussi que PRIN2 ('Questionnement sur les fins') agit plus en faveur de l'innovation de produit que de l'innovation de produit & procédé. Sur le vecteur [2] nous observons en revanche que la probabilité relative d'innover en procédés par rapport à celle d'innover en produits & procédés décroît lorsque PRIN2 augmente. Il est donc possible de classer les comportements innovants en fonction de leur sensibilité à PRIN2 : les comportements d'innovation de produit sont effectivement plus sensibles que tout autre comportement innovant à l'intensification des questionnements sur les fins, viennent ensuite les comportements innovants de produits & procédés et finalement de produits.

L'examen des autres composantes principales agissant positivement sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé indique un effet positif fortement significatif de PRIN6 ([3]PRIN6=0.518****)note106. PRIN6 oppose les objectifs de diversification par *extension de la gamme des produits* à ceux de *conquête de nouveaux marchés géographiques*. Dans les deux cas il s'agit bien du même questionnement sur les fins qui, nous l'avons vérifié sur PRIN2, induit effectivement un biais en faveur de l'innovation de produit par rapport à tout autre type de comportement innovant. Cependant cet axe indique que ces deux types d'objectifs n'exercent pas des effets d'ampleurs comparables : un renforcement de l'objectif d'extension de la gamme des produits par rapport à celui de conquête de nouveaux marchés géographiques favoriserait fortement les comportements d'innovations de produits par rapport à ceux d'innovations de procédés. Comment expliquer ce phénomène ? Alors que la résolution des questions posées par l'objectif d'extension de la gamme des produits ne peut être effectivement atteinte que par le développement de nouveaux produits, la conquête de nouveaux marchés géographiquesnote107 peut tout aussi bien transiter par lancement de nouveaux produits que par des innovations de procédés ayant préalablement entraîné une réduction des coûts qui a été répercutée sur les prix de vente de produits déjà existants. Ce résultat illustre donc des situations dans lesquelles deux types de comportements innovants différents peuvent être développés sur la base d'un même questionnement.

Les questionnements relatifs aux moyens induisent-ils plutôt l'apparition d'innovations de procédés que d'innovations de produits ?

Le Tableau 21 fait état d'un coefficient estimé associé à PRIN1 sur le vecteur [3] significativement différent de zéro et négatif ([3]PRIN1=-0.1551****). Ce résultat nous permet donc de rejeter avec un risque critique inférieur à 1/10000 l'hypothèse nulle et de conclure conformément aux a priori théoriques que des

La nature du questionnement technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant?

questionnements sur les moyens plus marqués (ou alternativement des objectifs de réduction de coûts plus forts) réduisent la probabilité d'innover en produits plutôt qu'en procédés.

Si ce résultat semble très simple, il n'est pas sans susciter quelques remarques d'ordre empirique et théorique. D'un point de vue purement empirique, on constate que l'impact de PRIN1 sur l'innovation de procédé est en valeur absolue significativement plus faible que celui de PRIN2^{note108}. Les questionnements sur les fins et sur les moyens (ou alternativement les objectifs d'accroissement des ventes et de réduction des coûts) n'exerceraient donc pas des effets symétriques sur les comportements d'innovations de produits et de procédés. L'effet favorable pour l'innovation de produit des questionnements sur les fins sur-compenserait largement l'effet négatif des questionnements sur les moyens. Bien que le déséquilibre soit moins marqué lorsqu'on cumule les effets favorables à l'innovation de procédé de PRIN1 et de PRIN4 le même phénomène de déséquilibre favorable à l'innovation de produit s'observe^{note109}. Par ailleurs, les estimations faites sur CIS1 pour chaque quantile de CAHT et pour chaque secteur montrent que l'impact de PRIN1 en faveur de l'innovation de procédé plutôt que de produit n'est pas systématique^{note110}. Finalement, les résultats fournis par CIS2 remettent clairement en question cette hypothèse puisqu'elle n'y est pas validée^{note111} (on notera cependant que la composition de PRIN1 dans CIS2 est quelque peu différente de celle de PRIN1 dans CIS1).

D'un point de vue plus théorique il est surprenant de constater que PRIN1 n'est pas la principale variable favorable à l'innovation de procédé plutôt que de produit. En effet, PRIN1 est 'concurrencé' par PRIN4 qui agit aussi significativement ($[3]PRIN4 = -0.287^{***}$) et de manière équivalente^{note112} en faveur des innovations de procédés plutôt que des innovations de produits. PRIN4 oppose les objectifs d'amélioration organique du processus productif (tels que la flexibilité Q221 et la réduction du cycle de conception des produits Q226) aux objectifs de réduction du coût des consommations intermédiaires^{note113}. Ces deux types d'objectifs sont déjà bien représentés sur l'axe 1 qui regroupe l'ensemble des questionnements sur les moyens^{note114}. Le supplément d'information que nous apporte PRIN4 par rapport à PRIN1 concerne donc l'impact relatif de ces deux groupes d'objectifs. L'impact négatif de PRIN4 sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé signifie que les objectifs d'amélioration organique du processus productif (coordonnées positives sur PRIN4) agissent plus défavorablement sur l'innovation de produit (i.e. favorablement sur l'innovation de procédé) que les objectifs de réduction du coût des consommations intermédiaires (coordonnées négatives sur PRIN4). Ce résultat était difficile à prévoir *a priori*. Il signifie que l'innovation de procédé n'est pas uniquement et principalement motivée par des objectifs de réduction des coûts mais plutôt par l'amélioration des caractéristiques organiques du processus productif dans une perspective de compétition hors coûts (par la flexibilité en particulier). Cette analyse est amplement confirmée par les résultats des modèles IV et VI. En particulier, le modèle IV sur le vecteur [3] n'associe aucun coefficient significatif^{note115} aux variables directement liées aux coûts (coûts salariaux, coûts des matières, de l'énergie) alors que les variables liées à la recherche d'une plus grande flexibilité (Q221 et Q226) présentent un impact significatif favorable à l'innovation de procédé plutôt qu'à l'innovation de produit^{note116}.

Cette analyse est très riche d'enseignements. Elle nous permet de confirmer l'hypothèse selon laquelle dans leur globalité les questionnements relatifs aux moyens (et les objectifs de réduction de coûts) participeraient à l'émergence d'innovations de procédés plutôt que de produits mais aussi de saisir la fragilité de cette relation comme l'indiquent les estimations annexes effectuées par quantile de chiffre d'affaires hors taxes, par secteur et sur CIS2. En tout état de cause les résultats obtenus à partir de CIS1 remettent en question l'idée selon laquelle les objectifs de réduction de coûts *stricto sensu* sont les principaux facteurs de l'innovation de procédé plutôt que de produit. En effet, les objectifs de réduction de coûts s'intégreraient dans une logique plus générale d'amélioration des performances quantitatives et qualitatives du processus productif ainsi que l'indique PRIN1 et dans laquelle les objectifs de flexibilité et de réduction du cycle de conception des produits seraient privilégiés (PRIN4).

La spécificité des questionnements technologiques des innovateurs de produits & procédés

La littérature économique théorique nous fournit très peu d'indices pour imaginer *a priori* quelles sont les

La nature du questionnaire technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant?

spécificités du questionnement technologique des firmes innovantes en produits & procédés par rapport aux firmes innovantes en produits uniquement ou procédés uniquement. On pourrait raisonnablement imaginer que les objectifs technologiques des innovateurs de produits & procédés se situent à mi-chemin entre les deux. La seule hypothèse théorique existante pour l'heure est celle de Athey et Schmutzler [1994] pour lesquels la flexibilité constituerait un élément essentiel facteur d'innovations de produits & procédés. Un rapide examen de nos résultats les plus généraux tend à remettre fortement en question une représentation parfaitement intermédiaire des innovateurs de produits & procédés en matière d'objectifs du changement technologique. Nous pouvons par exemple tester sur chaque vecteur ([1], [2] et [3]) l'hypothèse nulle selon laquelle l'ensemble des coefficients estimés associés aux objectifs de l'innovation sont égaux à zéro¹¹⁷. Quel que soit le modèle retenu (I à VI) on observe que l'hypothèse nulle est plus fortement rejetée sur le vecteur [3] que sur le vecteur [2] qui lui-même rejette plus fortement l'hypothèse que le vecteur [1]¹¹⁸. Ceci signifie que les plus fortes différences de sensibilités aux objectifs de l'innovation se localisent entre les innovateurs de produits et de procédés (vecteur [3]) puis entre les innovateurs de procédés et de produits & procédés (vecteur [2]) et finalement entre les innovateurs de produits et les innovateurs de produits & procédés (vecteur [1]). Ces résultats confirment donc l'idée selon laquelle en matière de questionnement technologique les innovateurs de produits et de procédés constituent deux entités polaires (la différence de sensibilité aux objectifs de l'innovation est maximum entre ces deux types d'innovateurs) mais ils soulignent la plus forte proximité des innovateurs de produits & procédés avec les innovateurs de produits plutôt qu'avec les innovateurs de procédés comme l'illustre de manière informelle la Figure 11.

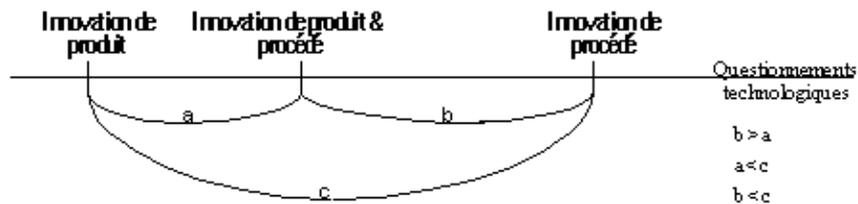


Figure 11 : Proximités des comportements innovants en termes de questionnement technologique

[Note:

118. Source : A partir des résultats obtenus dans le Modèle I,(Tableau 21) sur les données de CIS1

]

Cette proximité plus forte des innovateurs de produits & procédés avec les innovateurs de produits plutôt qu'avec les innovateurs de procédés se retrouve systématiquement dans les tableaux de classification réalisés à partir des résultats des estimations¹¹⁹ : lors de la prédiction des comportements innovants les confusions entre innovateurs de produits et de produits & procédés sont beaucoup plus fréquentes que les confusions entre innovateurs de procédés et de produits & procédés¹²⁰.

Ce résultat tend à confirmer l'hypothèse communément faite dans les modèles théoriques et amplement commentée dans le chapitre II selon laquelle les questionnements typiques des innovations de produits conduiraient plus facilement au développement concomitant d'innovations de procédés (et donc à l'apparition d'innovations de produits & procédés) que les questionnements caractéristiques des innovations de procédés.

Malgré cette proximité plus importante des innovateurs de produits & procédés avec les innovateurs de produits qu'avec les innovateurs de procédés, des différences de sensibilité significatives existent entre l'ensemble de ces trois types de comportements innovants comme l'indiquent les tests reportés dans la note de bas de page n°118. Une analyse spécifique des questionnements ou objectifs propres aux innovateurs de produits & procédés doit donc être proposée. Pour mener à bien cette étude nous distinguerons trois groupes de variables en fonction de leur impact sur les comportements d'innovation de produits & procédés par

La nature du questionnement technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant?

rapport aux autres types de comportements innovants :

•

Le premier groupe inclut les variables qui agissent tantôt favorablement, tantôt défavorablement sur l'innovation de produits & procédés en fonction du vecteur considéré [1] ou [2]. Il s'agit des variables auxquelles les innovateurs de produits & procédés présentent une sensibilité **intermédiaire** entre les innovateurs de produits et de procédés.

•

Le second groupe est formé des variables qui exercent un effet significativement plus important/faible sur les comportements d'innovation de produits & procédés vis-à-vis de l'un uniquement des deux autres types de comportements innovants mais pas des deux à la fois. Cette situation est caractéristique des objectifs / questionnements auxquels les innovateurs de produits & procédés sont aussi sensibles que les innovateurs de produits OU de procédés indiquant par-là de fortes **proximités**.

•

Le troisième groupe est composé des variables auxquelles les comportements d'innovation de produits & procédés réagissent plus fortement que tout autre type de comportement innovant. Ces variables permettent de mettre en évidence les objectifs technologiques **spécifiques** aux innovateurs de produits & procédés.

Dans le premier groupe de variables nous classerons PRIN2 (caractéristique des questionnements sur les fins présentant un certain degré de radicalité)^{note121}. La sensibilité des comportements d'innovation de produits & procédés aux questionnements sur les fins est en effet intermédiaire entre celle des comportements d'innovation de produit et celle des comportements d'innovation de procédé tout en s'en distinguant significativement dans les deux cas (i.e. les innovateurs de produits & procédés présente une sensibilité significativement inférieure à celle des innovateurs de produits^{note122} mais significativement supérieure à celle des innovateurs de procédés^{note123}). Le second groupe de variables est constitué de PRIN4, PRIN6 et PRIN10. Sur PRIN4 ('amélioration des caract. orga. vs méca. du proces. prod.') la proximité est avec les comportements d'innovations de procédés^{note124} : l'amélioration des caractéristiques organiques du processus productif (flexibilité, réduction du cycle de conception des produits) plutôt que la réduction des consommations intermédiaires favoriserait conjointement le développement de comportements d'innovations de procédés^{note125} et de produits & procédés^{note126} plutôt que d'innovations de produits. En revanche, sur PRIN6 ('Diversification vs. nouveaux espaces géographiques') la proximité est avec les comportements d'innovations de produits^{note127}. Favoriser des objectifs de diversification (extension de la gamme) plutôt que des objectifs de conquête de nouveaux marchés géographiques stimulerait conjointement le développement de comportements d'innovations de produits^{note128} et de produits & procédés^{note129} plutôt que d'innovations de procédés. Finalement l'impact de PRIN10 ('Réduc. de rebut des produits vs. reduc de conso. de mat.') est aussi très intéressant puisque les comportements d'innovations de produits & procédés semblent plus favorablement affectés par cette variable que les comportements d'innovations de procédés^{note130}. La variable PRIN10 oppose principalement deux variables (Q225 'réduction du taux de rebut des produits' et Q223 'diminution des consommations de matériaux') qui par ailleurs contribuent très fortement à la définition de PRIN1. [2]PRIN10 renvoie donc le poids relatif des différents types de questionnements sur les moyens dans l'apparition d'innovations de produits & procédés plutôt que de procédés. Le fait que ce coefficient estimé soit négatif indique qu'un renforcement de l'objectif de 'réduction du taux de rebut des produits' par rapport à celui de 'diminution des consommations de matériaux' induit une réduction de la probabilité relative d'innover en procédés plutôt qu'en produits & procédés. Ceci signifie que les innovateurs de produits & procédés se distinguent des innovateurs de procédés par une attention particulière portée sur l'amélioration des performances du processus productif du point de vue de la fiabilité du processus productif plutôt que du point de vue de la réduction du coût des matières.

La nature du questionnaire technologique développé par les firmes agit-elle sur leur comportement innovant?

Finalement, le troisième groupe de variable n'inclut que PRIN1 ('questionnement sur les moyens'). Des coordonnées croissantes sur PRIN1 favoriseraient l'innovation de produits & procédés par rapport à tout autre type de comportement innovant et en particulier par rapport aux comportements d'innovation de procédés^{note131} qui théoriquement devraient être les plus favorablement influencés par cette variable. De fait, les comportements d'innovation de produits & procédés se distingueraient des autres types de comportements innovants (y compris des comportements d'innovation de procédé) par leur sensibilité aux objectifs d'amélioration globale des performances du processus productif. La sensibilité des comportements d'innovations de produits & procédés ne serait donc pas systématiquement intermédiaire entre les sensibilités affichées par les innovateurs de produits et les innovateurs de procédés. La distinction explicite entre trois types de comportements innovants (produits, procédés et produits & procédés) trouve alors tout son sens. En l'occurrence nous constatons que ce sont des objectifs sensés favoriser l'innovation de procédé qui en fait aboutissent à des comportements innovants mixtes de produits & procédés. Ceci signifie que les complémentarités entre les comportements innovants de produits et de procédés sont asymétriques puisque les questionnements typiquement associés aux innovations de procédés stimulent plus l'innovation de produit & procédé que l'innovation de procédé elle-même tandis que les questionnements caractéristiques des innovations de produits exercent bien un effet plus favorable sur les comportements d'innovations de produits que sur ceux d'innovations de produits & procédés.

Par conséquent, mis à part l'objectif de 'conquête de nouveaux marchés' (PRIN2) auquel les innovateurs de produits & procédés présentent une sensibilité intermédiaire entre celle des innovateurs de produits et des innovateurs de procédés, il est possible d'affirmer que cette sensibilité médiane n'est pas systématique. Dans un premier temps nous avons montré que pour trois types d'objectifs différents (PRIN4, PRIN6, PRIN10) les innovateurs de produits & procédés présentaient une proximité significativement plus marquée avec l'un des deux autres types de comportement innovant (sur ces trois cas de proximité, deux sont avec l'innovation de produit). Finalement, nous avons souligné une forte spécificité à l'innovation de produit & procédé des questionnements sur les moyens (PRIN1).

Bien que partageant avec les innovateurs de produits et de procédés certains de leurs traits les plus caractéristiques, les innovateurs de produits & procédés seraient spécifiquement motivés par des questionnements portant sur l'amélioration des performances globales du processus productif (PRIN1), avec à la différence des innovateurs de procédés une attention particulière accordée à la réduction des rebuts de produits (qui correspond à une forme d'amélioration de la qualité des produits et de la fiabilité du processus productif) plutôt qu'à la déduction des consommations intermédiaires (PRIN10).

§ 4 : Synthèse des modélisations

L'objectif principal de ce paragraphe était de tester trois hypothèses fondamentales à la plupart des modèles théoriques développés jusqu'à ce jour pour expliquer l'apparition d'innovations de produits plutôt que d'innovations de procédés (et vice versa). La première hypothèse (la plus générale) posait que les objectifs poursuivis par les innovateurs de produits et de procédés différaient très certainement. Quel que soit le modèle considéré cette première hypothèse n'a pas pu être rejetée : différents objectifs technologiques n'exercent en effet pas le même impact sur l'ensemble des comportements innovants. Cette première étape franchie, les théories évolutionnistes et standard suggéraient deux hypothèses supplémentaires :

- Les questionnements sur les fins (objectifs d'accroissement des ventes) stimulent plus les innovations de produits que les innovations de procédés.
- Les questionnements sur les moyens (objectifs de réduction des coûts) stimulent plus les innovations de procédés que les innovations de produits.

Ces deux hypothèses ont pu être facilement vérifiées et certains points supplémentaires ont été soulignés :

-

Des deux axes factoriels caractéristiques des questionnements sur les fins (PRIN2 et PRIN3) le bénéfice maximum en faveur de l'innovation de produit provient de PRIN2 qui caractérise les questionnements sur les fins présentant le plus fort degré de radicalité.

-

Une valorisation plus forte des objectifs de réduction de coûts stricto sensu plutôt que des objectifs de flexibilité ou de réduction du cycle de conception des produits se ferait au détriment de l'innovation de procédé.

En outre, le fait de distinguer explicitement d'une part les innovateurs de produits et de procédés uniquement et d'autre part les innovateurs de produits & procédés nous a permis d'aborder la question originale des objectifs caractéristiques des innovateurs de produits & procédés. Nous avons ainsi montré d'une part qu'ils présentaient globalement une plus forte proximité de questionnement avec les innovateurs de produits que de procédés et que, d'autre part leur principale spécificité résidait dans l'objectif d'amélioration des performances globales du processus productif couplé à une attention particulière portée à la fiabilité du processus productif plutôt que sur la réduction pure et simple des coûts de production.

Section 4 : Conclusion

Conformément à ce que suggèrent les approches évolutionnistes et standards, le but de ce chapitre était de mettre en évidence l'existence de questionnements spécifiques aux innovateurs de produits et de procédés tout en envisageant explicitement le cas des innovations de produits & procédés.

L'exploration empirique de ce sujet s'est fondée sur l'exploitation approfondie de l'enquête CIS1 et plus particulièrement d'un jeu de 10 questions relatives aux objectifs de l'innovation dans l'entreprise. Les données de l'enquête CIS2^{note132} ont aussi été mobilisées mais à titre indicatif compte tenu des doutes qui pèsent sur l'identification des comportements innovants.

Dans un premier temps nous nous sommes interrogés sur la vraisemblance des typologies évolutionnistes et standards au regard de la structuration des données dont nous disposons. Une ACP à partir des données de CIS1^{note133} nous a alors permis de conclure à un certain réalisme des typologies théoriques puisqu'elles permettent avec plus ou moins de succès d'interpréter les trois premiers axes factoriels :

-

l'axe 1 serait caractéristique des questionnements sur les moyens (des objectifs de réductions de coûts) dans une perspective très générale d'amélioration des performances du processus productif dans ses dimensions coûts et qualité simultanément.

-

l'axe 2 représenterait plutôt les questionnements sur les fins (les objectifs d'accroissement des ventes) caractérisées par un degré de rupture relativement fort.

-

l'axe 3 caractériserait aussi les questionnements sur les fins (les objectifs d'accroissement des ventes) qui à la différence de l'axe 2 s'inscriraient plutôt dans une logique incrémentale d'amélioration des produits existants et de remplacement des produits obsolètes.

En dehors de ces trois premiers axes factoriels aucun autre axe n'a pu être facilement rattaché aux typologies théoriques. En particulier aucun axe véritablement caractéristique des objectifs de réduction de coûts stricto sensu n'est apparu.

Par ailleurs, contrairement à ce que les approches théoriques auraient pu suggérer, l'obtention de trois axes factoriels et non d'un seul opposant les questionnements sur les moyens aux questionnements sur les fins semble indiquer que les firmes ne procèdent pas par substitution entre ces deux types de questionnements mais qu'elles les explorent de manière relativement indépendante (perpendiculaire).

Dans un second temps, nous avons testé l'impact des différents axes factoriels sur les comportements innovants adoptés par les firmes. Nous avons ainsi pu valider à l'aide d'une régression logistique multinomiale sur composantes principales quatre propositions théoriques essentielles :

- - 1/ Les questionnements relatifs aux fins (PRIN2 et PRIN3) accroissent significativement la probabilité relative d'innovation en produit par rapport à celle d'innovation en procédé. Ce sont les questionnements les plus radicaux qui exercent le plus fort impact favorable sur l'innovation de produit.
 - - 2/ Les questionnements relatifs aux moyens (PRIN1) accroissent significativement la probabilité relative d'innovation en procédé par rapport à celle d'innovation en produit.
 - - 3/ Les innovateurs de produits développent des questionnements plus proches de ceux des innovateurs de produits & procédés que les innovateurs de procédés. Le passage à l'innovation de produit & procédé à partir d'un comportement d'innovation de produit serait donc plus facile qu'à partir d'un comportement d'innovation de procédé.
 - - 4/ Les firmes innovantes en produits & procédés nourrissent des questionnements technologiques tournés vers l'amélioration des performances globales du processus productif et plus particulièrement vers l'amélioration de la fiabilité du processus productif eu égard aux produits. En particulier l'innovation de produits & procédés seraient plus favorablement influencée par l'axe 1 que tout autre type de comportement innovant (y compris l'innovation de procédé).

Les résultats concernant l'impact des questionnements relatifs aux fins (proposition n°1) peuvent être considérés comme particulièrement robustes. En particulier lorsqu'on considère PRIN2 (axe caractéristique des questionnements sur les fins), ni les différences de tailles entre firmes, ni les spécificités sectorielles, ni même l'emploi de CIS2 ne remettent fortement en cause son effet positif en faveur de l'innovation de produit^{note134}. En revanche l'impact des questionnements relatifs aux moyens en faveur de l'innovation de procédé (proposition n°2) semble beaucoup moins robuste^{note135} lorsque nous segmentons les observations par taille ou par secteur et lorsque nous employons les données de CIS2. La spécificité des innovateurs de procédés par rapport aux innovateurs de produits ne se situerait pas tant sur ce premier axe (PRIN1) que sur des axes factoriels secondaires qui traduisent la recherche d'un processus productif plus performant en termes organiques (flexibilité et conception des produits) plutôt qu'en termes de coûts à proprement parler^{note136}. En fait, la recherche d'un processus productif plus performant dans sa globalité (ainsi que le représente l'axe factoriel 1) ne serait pas le trait distinctif des innovateurs de procédés mais plutôt celui des innovateurs de produits & procédés (proposition n°4). Ce dernier résultat semble très robuste dans la mesure en particulier où ni les différences de tailles entre firmes, ni les spécificités sectorielles, ni même l'emploi de CIS2 ne permettent de le réfuter. En outre, malgré une proximité marquée des innovateurs de produits & procédés avec

les innovateurs de produits qu'avec les innovateurs de procédés (proposition n°3), ce résultat trahirait l'existence de complémentarités plus fortes allant des questionnements sur les moyens vers l'innovation de produit (et donc l'innovation de produit & procédé) que de complémentarités inverses allant de questionnements sur les fins vers l'innovation de procédé (et donc vers l'innovation de produit & procédé).

Nous avons souligné dans ce chapitre la proximité des prémices théoriques évolutionnistes et standards pour l'étude des innovations de produits et de procédés. Nous avons ainsi pu employer indifféremment les expressions questionnement sur les moyens et objectif de réduction de coûts et questionnement sur les fins et objectif d'accroissement des ventes. Derrière ces différences sémantiques se cachent néanmoins des perspectives très différentes qui se manifestent immédiatement lorsque nous cherchons à comprendre pourquoi un questionnement (objectif) particulier a été privilégié par rapport aux autres. Dans une perspective standard c'est l'existence d'incitations économiques spécifiques induisant une valorisation économique supérieure de certains objectifs qui explique leur adoption et finalement l'apparition des comportements innovants correspondants sans que soit explicitement abordée la question des capacités de la firme à effectivement atteindre ses objectifs. L'approche évolutionniste quant à elle à travers le terme 'questionnement' nous renvoie aux processus de résolution de problèmes qui permettent d'apporter des réponses aux questions posées. C'est la détention préalable ou la capacités de la firme à développer des connaissances nécessaires à la résolution du problème qui vont alors expliquer son orientation vers un type de questionnement particulier. Adoptant désormais une approche exclusivement évolutionniste la seconde étape de notre travail consistera à mettre en évidence les compétences ou plus largement les connaissances spécifiques qui sont susceptibles de caractériser la résolution des questionnements sur les fins (associés aux innovations de produits) et des questionnements sur les moyens (associés aux innovations de procédés).

Chapitre 4 : Les compétences pour la résolution des questions relatives aux fins et aux moyens

Les approches évolutionnistes cherchent à identifier les contraintes pesant sur le déroulement des processus de résolutions de problèmes résultant des questionnements sur les fins (i.e. dont les solutions doivent être valorisées sur le marché) et sur les moyens (i.e. dont les solutions doivent être valorisées au sein même de la firme). L'apparition d'un comportement innovant donné s'expliquerait alors par la *capacité* d'une firme à résoudre plus efficacement certaines catégories de problèmes. Cette capacité reposerait sur la détention d'un ensemble d'aptitudes élémentaires que nous désignerons par le terme 'compétence'^{note137}. Dans le cas de la résolution des questionnements sur les fins (aboutissant à l'innovation de produit) nous avons ainsi montré dans le chapitre 2 l'importance décisive des connaissances technologiques d'origines externes (en provenance des utilisateurs et des concurrents) comme sources d'opportunités mais aussi comme moyen de réduction de l'incertitude. Nous avons ainsi souligné la nécessité pour les firmes innovantes en produits de disposer en interne d'une forte diversité de connaissances et de capacités absorptives suffisantes pour d'une part percevoir et d'autre part réexploiter pleinement les opportunités en provenance des sources de connaissances externes. Dans le cas des innovateurs de procédés en revanche, compte tenu d'une valorisation interne des solutions innovantes, la recherche des opportunités se ferait plutôt à l'intérieur même de l'entreprise. Le niveau de capacité absorptive requis serait ainsi moins élevé tandis qu'une exploitation maximum des opportunités internes transiterait essentiellement par le développement d'un langage commun fort dépendant de la détention de connaissances technologiques partagées. L'apparition de comportements innovants de produits & procédés serait quant à elle essentiellement fonction de la capacité des firmes à réduire les incertitudes pesant sur la valeur économique des innovations et à dépasser les contradictions qui émergent entre la nécessité de maintenir un certain degré d'hétérogénéité interne (pour le développement des innovations de produits) et l'établissement d'un langage commun fort (pour le développement d'innovations de procédés). Cette possibilité dépendrait essentiellement du niveau global de qualification des agents impliqués dans le développement des innovations.

La prise en compte de ces contraintes permet alors de désigner certaines des principales compétences susceptibles de caractériser les firmes innovantes en produits, en procédés et en produits & procédés que nous regrouperons en trois catégories^{note138} :

- Les 'compétences d'interface externe' (notées Cx) qui représentent la capacité des firmes à puiser des connaissances technologiques dans leur environnement économique général.
- Les 'compétences d'interface internes' (notées Cn) qui illustrent la capacité d'une firme à exploiter des connaissances technologiques en provenance de différentes sources internes.
- Les 'compétences dans le domaine de l'absorption et création^{note139} de connaissances (notées Cp) qui agissent sur la capacité d'une firme à identifier efficacement des opportunités d'origines internes et/ou externes et à les transformer en innovation.

C'est principalement par l'étude des sources de connaissances technologiques mobilisées par les firmes pour l'innovation, que nous allons dans ce chapitre essayer d'identifier les compétences caractéristiques des innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés. Dans une première section nous présenterons les données disponibles pour l'étude du sujet et détaillerons la construction et la signification des variables employées. Nous rappellerons les principales hypothèses qui seront testées ainsi que le lien susceptible d'exister entre les déclarations des firmes relatives aux sources des connaissances technologiques mobilisées pour l'innovation et la détention de compétences. Dans une seconde section nous présenterons et discuterons les résultats des estimations. Une troisième section plus spéculative prolongera cette analyse empirique pour tenter de caractériser la *nature* des connaissances technologiques qui composent ces différentes compétences.

Section 1 : Principales hypothèses et présentation des données

Notre travail est fortement contraint par la nature des données disponibles. Nous serons ainsi amenés à expliciter dans un premier temps la correspondance qui sera faite entre les sources de connaissances technologiques mobilisées par les firmes et la détention de compétences par ces mêmes firmes. Dans un second temps nous rappellerons les principales hypothèses qui seront testées. Finalement nous présenterons les sources statistiques disponibles sur le sujet.

§ 1 : Les sources des connaissances technologiques comme indicatrices de compétences

a. Une mesure en termes de compétences révélées

Comme indiqué en introduction nous désirons identifier les compétences qui sous-tendent le développement des comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés en exploitant principalement des déclarations de firmes relatives aux sources de connaissances technologiques qu'elles mobilisent pour innover. Nous considérons ainsi implicitement que l'exploitation de connaissances technologiques en provenance d'une source donnée traduit effectivement une action (celle de puiser des connaissances auprès de cette source) qui ne pourrait être menée sans l'existence préalable des capacités nécessaires pour l'accomplir. Par conséquent, si nous définissons une compétence comme la capacité d'une firme à réaliser une action élémentaire, alors, les déclarations de firmes relatives à l'origine (interne/externe) des connaissances technologiques traduisent effectivement l'existence de compétences. En revanche, une firme peut

effectivement disposer d'une compétence (i.e. capacité à réaliser une action) sans pour autant concrètement l'exploiter (i.e. réaliser l'action correspondante). Dans ce cas, compte tenu des questions adressées aux firmes dans les différentes enquêtes dont nous disposons, il est impossible de détecter l'existence de ces compétences 'dormantes' puisque la plupart des questions portent sur des *comportementseffectifs* et non sur des *comportementspotentiels*.

La mesure des compétences que nous emploierons ne permet ainsi d'appréhender que des 'compétences révélées' par opposition aux 'compétences dormantes'. Cette mesure ne présente selon nous qu'un faible biais puisqu'il est habituellement reconnu que les compétences non exploitées sont progressivement érodées par l'oubli tandis que les compétences effectivement utilisées se renforcent.

b. Compétences et connaissances technologiques

Le concept de compétence ne s'est pas développé indépendamment des travaux évolutionnistes plus traditionnels explicitement fondés sur la notion de 'connaissance technologique'. Les compétences d'une firme dans un domaine particulier présupposent au minimum la détention de connaissances technologiques de type savoir-faire. Les savoir-faire agissent en quelque sorte comme des facteurs complémentaires indispensables à l'activité technologique. Par conséquent, lorsqu'une firme dispose d'une compétence particulière nous pouvons immédiatement en déduire qu'elle détient aussi les savoir-faire correspondants même si rien n'indique leur qualité (ou leur efficacité) et si d'autres types de connaissances technologiques sont aussi susceptibles d'occuper une place décisive dans le succès économique du comportement adopté. Il existe donc un lien étroit entre le type de compétences détenues par les firmes et la nature des connaissances technologiques qu'elles vont être amenées à puiser dans leur environnement ou à développer en interne. Nous rappellerons chaque fois que cela est nécessaire les correspondances susceptibles d'être établies entre les compétences des firmes et la nature des connaissances technologiques liées à ces compétences.

c. Sources des connaissances technologiques, types de compétences et nature des connaissances technologiques

Nous avons évoqué en introduction l'existence de trois grands groupes de compétences pertinents pour l'étude du développement des comportements innovants : les 'compétences d'interface externe' (notées Cx) ; les 'compétences d'interface internes' (notées Cn) ; les 'compétences d'absorptionnote140' (notées Cp). Nous allons à présent indiquer quelles sont les sources de connaissances technologiques associées à chacun de ces groupes de compétences. Conformément à la typologie de Lundvall et Johnson [1994] nous essayerons en parallèle d'identifier la nature des connaissances technologiques les plus fortement mobilisées dans chacun des cas : connaissances scientifiques, connaissances factuelles, savoir-faire le plus souvent développés lors d'apprentissages par la pratique ou par l'utilisation, connaissances sociétales acquises par le biais d'apprentissages par l'interaction.

Les compétences d'interface externe (Cx)

Pour mesurer le niveau des compétences d'interface externes (Cx) des firmes nous utiliserons les questions relatives à l'origine des connaissances technologiques externe mobilisées pour innover. Nous distinguerons cinq sources différentes :

-

Les fournisseurs.

- Les utilisateurs (lorsque cela est possible nous distinguons les fournisseurs d'équipement des fournisseurs de matériels et composants).

-

Les concurrents.

-

Les institutions scientifiques.

-

Les coopérations avec d'autres firmes.

Il aurait été possible d'identifier un plus grand nombre de sources externes en particulier dans les enquêtes CIS1 et CIS2. Néanmoins, par souci de lisibilité, de comparaison avec les travaux existants et surtout pour des raisons de multicollinéarité, nous avons jugé utile de limiter le nombre de sources prises en compte¹⁴¹.

Outre la détention des savoir-faire correspondants, ces différentes compétences élémentaires nous renseignent aussi sur la nature des connaissances technologiques utilisées développées par les firmes :

-

Les compétences associées à l'exploitation des connaissances en provenance des institutions scientifiques permettraient principalement l'acquisition de connaissances technologiques de type scientifique.

-

L'exploitation des connaissances en provenance des concurrents assurerait l'obtention de connaissances factuelles.

-

Les fournisseurs et les utilisateurs permettraient non seulement l'accès à des connaissances factuelles et dans une moindre mesure sociétales.

-

Les coopérations permettraient principalement le transfert de savoir-faire et nécessiteraient l'existence préalable de connaissances sociétales suffisantes (afin de réduire les risques associés à ce type de comportement).

Les compétences d'interface interne (Cn)

Les compétences d'interface interne (Cn) ne sont mesurables qu'à partir des données issues de l'enquête Yale². Dans cette enquête les firmes ont été interrogées sur l'intensité de la communication entre le service de R et D de l'entreprise et les autres services de l'entreprise : ventes / marketing / études / méthodes / production.

Nous ne retiendrons que l'opposition classique entre marketing et production considérant que les réponses à ces questions nous renseignent sur l'origine des opportunités technologiques générées au sein même de l'entreprise. Les compétences d'interface interne entre RD et production seraient essentiellement associées à l'exploitation de savoir-faire techniques issus de *l'apprentissage par la pratique* et par *l'utilisation* tandis que les compétences d'interface interne entre la R et D et le marketing permettraient l'exploitation de connaissances essentiellement sociétales issues de l'apprentissage par l'interaction auprès des utilisateurs. Les résultats sur le sujet sont présentés à titre exploratoire dans la mesure où comme nous l'avons indiqué

précédemment l'enquête Yale2 porte sur un échantillon réduit de firmes de plus de 50 salariés et n'est pas explicitement dédiée à l'étude de ce sujet.

Les compétences d'absorption ou 'capacités absorptives' (Cp)

Les compétences d'absorption ou 'capacités absorptives' (Cp) seront mesurées dans trois dimensions : celle de leur niveau global ; celle de l'équilibre qui s'établit entre la recherche d'un langage commun et la stimulation de l'hétérogénéité individuelle ; et celle de l'importance du niveau de qualification du personnel pour innover.

Le niveau global des capacités absorptives

Dans l'ensemble des enquêtes dont nous disposons, il est possible de mesurer le *niveauglobal* des capacités absorptives des firmes à l'aide des réponses fournies aux questions relatives à l'importance de la R et D interne et du service des études dans le développement technologique de la firme. Cette activité interne de recherche traduit le caractère intentionnel du changement technologique. Elle a un rôle particulier permettant d'une part l'identification et l'assimilation des connaissances technologiques internes et externes et d'autre part leur recombinaison en vue du développement de comportements innovants.

Les connaissances technologiques issues de la RD peuvent être de natures très variées : scientifiques, factuelles ou pratiques si elles concernent des éléments techniques ; sociétales si elles aboutissent à l'évolution des représentations que se fait la firme de son environnement économique interne/externe. Dans l'ensemble même si les rouages concrets du fonctionnement des activités de recherche des firmes reposent sur des savoirs liés à l'interaction il est néanmoins possible d'affirmer que la plupart des développements réalisés dans ce contexte correspondent à des connaissances technologiques à caractère scientifique ou factuel.

L'hétérogénéité des connaissances

D'un point de vue qualitatif seule l'enquête Compétence permet d'évaluer explicitement l'équilibre qui s'établit au sein des firmes entre d'une part leurs compétences pour favoriser le développement d'un langage commun (signe d'homogénéité des connaissances) et d'autre part leurs compétences pour stimuler des comportements individuels d'innovation (reflet d'une certaine hétérogénéité des connaissances)^{note142}. Le développement du niveau d'hétérogénéité des connaissances est susceptible d'accroître les difficultés de supervision et de coordination et donc de conférer aux connaissances sociétales ('know who') un rôle décisif. L'activité innovante devient alors difficile à prévoir, son développement selon une logique routinière s'en trouve compromis au risque de brider l'hétérogénéité qui permet précisément aux firmes d'identifier les nouvelles opportunités de développement.

Inversement lorsque les connaissances sont homogènes l'évaluation et la coordination deviennent plus faciles, le risque moral diminue réduisant d'autant le caractère primordial de la confiance et des connaissances sociétales : la production de connaissances peut alors plus facilement être organisée suivant une logique routinière d'améliorations incrémentales successives.

Le niveau de formation du personnel

Pour surmonter les tensions apparaissant entre la création d'un langage commun (par homogénéisation des connaissances) et l'ouverture de la firme sur son environnement (par le maintien d'un certain degré d'hétérogénéité) le niveau de connaissances générales des acteurs de l'innovation semble essentiel. Deux types d'approches sont alors envisageables : soit on s'intéresse exclusivement au niveau de qualification du personnel impliqué dans le processus innovant, soit on prend en considération le niveau global de qualification du personnel de l'entreprise. Dans le premier cas nous considérerons que 'le recrutement d'employés à haut niveau de qualification pour l'innovation' fournit une mesure satisfaisante du niveau de

qualification du personnel impliqué dans le processus innovant et peut donner une indication de l'importance des connaissances scientifiques et factuelles nécessaires pour l'innovation. Dans le second cas, nous mesurerons 'le niveau global de qualification du personnel de l'entreprise' en calculant la différence entre la proportion de cadres et celle d'ouvriers dans l'emploi total de la firme. Il est possible de supposer que les connaissances développées seront d'autant plus pratiques (et d'autant moins scientifiques et factuelles) que la proportion d'ouvriers est élevée en comparaison de celle des cadres.

L'ensemble de ces variables ainsi que la nature des connaissances technologiques qui leur sont supposées associées sont reportées dans le Tableau 25. Nous indiquons en outre les enquêtes innovations pour lesquelles ces informations sont disponibles.

Tableau 25 : Les variables disponibles pour l'étude des sources des connaissances technologiques impliquées dans le développement des innovations de produits et de procédés

		Enquêtes				Nature des connaissances technologiques
		CIS1	Yale2	CIS2	Compé-tence	
Compétences d'interface externe		Cx				
avec les fournisseurs (tous confondus)	FSR	*	*	*	*	Factuelles, sociétales
avec les fournisseurs d'équipements	FSReq	*		*		
avec les fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	*		*		
avec les utilisateurs	USR	*	*	*	*	Factuelles, sociétales
avec les concurrents	COMP	*	*	*	*	Factuelles
avec les institutions scientifiques	SCI	*	*	*	*	Scientifiques
Dans le cadre de coopération	COOP	*		*	*	Pratiques, sociétales
Compétences d'interface interne		Cn				
Entre la R et D et le marketing plutôt qu'entre la R et D et la production	MK_F		*			sociétales & factuelles vs. pratiques
Compétences d'absorption		Cp				
Capacités à exploiter les connaissances issues de la R et D interne	RD	*	*	*	*	Scientifiques, sociétales, factuelles, pratiques
Capacité à stimuler les comportements innovants individuels plutôt qu'à stimuler les comportements innovants collectifs	Het_Hom				*	+ sociétales -
Capacité à stimuler les comportements innovants collectifs	Homo		*			Sociétal -
Capacité à recruter des employés qualifiés pour innover	Qual	*			*	Scientifiques, factuelles
Capacité à exploiter une combinaison productive globalement plus riche en	Cad_Ouv	*	*	*	*	Scientifiques et factuelles vs.

* : indique que la variable peut être mesurée.

§ 2 : Principales hypothèses

a. Hypothèses relatives aux compétences d'interface externe

Compte tenu d'une mise en oeuvre externe des solutions à apporter aux questionnements sur les fins, les compétences d'interface externe, considérées dans leur ensemble, bénéficieraient plus aux comportements d'innovation de produits et de produits & procédés qu'à ceux d'innovations de procédés. Malgré un effet globalement favorable à l'innovation de produit, lorsqu'on examine séparément chacune des compétences élémentaires incluses dans Cx des impacts différenciés sont cependant susceptibles de se manifester :

Il est communément admis que l'interface avec les utilisateurs (variable USR) aurait deux rôles complémentaires : un premier rôle classique en tant que source d'opportunités technologiques en provenance du marché, un second rôle en tant que moyen de réduction de l'incertitude commerciale. A ce titre, USR devraient exercer un impact très bénéfique sur les comportements d'innovation de produits et de produits & procédés plutôt que sur ceux d'innovation de procédés.

La capacité des firmes à utiliser les connaissances technologiques en provenance des concurrents^{note143} (variable COMP) constituerait aussi un moyen important de réduction des incertitudes commerciales dans la mesure où l'observation du positionnement et des succès / échecs des concurrents permet d'améliorer le positionnement commercial de ses propres produits. Cette forme de compétence devrait donc stimuler les comportements d'innovations de produits et d'innovations de produits & procédés plutôt que de procédés.

La capacité à nouer des coopérations avec d'autres firmes pour innover (variable : COOP) serait aussi caractéristique des comportements d'innovation de produits et de produits & procédés dans la mesure où la coopération permet de réduire les risques individuellement encourus au cours du développement de l'innovation.

La capacité des firmes à exploiter les connaissances technologiques en provenance des fournisseurs (variable FSR) bénéficierait surtout à l'innovation de procédés. Lorsque cela est possible, il importe cependant de distinguer les fournisseurs d'équipements (variable FSReq) des fournisseurs de matériaux et composants (variable FSRmat). L'évolution de l'offre des *fournisseurs d'équipements* est susceptible de produire de nouvelles opportunités d'apprentissage par l'utilisation mais aussi d'ouvrir la voie à de nouvelles combinaisons productives complémentaires. La compétence d'interface avec les fournisseurs d'équipements bénéficierait de fait essentiellement au développement d'innovations de procédés. Le rôle des fournisseurs de composants et matériaux est quelque peu différent dans la mesure où leurs produits peuvent intervenir en faveur du développement de nouveaux procédés comme en faveur de l'apparition de nouveaux produits. Les compétences d'interface avec les fournisseurs de matériaux et composants seraient donc plus difficiles à prévoir.

Les compétences permettant l'acquisition de connaissances en provenance des activités de recherche scientifique (variable SCI) devraient essentiellement favoriser le développement concomitant d'innovations de produits et d'innovations de procédés.

b. Hypothèses relatives aux compétences d'interface interne

Seule l'enquête Yale 2 permet d'identifier l'intensité de la communication entre la R et D et les autres services de l'entreprise. L'intensité de cette communication est susceptible de nous renseigner sur les origines internes à l'entreprise des sources de connaissances technologiques (en dehors de la R et D bien entendu). La principale hypothèse sur le sujet concerne l'opposition entre les services amont (production, études,

méthodes) et aval (vente, marketing). Plus précisément des rôles polaires sont supposés associés aux *services de production* et de *marketing* dans le développement des innovations de produits et de procédés. Compte tenu des rapports étroits que le service marketing entretient avec les utilisateurs, les compétences d'interface entre la R et D et le marketing devraient permettre l'identification d'un plus grand nombre d'opportunités d'innovations de produits et entraîner une réduction des risques commerciaux. A terme donc cette compétence favoriserait l'apparition d'innovations de produits plutôt que de procédés. Inversement les compétences d'interface entre la R et D et la production favoriseraient le repérage et l'exploitation efficace des opportunités d'innovations de procédés qui émergent au cours du processus productif.

Un déséquilibre du niveau de communication de la RD avec le service marketing (MKT) au détriment de la production (FLOR) devrait donc se traduire par une augmentation des opportunités de développement d'innovations de produits plutôt que de procédés.

c. Hypothèses relatives aux capacités absorbives

Les compétences permettant aux firmes d'absorber et de développer de nouvelles connaissances technologiques susceptibles d'aboutir à des comportements innovants peuvent être caractérisées par leur niveau, leur variété et le degré de qualification des personnels employés. L'approche la plus répandue consiste à s'interroger sur le *niveau* des capacités absorbives des firmes. Ce niveau est habituellement mesuré par les dépenses de RD des firmes ou plus simplement par les réponses des firmes à des questions relatives la place des connaissances en provenance des services de R et D et d'études internes à l'entreprise dans le développement des innovations. Cette variable sera notée RD. Compte tenu du rôle particulièrement important des connaissances externes pour le développement des innovations de produits et des innovations de produits & procédés, nous faisons l'hypothèse que le niveau des capacités absorbives des firmes (des compétences pour la réalisation de recherches internes) agit essentiellement en faveur des innovations de produits et des innovations de produits & procédés plutôt que des innovations de procédés.

Une seconde vision des capacités absorbives proposée par Cohen et Levinthal [1990] se penche sur la capacité des firmes à surmonter les tensions qui se manifestent entre d'une part la nécessité de construire un langage commun pour faciliter la circulation des connaissances au sein de l'entreprise (et ainsi mieux exploiter les opportunités internes) et d'autre part la nécessité de préserver l'hétérogénéité des perspectives individuelles (afin d'élargir le spectre des opportunités perceptibles dans l'environnement extérieur à l'entreprise). Nous ferons l'hypothèse que les firmes plus compétentes pour la stimulation de comportements innovants individuels (fondés sur l'exploitation de l'hétérogénéité des perspectives (HET)) que pour l'établissement de codes communs (HOM) développent plus fréquemment des innovations de produits que de procédés. La spécificité des innovateurs de produits & procédés résiderait dans leur aptitude à surmonter ce dilemme par une augmentation du niveau de qualification des employés impliqués dans le processus innovant. De fait une troisième hypothèse porterait sur l'impact du niveau de qualification sur les comportements innovants : l'augmentation des qualifications se traduirait essentiellement par une gestion plus efficace du trade-off inward vs. outward looking et donc par le développement d'innovations de produits & procédés plutôt que d'innovations de produits et d'innovations de procédés.

Tableau 26 : L'impact des compétences sur les comportements innovants : principales hypothèses

Dénomination de la variable	Effet attendu sur (1):		
	P(Iprod / Iprodoc) [1]	P(Iproc / Iprodoc) [2]	P(Iprod / Iproc) [3]
Compétences d'interface externe Cx			
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	-	+ -

Fournisseurs d'équipements	FSReq	-	+	-
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	?	?	?
Utilisateurs	USR	=	-	+
Concurrents	COMP	=	-	+
Institutions scientifiques	SCI	-	-	?
Coopération	COOP	=	-	+
Compétences d'interface interne Cn				
Polarisation marketing plutôt que production	MK-F	=	=	+
Compétences d'absorption Cp				
Recherche développement interne	RD	-	-	+
Hétérogénéité (HET) vs. création d'un langage commun (HOM)	HET-HOM	=	=	+
Homogénéité (HOM)	HOM	=	=	-
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	QUAL	-	-	?
Proportion de cadres par rapport à la proportion d'ouvriers (qualifiés et non qualifiés) dans l'effectif total de la firme	Cad_Ouv	-	-	?

(1)[1] : probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en produits & procédés ; [2] : probabilité relative d'innover en procédés plutôt qu'en produits & procédés ; [3] : probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés.

d. Principales tendances attendues

Outre les hypothèses évoquées précédemment nous pensons globalement observer que les innovateurs de produits mobilisent des sources de connaissances technologiques plus variées que les innovateurs de procédés. Trois raisons expliqueraient ce phénomène :

D'une part, l'innovation de produit étant mise en oeuvre sur le marché, la veille technologique devient donc possible alors qu'elle est beaucoup plus difficile dans le cas de l'innovation de procédé du fait d'une mise en oeuvre interne à la firme. Les innovateurs de produits devraient donc bénéficier de deux sources importantes de connaissances technologiques (clients et concurrents) tandis que les innovateurs de produits ne bénéficieraient que d'une seule source de connaissances technologiques (les fournisseurs).

D'autre part, pour exploiter pleinement les opportunités externes les firmes innovantes en produits devraient développer en interne des capacités absorptives plus fortes que les firmes innovantes en procédés qui se caractériseraient par une importance accrue des efforts internes de R et D.

Finalement, pour exploiter pleinement les opportunités de leur environnement, les firmes innovantes en produits seraient dans l'obligation d'entretenir un niveau d'hétérogénéité des connaissances internes plus fort que les firmes innovantes en procédés.

Si ces trois principes se vérifient empiriquement, alors nous pourrions émettre l'hypothèse que les innovateurs de procédés sont sans doute confrontés à des problèmes de coordination (internes et externes) plus importants que les innovateurs de procédés. La détention par les firmes de compétences plus générales dans le domaine de l'identification des partenaires potentiels et de la coordination d'agents hétérogènes serait donc décisive. Il serait ainsi possible de conclure qu'une part non négligeable des connaissances utiles pour l'innovation de produits ne serait pas simplement composée de connaissances technologiques *techniques* de type 'know what, why et know how technique' mais aussi de connaissances sociétales ('know who' dans la typologie de Johnson et Lundvall) dont les principaux attributs sont leur caractère tacite, privé et surtout spécifique (i.e. dépendent du contexte humain et organisationnel dans lequel elles ont été développées).

Section 2 : Présentation des données et méthode d'investigation statistique

Dans un premier temps nous présentons brièvement les quatre enquêtes innovations ainsi que les enquêtes EAE et ESE qui seront utilisées pour étudier l'impact des compétences technologiques sur les comportements innovants. Nous expliciterons ensuite pour chaque enquête le mode de construction des principales variables utilisées.

§ 1 : Données disponibles

- CIS1 et Yale2 pour la période [1990-1992] ;
- CIS2 et Compétence pour la période [1994-1996].

Tableau 27 : Les enquêtes SESSI utilisées pour l'étude des compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés

Enquête	Période	Population parent	Effectif sondé	Effectif retenu (1)	Effectif innovant	Après redressement (2), proportion d'innovateurs en		
						produits	procédés	produits & procédés
CIS1	[1990-1992]	Firmes industrielles de plus de 20 salariés dans le fichier de lancement de l'enquête innovation 1990	3878	3825	1648	0,310	0,249	0,434
Yale2	[1990-1992]	Firmes industrielles de plus de 50 salariés dans le fichier de lancement de l'enquête innovation 1990	1797	1669	937	0,337	0,167	0,496
CIS2	[1994-1996]	Firmes industrielles de plus de 20 salariés	4356	4282	2168	0,291	0,099	0,610
Compétences	[1994-1996]	Firmes industrielles de plus de 20 salariés	3881	3846	2222	0,299	0,203	0,498

(1) Certains secteurs comme l'énergie ont été éliminés compte tenu de leurs spécificités. D'autres l'ont été en raison de leur nombre trop faible de firmes innovantes sondées (10 ou moins).

(2) Le redressement est calculé à partir du taux de sondage.

Pour compléter ces informations de base nous avons aussi exploité des informations en provenance des enquêtes annuelles entreprises des années 1992 et 1996 ainsi que des données issues des enquêtes emploi 1989, 1990 et 1993, 1994 afin d'évaluer de manière sommaire le niveau de qualification et les types de fonctions exercées dans les entreprises innovantes. Dans chacun des cas la qualité des données et le nombre de

variables disponibles varient.

a. Qualité des données^{note145} collectées dans les enquêtes innovations

Ainsi que nous l'avons déjà évoqué dans le chapitre précédent au sujet des objectifs des innovations de produits et de procédés, toutes les enquêtes ne fournissent pas des résultats de qualité équivalente pour l'étude des comportements innovants de produits et de procédés.

Sur la première période [1990-1992] l'enquête CIS1 a été adressée à des firmes de plus de 20 salariés tandis que Yale2 ne porte que sur les firmes de plus de 50 salariés. La taille de l'échantillon et le champ couvert par Yale2 sont donc réduits par rapport à CIS1. Qui plus est, l'enquête Yale2 a initialement été développée pour étudier des phénomènes d'appropriation. L'étude des sources de l'innovation y est marginale, les questions sur le sujet sont placées en pages 3 et 4 d'un questionnaire comportant au total 4 pages. Sur la période [1990-1992] ce seront donc les résultats issus de l'enquête CIS1 qui feront autorité. Néanmoins, Yale2 met à notre disposition un certain nombre d'informations originales relatives aux sources internes des connaissances technologiques. C'est cette possibilité qui nous a motivés pour tout de même exploiter Yale2.

Sur la seconde période [1994-1996], nous avons souligné dans le chapitre précédent que des incertitudes pèsent sur l'identification des comportements innovants dans CIS2. Sur la période [1994-1996], ce seront donc les résultats issus de l'enquête compétence qui feront autorité. Les résultats de CIS2 seront reportés à titre indicatif.

b. Comparabilité des résultats entre les différentes enquêtes innovation

Outre des différences dans la période de couverture, dans la taille de l'échantillon et plus généralement dans la qualité des données (pour l'étude du sujet qui nous intéresse), d'une enquête à l'autre une même 'notion' peut être appréhendée à l'aide de questions très différentes. L'ensemble de ces facteurs réduit fortement les possibilités de comparaison des résultats. En étudiant parallèlement ces quatre enquêtes nous désirons simplement vérifier la robustesse de nos résultats d'une part aux différents échantillonnages et d'autre part aux formulations employées pour identifier les 'notions' étudiées.

c. Les données issues des Enquêtes sur la Structure des Emplois (ESE) dans les entreprises

Ces enquêtes permettent d'évaluer la structure des emplois dans les entreprises. Les emplois y sont classés suivant une nomenclature particulière des 'Professions et Catégories SocioProfessionnelles' dite PCS-ESE dont nous avons retenu une version agrégée en 9 postes^{note146}. Même si ces enquêtes ne nous renseignent pas sur l'identité des acteurs impliqués dans l'innovation, elles permettent d'évaluer de manière globale le niveau de qualification du personnel d'une entreprise ainsi que les principales fonctions exercées. Malgré leur intérêt les enquêtes sur la structure des emplois pâtissent d'une limite importante dans la mesure où elles ne répertorient que les *établissements* de plus de 20 salariés. Autrement dit, les firmes de plus de 20 salariés mais uniquement composées d'établissements de moins de 20 salariés sont totalement exclues du champ de cette analyse. Les firmes de plus de 20 salariés dont certains établissements comportent moins de 20 salariés sont partiellement renseignées.

Dans notre cas, la proportion de firmes de plus de 20 salariés et innovantes sondées dans les enquêtes CIS1, CIS2 et Compétence mais non répertoriées dans les fichiers ESE avoisine les 8%-11% en moyenne comme l'indique le tableau ci-dessous :

Tableau 28 : Proportion de firmes innovantes non répertoriées dans l'ESE en fonction de leur comportement innovant

Proportion de firmes non répertoriées dans l'ESE		Innovant en produits	Innovant en procédés	Innovant en produits & procédés
Appariement avec l'ESE1990 et l'ESE1989	CIS1	8%	5%	7%
	CIS2	11%	13%	12%
Appariement avec l'ESE1994 et l'ESE1993	Compétence	11%	13%	12%
	Yale	2%	0%	1%

Proportions calculées sur données redressées du taux de sondage.

La proportion très faible de données manquantes pour Yale tient essentiellement au fait que ne sont incluses dans cette enquête que les firmes de plus de 50 salariés. En effet, la proportion de données manquantes décroît très rapidement avec la taille des firmes comme l'indique le tableau ci-dessous :

Tableau 29 : Proportions de firmes innovantes non répertoriées dans l'ESE en fonction de leur quantile de chiffre d'affaires hors taxes (CAHT)

Proportion de firmes non répertoriées dans l'ESE	Quantile de CAHT en 1992		Quantile de CAHT en 1996	
	CIS1	Yale	CIS2	Compétence
QQ1	18%	0%	25%	27%
QQ2	13%	0%	24%	19%
QQ3	8%	3%	10%	12%
QQ4	5%	1%	6%	7%
QQ5	0%	0%	6%	3%

Proportions calculées sur données redressées du taux de sondage.

Ces tableaux illustrent l'importance des *données manquantes*. La proportion de *données incomplètes* est sans doute encore plus élevée. Les résultats obtenus en exploitant ces enquêtes seront donc interprétés avec prudence et uniquement reportés en annexes à titre indicatif, nous aurons préalablement pris la précaution de remplacer les données manquantes des ESE par les moyennes sectorielles correspondantes^{note147}.

d. Construction et interprétation des variables

Pour les enquêtes CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence nous reproduisons en annexe l'intégralité des questions à partir desquelles sont construites les variables relatives aux sources des connaissances technologiques utilisées pour innover et plus largement des compétences pour innover. Le tableau 30 récapitule le mode de construction de ces variables tandis que le tableau 31 rappelle le type de mesures employées.

Tableau 30 : Construction des variables pour l'étude des compétences impliquées dans le développement des innovations de produits et de procédés

Enquête	CIS1	YALE2	CIS2	COMPETEN
Compétence				
Compétences d'interface externe	Cx			
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	moy(q345,q344)	aq185	C5_13_1

Fournisseurs d'équipements	FSReq	Q345		Q10-5	
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	Q344		Q10-6	
Utilisateurs	USR	Q346	aq186	Q10-4	moy(C2_04_1, C2_07_1, C2_08_1)
Concurrents	COMP	Q347	aq193	Q10-3	mean(C2_01_1, C2_02_1, C2_03_1, C2_04_1, C2_05_1, C2_06_1, C2_07_1, C2_08_1, C2_09_1, C2_10_1)
Institutions scientifiques	SCI	max(q331, q332)	aq184	max(Q10-8, Q10-9)	C5_07_1
Coopération	COOP	max(q42a, b, c, d, e, f)		Q11-0	moy(C5_06_1, C5_07_1, C5_08_1, C5_09_1, C5_10_1)
Compétences d'interface interne		Cn			
Polarisation marketing plutôt que production	MK_F		max(aq141a, aq141b) - max(aq145a, aq145b)		
Compétences d'absorption		Cp			
Recherche développement interne	RD	Q311	aq181	Q6c111	C5_04_1
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom				het=(c4_01_1+c4_02_1+c4_03_1+c4_04_1+c4_05_1+c4_06_1+c4_07_1+c4_08_1+c4_09_1+c4_10_1) / 10 hom=(c1_04_1+c3_01_1+c3_02_1+c3_03_1+c3_04_1+c3_05_1+c3_06_1+c3_07_1+c3_08_1+c3_09_1+c3_10_1) / 10 Het-hom
Homogénéité	Homo		moy(aq151, aq152, aq153, aq154)		
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	Qual	max(q47a, b, c, d, e, f)			c5_09_1
Proportion de cadres techniciens employés et professions intermédiaires par rapport à la proportion d'ouvriers et contremaîtres dans l'effectif total de la firme	Cad_Ouv	[('Autres cadres et profess sup' + 'Ingénieurs, cadres techniques') – ('Ouvriers Qualifiés et non qualifiés')] / Effectif total évalué dans l'ESE en 1989/90 pour CIS1 et Yale2 ; en 1993/94 pour CIS2 et Compétence.			

Abréviations : max= maximum ; moy = moyenne.

Tableau 31 : Nature des variables employées pour mesurer les compétences à l'origine des comportements innovants dans les enquêtes CIS1, CIS2, Yale et Compétence

CIS1 Yale CIS2 COMP

Enquête

Compétence

Compétences d'interface externe

Fournisseurs (tous confondus)	FSR	[0, 3] d	0, 1, 2,	[0, 3] d	0, 1	
Fournisseurs d'équipements	FSReq	0, 1, 2,	3	0, 1, 2,	3	
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	0, 1, 2,	3	0, 1, 2,	3	
Utilisateurs	USR	0, 1, 2,	3	0, 1, 2,	3	[0, 1] d
Concurrents	COMP	0, 1, 2,	3	0, 1	0, 1, 2,	[0, 1] d
Institutions scientifiques	SCI	0, 1, 2,	3	0, 1, 2,	3	0, 1
Coopération	COOP	0, 1		0, 1		0, 0.5, 1

Compétences d'interface interne

Polarisation marketing plutôt que production	MK_F			[-4 ,		+4] d
--	------	--	--	-------	--	-------

Compétences d'absorption

Recherche développement interne	RD	0, 1, 2,	3	0, 1, 2,	3, 4	0, 1	0, 1
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom						[-1, +1]d
Homogénéité	Homo			0, 1			
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	Qual	0, 1					0, 1
Proportion de cadres techniciens employés et professions intermédiaires par rapport à la proportion d'ouvriers et contremaîtres dans l'effectif total de la firme	Cad_Ouv	[-1 ,	+1] c	[-1 ,	+1] c	[-1 ,	+1] c

Légende :

[a, b]c : indique une échelle de mesure parfaitement continue entre a et b ;

[a, b]d indique une échelle de mesure *discrète* entre a et b mais dont le nombre de modalités est élevé.

Les deux tableaux précédents mettent en évidence les disparités entre les enquêtes en ce qui concerne les modalités de mesure concrètement employées pour quantifier les compétences impliquées dans le développement des comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés. Contrairement à ce qui a pu être proposé dans le chapitre précédent pour l'étude des objectifs de l'innovation nous n'effectuerons pas de comparaisons entre les coefficients estimés au sein d'une même enquête ni même entre les enquêtes dans la mesure où :

-

Pour une même variable, entre deux enquêtes les définitions employées ne sont pas systématiquement et strictement identiques tandis que les échelles de mesure varient aussi.

-

Au sein d'une même enquête les échelles employées pour mesurer l'ensemble des compétences élémentaires d'une compétence générique ne sont souvent pas identiques.

- Nos commentaires et les comparaisons entre variables pour une même enquête ou entre enquêtes pour une même variable porteront donc exclusivement sur le signe des coefficients estimés et sur leur niveau de significativité.

§ 2 : Aperçu descriptif

Un aperçu descriptif de l'ensemble de ces variables (moyennes par types de comportements innovants, par secteurs, par quantile de chiffre d'affaires et corrélations) est fourni en annexe. Les matrices de corrélations^{note148} font principalement apparaître une forte corrélation entre COMP et USR et entre FSReq et FSRmat. Les autres variables sont raisonnablement corrélées (les coefficients sont inférieurs à 0.3). C'est l'enquête Compétence qui présente en moyenne les plus forts niveaux de corrélation entre variables.

§ 3 : Construction d'un modèle

Pour rendre compte de l'impact de la détention de ces différentes compétences par les firmes sur leurs types de comportements innovants (notés Y_i) nous avons estimé pour chaque enquête des modèles logistiques multinomiaux dont le principe général est reporté en annexe. Compte tenu des problèmes de multicolinéarité (particulièrement sensibles pour l'enquête Compétence) nous avons jugé utile de reporter en annexes un certain nombre d'estimations complémentaires dont l'objectif était de mettre à l'épreuve la stabilité des coefficients estimés. Aux variables exogènes directement liées aux compétences nous avons ajouté deux variables contrôle : la taille et l'appartenance sectorielle. Etant donné le grand nombre de valeurs manquantes associées à la variable Cad_Ouv (proportion de cadre moins proportion d'ouvriers dans l'effectif total) nous n'avons pas inclus cette variable dans nos spécifications de base mais uniquement reporté les résultats en annexes^{note149}.

Pour les enquêtes CIS1, Yale2, et CIS2 le modèle de base suivant sera estimé (noté Modèle I des enquêtes CIS1, Yale2 et CIS2) :

$$\Pr(Y_i = k)_e = \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^{J-1} Competence_{eij} \beta_{ejk} + \sum_{j=1}^{S_e} (SEC_{eij} \beta_{ejk}) + LCAHT_{ei} \alpha_k + CSTTE \beta_{ek}\right)}{\sum_{m=1}^r \left(\exp\left(\sum_{j=1}^{J-1} Competence_{eij} \beta_{ejm} + \sum_{j=1}^{S_e} (SEC_{eij} \beta_{ejm}) + LCAHT_{ei} \alpha_m + CSTTE \beta_{em}\right) \right)}$$

Tableau 31 : Nature des variables employées pour mesurer les compétences à l'origine des comportements innovants dans les enquêtes CIS1, CIS2, Yale et Compétence

Où :

- e désigne une enquête particulière (CIS1, CIS2 ou Yale2) ;
- $J-1_e$ le nombre de compétences élémentaires mesurées dans l'enquête e déduction faite de la variable Cad_Ouv ;
- S_e : le nombre total de variables muettes sectorielles définies en NAFRD dans l'enquête e ;

- Compétence_{ej} : chacune des J_e compétences élémentaires définies dans l'enquête e et décrites dans Tableau 30
-

LCAHT : le log du chiffre d'affaires hors taxes en 1992 pour les enquêtes CIS1 et Yale et le log du chiffre d'affaires hors taxes en 1996 pour CIS2.

Pour l'enquête Compétence nous contrôlerons la taille de manière discrète car l'introduction d'une variable continue entraîne des difficultés d'estimation. Le modèle I estimé sur l'enquête Compétence sera donc de la forme suivante :

$$\Pr(Y_i = k) = \frac{\exp\left(\sum_{j=1}^{J-1} \text{Compétence}_{ij} \beta_{jk} + \sum_{j=1}^S (\text{SEC}_{ij} \beta_{jk}) + \sum_{j=1}^4 \text{QQ}_j \alpha_{jk} + \text{CSTTE} \beta_k\right)}{\sum_{m=1}^r \left(\exp\left(\sum_{j=1}^{J-1} \text{Compétence}_{ij} \beta_{jm} + \sum_{j=1}^S (\text{SEC}_{ij} \beta_{jm}) + \sum_{j=1}^4 \text{QQ}_j \alpha_{jm} + \text{CSTTE} \beta_m\right)\right)}$$

Où :

-
- J-1 est le nombre de compétences élémentaires mesurées dans l'enquête Compétence (hors variable Cad_Ouv) ;
-
- S : le nombre total de variables muettes sectorielles définies en NAFRD dans l'enquête Compétence ;
-
- Compétence_{ij} : chacune des J compétences élémentaires définies dans l'enquête Compétence et décrites dans tableau 30 ;
-
- QQ_j : 5 variables muettes représentant le quantile de chiffre d'affaires hors taxes en 1996 de l'entreprise i. Ces quantiles sont définis au niveau sectoriel (en NAFRD) par tranches de 20% à partir des données EAE.

Conformément à ce qui a déjà été proposé dans le chapitre III, les résultats des estimations seront présentés en termes de *probabilités relatives* en utilisant la modalité '*innovation de produits & procédés*' comme référence. Deux vecteurs de coefficients seront donc estimés :

-
- un pour $\Pr(y=\text{produit})/\Pr(y=\text{produit}\&\text{procédé})$ noté [1] qui représente la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en produits & procédés ;
-
- un pour $\Pr(y=\text{procédé})/\Pr(y=\text{produit}\&\text{procédé})$ noté [2] qui représente la probabilité relative d'innover en procédés plutôt qu'en produits & procédés.

Pour chaque variable exogène deux coefficients sont donc à estimer, un sur le vecteur [1] et l'autre sur le vecteur [2]. Pour faciliter l'interprétation des résultats un troisième vecteur de coefficient noté [3] (dédit des

deux premiers) représente les coefficients estimés associés à la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés : $\Pr(y=\text{produit})/\Pr(y=\text{procédé})$. Il est ainsi possible de juger directement si la différence observée entre les deux premières probabilités relatives est significative ou non.

Section 3 : Résultats des estimations

§ 1 : Principales tendances

Dans l'ensemble ces modèles présentent un pouvoir explicatif relativement modeste puisque les R^2L n'excèdent pas 15% et que la proportion de prédictions correctes varie entre 58% et 68%. Malgré un faible pouvoir explicatif, ces modèles rejettent tous très fortement l'hypothèse nulle selon laquelle aucune des compétences considérées n'exerce d'impact sur le type de comportement innovant adopté par les firmes comme l'indiquent les tests de Wald effectués sur l'ensemble des variables liées aux compétences^{note151}. Les compétences expliquent donc bien une part du type de comportement innovant adopté par les firmes même si leur rôle demeure modeste.

Lorsque nous comparons les signes des coefficients estimés entre les différentes enquêtes nous observons une forte stabilité des résultats. Celle-ci est d'autant plus remarquable que les enquêtes utilisées présentent toutes des spécificités marquées (population parent, période de référence, définition des variables, mode de filtrage, type de réponses attendues, ...). Ceci constitue selon nous un gage de robustesse et reflète le caractère stable sur une période relativement longue (6 ans) des principales relations étudiées. Nos conclusions présentent donc un certain caractère de généralité.

Tableau 32 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés dans les enquêtes CIS1, Yale2, Compétence et CIS2.

Synthèse des modélisations

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance des modèles I pour les enquêtes CIS1, Yale2, Compétence et CIS2

Variable endogène $Y = \{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(I_{\text{prod}}) / P(I_{\text{prod}\&\text{proc}}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(I_{\text{proc}}) / P(I_{\text{prod}\&\text{proc}}) =$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(I_{\text{prod}}) / P(I_{\text{proc}}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

		1990-1992		1994-1996	
		CIS1	Yale2	Compétence	CIS2
		P(I _{prod}) / P(I _{prod} &proc) [1]			
*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%					
Compétences d'interface externe		Cx			
Fournisseurs	Fsr	-0,25****	0,023	-0,534****	-0,375****
Différence entre les fournisseurs d'équipements et de matériaux	Fsrec	-0,198****			-0,237****
Utilisateurs	USR	0,022	0,017	0,144	-0,091
Concurrents	COMP	0,074	-0,118	-0,061	0,232****
Science	SCI	-0,139**	-0,108	-0,083	-0,155**
Coopération	COOPE	-0,035		-0,311*	-0,238

Compétences d'interface interne			Cn		
Marketing plutôt que Production	MK_F		0,111		
Capacités absorbatives			Cp		
R et D interne	RD	0,002	-0,248***	-0,135	-0,412***
Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs	Het_Hom			0,619**	
Stimulation des comportements innovants collectifs	Hom		-0,609		
Recrutement d'employés qualifiés	QUAL	-0,416***		-0,137	
Constantes, variables contrôle sectorielles et de taille : voir en annexes					
P(Iproc)/ P(Iprodoc) [2]					
Compétences d'interface externe			Cx		
Fournisseurs	FsrMat	0,123	0,183*	-0,06	0,084
Différence entre les fournisseurs d'équipements et de matériaux	Fsrec	0,237****			0,268****
Utilisateurs	USR	-0,17**	-0,202*	-1,368*****	-0,342*****
Concurrents	COMP	-0,18**	-0,74***	-1,084*****	-0,046
Science	SCI	-0,194**	0,043	0,248	-0,065
Coopération	COOPE	-0,341**		-0,59**	-0,623**
Compétences d'interface interne			Cn		
Marketing plutôt que Production	MK_F		-0,156		
Capacités absorbatives			Cp		
R et D interne	RD	-0,302*****	-0,204*	-0,545***	-1,378*****
Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs	Het_Hom			-0,075	
Stimulation des comportements innovants collectifs	Hom		-0,269		
Recrutement d'employés qualifiés	QUAL	-0,165		-0,585***	
Constantes, variables contrôle sectorielles et de taille : voir en annexes					
P(Iprod)/ P(Iproc) [3]					
Compétences d'interface externe			Cx		
Fournisseurs	FsrMat	-0,373*****	-0,16	-0,474**	-0,459*****
Différence entre les fournisseurs d'équipements et de matériaux	Fsrec	-0,436*****			-0,505*****
Utilisateurs	USR	0,192**	0,219*	1,512*****	0,251**
Concurrents	COMP	0,254***	0,622**	1,022*****	0,279**
Science	SCI	0,055	-0,152	-0,332	-0,09
Coopération	COOPE	0,306*		0,279	0,385
Compétences d'interface interne			Cn		
Marketing plutôt que Production	MK_F		0,267**		
Capacités absorbatives			Cp		
R et D interne	RD	0,304*****	-0,044	0,41**	0,966*****
Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs	Het_Hom			0,694**	

Stimulation des comportements innovants collectifs	Hom		-0,339		
Recrutement d'employés qualifiés	QUAL	-0,251		0,448**	
Constantes, variables contrôle sectorielles et de taille : voir en annexes					
Nb obs. / R ² L		1648/0.15	820/0.10	2222/0.11	2168/0.12
Proportion de prédictions correctes		0.584	0.665	0.615	0.689
Des résultats détaillés (incluant les coefficients estimés pour l'ensemble des variables contrôle) sont reportés en annexes					
Sources : Modèles I des enquêtes CIS1, Yale2, Compétence et CIS2 reportés en annexes.					

§ 2 : Résultats détaillés

Nous commenterons successivement les résultats obtenus pour les compétences d'interface interne, externe et pour les capacités absorbatives.

a. L'impact des compétences d'interface externe sur les types de comportements innovants

Les compétences d'interface avec les fournisseurs

Conformément à nos hypothèses de départ, l'impact des compétences d'interface avec les fournisseurs est en moyenne très favorable à l'innovation de procédé plutôt que de produit : les coefficients estimés associés à [3]FSR^{note152} sont significatifs dans trois enquêtes sur quatre et de signe négatif dans tous les cas. Lorsqu'on segmente la population par tranche de CAHT (Tableau 200) ou par secteurs (Tableau 202) dans l'enquête CIS1 on retrouve les mêmes résultats indiquant un impact négatif significatif de cette compétence sur la probabilité d'innovation de produit plutôt que de procédé. On notera cependant que dans l'enquête Compétence cette relation négative est beaucoup plus affirmée que dans l'enquête CIS1^{note153}.

On constate par ailleurs que l'impact de cette variable sur les comportements innovants de produits & procédés semble comparable à celui qu'elle exerce sur les comportements d'innovations de procédés ([2]FSR est non significatif dans tous les cas). Il est par conséquent possible d'affirmer que les innovateurs de procédés ne détiennent pas le monopole de cette compétence mais la partagent avec les innovateurs de produits & procédés. Les innovateurs de produits se caractérisent en revanche bien par leur faible compétence dans ce domaine à la fois par rapport aux innovateurs de procédés et aux innovateurs de produits & procédés ([1]FSR est négatif dans trois cas sur quatre).

La variable FSR est générique dans le sens où elle est calculée comme une moyenne entre deux types de compétences : celle d'interface avec les fournisseurs d'équipements et celle d'interface avec les fournisseurs de matériaux et composants. La variable FSRec permet de tester l'hypothèse selon laquelle les compétences d'interface avec les fournisseurs d'équipements et les fournisseurs de matériaux et composants exercent le même impact sur les comportements innovants. Dans les deux enquêtes où cette variable a pu être mesurée (CIS1 et CIS2), nous observons que son impact est significativement plus favorable aux comportements innovants de procédés qu'aux comportements d'innovations de produits & procédés et d'innovations de produits.

Les innovateurs de procédés sont donc caractérisés par rapport à l'ensemble des autres innovateurs par l'importance des compétences d'interface avec les fournisseurs d'équipements plutôt que des fournisseurs de matériaux et composants. Les innovateurs de produits & procédés se situeraient à mi-chemin entre les innovateurs de produits et de procédés. Ce résultat confirme l'idée selon laquelle les compétences d'interface

avec les fournisseurs agissent globalement en faveur des comportements d'innovations de procédés (comme l'indique la variable FSR) mais que considérées séparément elles exercent des effets différents : les fournisseurs d'équipements en faveur de l'innovation de procédé, les fournisseurs de matériaux et composants en faveur de l'innovation de produit.

Les compétences d'interface avec les utilisateurs

L'hypothèse selon laquelle les compétences d'interface avec les utilisateurs exercent un effet favorable à l'innovation de produit plutôt qu'à l'innovation de procédé semble vérifiée puisque dans trois cas sur quatre [3]USR est au moins significatif au seuil de 5%. Ce résultat semble fiable dans la mesure où l'estimation de modèles par quantiles de CAHT pour les enquêtes CIS1 et Compétence et par secteur pour l'enquête CIS1 ne font apparaître aucune déviation forte par rapport à ce qui est observé sur la population dans son ensemble. On notera que cette compétence n'a pas d'effet significativement différent sur les probabilités d'innovation en produits plutôt qu'en produits & procédés comme l'indiquent les coefficients estimés non significatifs associés à [1]USR. De fait, les compétences d'interface avec les utilisateurs n'auraient pas un effet exclusif sur les comportements innovants de produits mais aussi sur ceux d'innovations de produits & procédés.

Les compétences d'interface avec les concurrents ou capacités d'imitation

Les compétences d'interface avec les concurrents traduisent essentiellement les capacités d'imitation des firmes^{note154}. Comme prévu, quelle que soit l'enquête considérée, COMP agit plus favorablement sur l'innovation de produit que sur l'innovation de procédé ([3]COMP positif et significatif à au moins 5% dans toutes les enquêtes). A l'égard de cette variable les innovateurs de produits & procédés ne présentent comme dans le cas de la variable USR aucune différence nette de sensibilité par rapport aux innovateurs de produits ([1]COMP non significatif pour trois enquêtes sur quatre) tandis qu'ils seraient significativement plus sensibles que les innovateurs de procédés ([2]COMP négatif significatif dans trois enquêtes sur quatre)^{note155}.

Les compétences d'interface avec les institutions scientifiques

La seule hypothèse a priori que nous avons au sujet des compétences d'interface avec les activités scientifiques SCI était leur impact particulièrement favorable à l'innovation de produit & procédé par rapport à tout autre type de comportement innovant. Les résultats que nous obtenons ne permettent pas de conclure de manière aussi nette que dans le cas des variables FSR, USR et COMP. En ce qui concerne le vecteur [1] qui oppose les comportements innovants de produits à ceux de produits & procédés nous obtenons des coefficients estimés de signe négatif mais uniquement significatifs dans deux enquêtes ([1]SCI<0 et significatif à au moins 5% pour CIS1 et CIS2). Bien qu'instable, il y aurait donc une certaine tendance à ce que l'impact de cette compétence soit plus favorable au développement d'innovations de produits & procédés que d'innovations de produits. En particulier dans le cas de CIS1, il est possible de montrer que cet impact est d'autant plus favorable à l'innovation de produits & procédés par rapport à l'innovation de produit et à l'innovation de procédé que les firmes sont de taille importante par rapport à leur secteur^{note156}.

Dans le cas du vecteur [2] qui oppose les comportements innovants de procédés aux comportements innovants de produits & procédés en revanche seul un coefficient est négatif et significatif ([2]SCI pour CIS1) tandis que les autres coefficients sont tantôt positifs (Yale2 et Compétence) tantôt négatifs (CIS2) ce qui illustre la fragilité du résultat.

L'hypothèse de départ concernant l'impact des compétences d'interface avec les activités scientifiques en faveur des comportements innovants de produits & procédés ne semble validée que de manière très locale dans le contexte de l'enquête CIS1. Il semble donc impossible en l'état de proposer une conclusion ferme. La question demeure en suspens.

La seconde hypothèse sur les compétences d'interface avec la science concernait leur impact relatif sur les comportements innovants de produits et de procédés. Conformément à ce qui était initialement prévu, il ne semble pas exister de différences significatives entre les innovateurs de produits et les innovateurs de procédés dans l'ensemble des enquêtes^{note157}.

Compte tenu des éléments empiriques qui viennent d'être soulignés, il semble donc possible de conclure au fait que les compétences d'interface avec les activités scientifiques n'agissent pas de manière évidente sur le type de comportement innovant adopté par les firmes. En tout état de cause cet effet semble instable et spécifique à CIS1.

Les capacités de coopération

Nous avons émis l'hypothèse que les compétences associées à COOP exerçaient sans doute un effet plus important sur les comportements innovants de produits que sur ceux de procédés. Au regard des trois coefficients estimés associés à [3]COOP il ne semble pas possible d'accepter cette hypothèse. En revanche les estimations indiquent que le fait de disposer de compétences pour la coopération stimulerait significativement l'apparition de comportements innovants de produits & procédés plutôt que de procédés ([2]COOP sont tous négatifs et significatifs au seuil de 5%). Cet effet favorable à l'innovation de produit & procédé ne se retrouverait pas sur le vecteur [1] qui oppose les comportements innovants de produits à ceux de produits & procédés. Par conséquent, l'impact des compétences pour la coopération permettrait essentiellement de distinguer les innovateurs de produits & procédés des innovateurs de procédés uniquement.

Synthèse sur les compétences d'interface externe

Dans leur ensemble ces résultats sont cohérents avec nos hypothèses de départ. Les comportements innovants de produits par rapport à ceux de procédés seraient favorablement affectés par les compétences d'interface avec les utilisateurs (USR) et les concurrents (COMP) qui permettent aux firmes à la fois de réduire le niveau d'incertitude commerciale auquel elles sont confrontées ainsi que d'accroître le spectre de leurs opportunités. En revanche la capacité des firmes à nouer des coopérations avec d'autres firmes (COOP) ne semblerait pas constituer un facteur décisif.

Les comportements innovants de procédés seraient quant à eux principalement affectés par les compétences d'interface avec les fournisseurs (FSR). Ce résultat général doit cependant être nuancé puisque seules les compétences d'interface avec les *fournisseurs d'équipements* seraient véritablement favorables à ce type de comportement innovant. Les compétences d'interface avec les *fournisseurs de composants et de matériaux* agiraient plutôt au bénéfice des comportements innovants de produits comme l'indiquent les coefficients estimés associés à la variable FSRec.

En matière de compétences d'interface externe les comportements innovants de produits & procédés ne semblent pas présenter de profil véritablement spécifique puisque dans la plupart des cas ils manifestent par rapport aux variables étudiées une sensibilité équivalente ou intermédiaire à l'un des deux autres types de comportements innovants. En particulier nous n'avons pas pu clairement vérifier l'hypothèse selon laquelle les compétences d'interface avec la science (SCI) favorisaient plus ce type de comportement innovant que les autres. De manière plus surprenante nous avons noté un impact très favorable des compétences de coopération sur la probabilité relative d'innover en produits & procédés plutôt qu'en procédés qui reflète certainement le niveau supérieur de complexité de ce type de comportement innovant et la nécessité pour les firmes d'aller au-delà des simples relations marchandes.

De manière plus générale il semblerait que les compétences d'interface externes bénéficient plus aux innovateurs de produits qu'à ceux de procédés. Sur six compétences d'interface externe considérées (FSR, FSRec, USR, COMP, SCI, COOP), trois exercent un impact plus favorable sur l'innovation de produit que sur l'innovation de procédé (FSRmat plutôt que FSReq, USR, COMP), deux n'agissent pas de manière

significative, deux (FSR et FSReq par rapport à FSRmat) favorisent l'émergence d'innovations de procédés. Cependant, les comportements innovants les plus sensibles à ce type de compétences ne sont pas ceux de produits mais ceux de produits & procédés comme l'indique l'absence de coefficients estimés significatifs positifs associés aux compétences d'interface externes sur les vecteurs [1] et [2] (à l'exclusion des coefficients associés à FSRec). De manière plus formelle nous avons estimé des modèles exploitant les coordonnées des firmes sur les composantes principales (calculées à partir des variables FSReq, FSRmat, USR, COMP, SCI, COOP) dont les résultats pour CIS1 et CIS2 sont respectivement reportés en annexe. Le premier axe factoriel de ces ACP ne comporte que des coordonnées positives et les principales variables contributrices sont celles liées aux compétences d'interface externes. Les résultats reportés dans le Tableau 198 pour CIS1 et le Tableau 226 pour CIS2 confirment l'idée selon laquelle les principaux bénéficiaires des compétences d'interface externes sont les innovateurs de produits & procédés devant les innovateurs de produits qui se situent eux-mêmes devant les innovateurs de procédés^{note158}.

b. Les compétences d'interface internes

Il n'a été possible de mesurer ce type de compétence qu'à l'aide des données de l'enquête Yale2. Conformément à notre hypothèse de départ MK_F (qui représente la différence entre l'intensité de la communication de la R et D avec le service du marketing et de l'intensité de la communication de la R et D avec la production) semble principalement stimuler l'apparition de comportements innovants de produits plutôt que de procédés ([3]MK_F=0.267**). Autrement dit le fait de détenir des compétences d'interface internes entre la R et D et le marketing plutôt que des compétences d'interface internes entre la R et D et la production favoriserait l'apparition d'innovations de produits. Inversement, un renforcement de l'interface avec la production plutôt qu'avec le marketing stimulerait l'apparition d'innovations de procédés. Eu égard à cette variable les innovateurs de produits & procédés ne présenteraient de différences substantielles ni avec les innovateurs de produits ni avec les innovateurs de procédés.

Ce résultat confirme l'idée selon laquelle le développement d'innovations de procédés transite par l'exploitation intensive d'apprentissages par la pratique et par l'utilisation en provenance de la production tandis que, contrairement au cas des innovations de produits, les apprentissages par l'interaction en provenance du service marketing seraient moins fortement sollicités.

c. Les capacités absorbives

Nous avons retenu trois variables pour étudier les capacités absorbives des firmes :

- RD (importance de la R et D interne à l'entreprise pour le développement d'innovations technologiques),
- Het_Hom (la différence d'importance accordée à la stimulation des comportements innovants individuels 'Hétérogènes' par rapport aux comportements innovants collectifs 'Homogènes',
- QUAL (l'attention portée au recrutement d'employés qualifiés pour l'innovation).

Le niveau des capacités absorbives

La variable R et D nous renseigne sur le niveau des capacités absorbives des firmes en indiquant quelle est l'importance de la recherche effectuée au sein de l'entreprise pour le développement d'innovations

technologiques. Conformément aux hypothèses suggérées nous observons que l'impact de cette variable sur le type de comportement innovant adopté par les firmes est très significatif. Les innovateurs de produits seraient globalement plus sensibles à cette forme de compétence que les innovateurs de procédés comme l'indiquent les coefficients estimés significatifs et positifs associés à [3]RD dans trois enquêtes sur quatre (CIS1, Compétence et CIS2). Les innovateurs de produits présenteraient une tendance à moins dépendre des capacités absorbatives que les innovateurs de produits & procédés comme l'indiquent les coefficients estimés significatifs et négatifs associés à [1]RD dans les enquêtes Yale2 et CIS2. Néanmoins, dans la mesure où ce phénomène ne s'observe pas dans les deux enquêtes les plus fiables (CIS1 et Compétence) il ne semble pas judicieux de conclure autrement qu'en précisant qu'il s'agit d'une tendance mais pas forcément d'une relation très nette.

Finalement, le principal clivage en matière de sensibilité en ce qui concerne les capacités absorbatives s'observerait entre les innovateurs de produits & procédés et les innovateurs de procédés dans la mesure où trois des quatre enquêtes (CIS1, Compétence et CIS2) rapportent des coefficients estimés associés à [2]RD significatifs et négatifs.

Ces résultats confirment l'idée selon laquelle pour exploiter efficacement les connaissances technologiques puisées dans leur environnement les firmes innovantes en produits et en produits & procédés doivent aussi développer des capacités absorbatives plus importantes que les innovateurs de procédés qui exploitent moins les sources de connaissances technologiques externes.

L'hétérogénéité des connaissances pour l'innovation

L'équilibre qui s'établit au sein des firmes entre d'une part les compétences destinées à favoriser le développement d'un langage commun (signe d'homogénéité des connaissances) et d'autre part celles visant à stimuler des comportements individuels d'innovation (signe d'hétérogénéité des connaissances) n'est mesurable que dans l'enquête Compétence^{note159}. Nous avons précédemment suggéré l'hypothèse selon laquelle la capacité des firmes à entretenir la diversité des connaissances plutôt qu'à développer leur homogénéisation devait favoriser l'apparition de comportements innovants de produits plutôt que de procédés. Inversement des compétences plus marquées dans le domaine de l'homogénéisation des connaissances devraient stimuler l'apparition de comportements innovants de procédés plutôt que de produits.

Les estimations réalisées à partir des données de l'enquête Compétence semblent confirmer cette analyse : le coefficient associé à [3]Het_Hom est positif et significatif au seuil de 5% indiquant donc une plus forte sensibilité des innovateurs de produits que des innovateurs de procédés à la stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs^{note160}. Cette caractéristique des innovateurs de produits se retrouverait aussi face aux innovateurs de produits & procédés comme l'indique le coefficient estimé positif et significatif associé à [1]Het_Hom tandis que les innovateurs de produits & procédés ne présenteraient pas une sensibilité significativement différente de celle des innovateurs de procédés ([2]Het_Hom non significatif).

Ces résultats tendent à confirmer l'idée selon laquelle pour exploiter les opportunités externes à l'entreprise les innovateurs de produits doivent disposer des compétences assurant un certain degré d'hétérogénéité des connaissances (*via* la stimulation des initiatives individuelles d'innovations) plutôt que des compétences destinées à l'homogénéisation des connaissances (*via* le partage des connaissances et le travail d'équipe) comme le font les innovateurs de procédés. En effet, pour exploiter les opportunités d'innovations technologiques de produits en provenance du marché, les firmes doivent maintenir un certain niveau de diversité technologique tandis que pour faciliter l'exploitation des opportunités qui émergent à l'intérieur même de l'entreprise les innovateurs de procédés doivent au contraire homogénéiser les connaissances afin de disposer d'un langage commun permettant un travail collectif plus efficace.

Le niveau de qualification du personnel

Nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle le recrutement d'employés qualifiés devait favoriser l'apparition de comportements innovants de produits & procédés par rapport à ceux d'innovations de produits ou de procédés considérés isolément. Même si en tendance pour CIS1 et Compétence [1]QUAL et [2]QUAL sont de signe négatif, les coefficients estimés ne sont pas significatifs dans les deux enquêtes. De toute évidence la relation est instable, il convient donc de rester prudent quant à nos conclusions : **Aucune relation nette ne peut être établie entre le recrutement d'employés qualifiés pour innover et le type de comportement innovant finalement adopté par les firmes.**

Les résultats obtenus à partir des données ESE et portant sur le niveau de qualification du personnel dans l'entreprise sont en revanche plus clairs. Ils sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 33 : Synthèse des coefficients estimés associés à la variable Cad_Ouv dans les enquêtes CIS1, Yale, CIS2 et Compétence

Coefficients estimés associés à la variable Cad_Ouv

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

	P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
CIS1 (Modèle VII)	0,308	-1,163***	1,471***
YALE (Modèle III)	-0,045	-0,459	0,414
COMP (Modèle V)	0,628**	-0,44	1,068***
CIS2 (Modèle V)	0,772***	-0,803*	1,575***

Cad_Ouv = proportion de cadre – proportion d'ouvriers dans l'entreprise. Cette variable est calculée à partir des données des ESE 1989/90 et 1993/94

Sources : CIS1, Yale, Compétence , CIS2

A l'exception des résultats issus de Yale, on observe un impact très favorable de la variable Cad_Ouv sur la probabilité d'innover en produits plutôt qu'en procédés. Cela indique que les innovateurs de produits mobilisent sans doute un personnel plus qualifié que les innovateurs de procédés. Contrairement à nos hypothèses de départ, comme dans le cas de la variable QUAL, nous n'observons pas de signes évidents indiquant un niveau de qualification supérieur chez les innovateurs de produits & procédés que chez les innovateurs de produits ou de procédés. Au contraire, les firmes innovantes en produits emploieraient en tendance plus de cadres que d'ouvriers par rapport aux innovateurs de produits & procédés comme l'indiquent les signes positifs et significatifs associés à [1]Cad_Ouv dans trois enquêtes sur quatre. Dans le cas des innovateurs de procédés il y aurait certes une tendance à avoir moins de cadres que d'ouvriers par rapport aux innovateurs de produits & procédés mais elle serait faible.

En conclusion, il semble possible d'indiquer que les innovateurs de produits sont plus sensibles au niveau de qualification de leur personnel que les innovateurs de procédés. La différence entre ces deux types polaires de comportements innovants et les comportements innovants de produits & procédés n'est en revanche pas nette. En tout état de cause nous n'observons pas les signes évidents d'un niveau de qualification plus élevé chez les innovateurs de produits & procédés que chez les autres types d'innovateurs. Pour pouvoir conclure de manière plus catégorique il faudrait précisément quantifier l'ampleur du biais imputable à la procédure de sondage utilisée dans les ESE (sondage des établissements de 20 salariés et plus). Ce biais serait d'autant plus important que la taille des établissements serait corrélée avec le niveau moyen de qualification et/ou avec le type de comportement innovant adopté par les firmes.

§ 3 : Synthèse

Tableau 34 : L'impact des compétences sur les comportements innovants : hypothèses et principaux résultats

		P(Iprod) / P(Iprodoc) [1] (1)		P(Iprod) / P(Iprodoc) [2] (1)		P(Iprod)/ P(Iproc) [3] (1)	
		<i>Prévu</i>	<i>Estimé</i>	<i>Prévu</i>	<i>Estimé</i>	<i>Prévu</i>	<i>Estimé</i>
Compétences d'interface externe Cx							
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	-	-	+	ns	-	-
Fournisseurs d'équipements	FSReq	-	-	+	+	-	-
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	?	ns	?	-	?	+
Utilisateurs	USR	=	ns	-	-	+	+
Concurrents	COMP	=	ns	-	-	+	+
Institutions scientifiques	SCI	-	ns/-	-	ns/-	?	ns
Coopération	COOP	=	ns	-	-	+	ns
Compétences d'interface interne Cn							
Poliarisation marketing plutôt que production	MK-F	=	+	=	ns	+	+
Compétences d'absorption Cp							
Recherche développement interne	RD	-	ns/-	-	-	+	+
Hétérogénéité (HET) vs. création d'un langage commun (HOM)	HET-HOM	=	+	=	ns	+	-
Homogénéité (HOM)	HOM	=	ns	=	ns	-	ns
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	QUAL	-	ns/-	-	ns/-	?	ns/+
Proportion de cadres – proportion d'ouvriers	Cad_Ouv	-	ns/+	-	ns/-	?	+

ns : non significatif ; ns/+ : indique qu'il est difficile de conclure mais qu'on observe une tendance positive (ns/+) ou négative (ns/-).

(1) [1] : probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en produits & procédés ;

[2] : probabilité relative d'innover en procédés plutôt qu'en produits & procédés ; [3] : probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés.

En ce qui concerne l'opposition traditionnelle entre les innovateurs de produits et de procédés les résultats empiriques valident la plupart des hypothèses suggérées par les approches théoriques :

-

Importance des compétences d'interface externes avec les utilisateurs et les concurrents pour l'innovation de produits et des compétences d'interface externes avec les fournisseurs (en particuliers d'équipements) pour l'innovation de procédés.

-

Rôle des compétences d'interface internes entre R et D et production en faveur des innovations de procédés et entre R et D et marketing en faveur des innovations de produits.

-

Développement plus marqué des capacités absorptives chez les innovateurs de produits que chez les innovateurs de procédés.

- Rôle particulier des compétences pour la stimulation de l'hétérogénéité des connaissances technologiques internes en faveur des comportements innovants de produits et des compétences pour le développement d'un langage commun en faveur des innovations de procédés.

Nous penchant maintenant sur le cas particulier des innovateurs de produits & procédés nous avons montré que pour la plupart des compétences considérées ils présenteraient une sensibilité au moins comparable à celle du plus réactif des deux autres types de comportements innovants :

- Sensibilité équivalente aux innovateurs de produits à l'égard des compétences d'interfaces externes avec les utilisateurs et les concurrents,
- Sensibilité équivalente aux innovateurs de procédés à l'égard des compétences d'interfaces avec les fournisseurs.

Sous ce premier angle d'analyse les innovateurs de produits & procédés se démarquent par leur aptitude à développer simultanément certaines des principales compétences caractéristiques des innovateurs de produits et de procédés. Il s'agirait d'innovateurs 'super-compétents' capables de surmonter les contradictions entre le besoin d'une certaine diversité des connaissances technologiques favorable à l'innovation de produit et la nécessité d'un langage commun pour l'innovation de procédé. Nous avons ainsi supposé que certaines compétences supplémentaires devaient caractériser ces innovateurs. Ils devaient en particulier :

- Exploiter plus intensivement des sources de connaissances technologiques scientifiques.
- Développer des capacités absorbatives plus importantes que les autres.
- Disposer d'un personnel plus qualifié.

Bien qu'en tendance ces hypothèses semblent valides, les résultats présentent une forte volatilité en fonction des enquêtes considérées :

- Alors que nous attendions un impact très positif des compétences d'interface externe avec la science en faveur des comportements innovants de produits & procédés, nous obtenons bien dans la plupart des cas des coefficients estimés de signes cohérents avec cette hypothèse mais qui ne sont pas systématiquement significatifs.

Nous anticipions un effet très favorable du niveau des capacités absorbatives en faveur des comportements innovants de produits & procédés. En ce qui concerne l'opposition entre produits & procédés et procédés l'hypothèse se vérifie bien. Il n'en va pas de même pour l'opposition entre produits & procédés et produits puisque les coefficients estimés significatifs confirmant cette hypothèse ne se trouvent que dans deux enquêtes sur quatre (Yale et CIS2).

Le niveau de qualification du personnel (mesuré par le 'recrutement d'employés qualifiés pour l'innovation'

et par la 'proportion de cadres par rapport à celle d'ouvriers') devait aussi exercer un impact positif sur les comportements innovants de produits & procédés par rapport à tout autre type de comportement innovant. Dans le cas du recrutement d'employés qualifiés nous obtenons des coefficients estimés dont les signes correspondent bien à nos hypothèses mais qui ne sont pas systématiquement significatifs. Dans le cas de la proportion de cadre par rapport à celle d'ouvriers les difficultés semblent encore plus importantes puisque cette variable tendrait à agir plus favorablement sur les comportements innovants de produits que sur ceux de produits & procédés.

Ces différents éléments peuvent être synthétisés de manière à dégager des profils types de compétences associées aux comportements innovants de produits de procédés et de produits & procédés (Tableau 35).

Tableau 35 : Les profils de compétences des innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés

Comportement innovant	Compétences clefs	Profil général	Nature des connaissances
Produits	** Interface avec les utilisateurs ** Interface avec les concurrents ** Interface avec les fournisseurs de matériaux et composants plutôt que d'équipements ** Interface interne avec le marketing plutôt qu'avec la production ** Capacité à exploiter les connaissances issues de la R et D interne *** Capacité à stimuler l'hétérogénéité des connaissances technologiques plutôt qu'à les homogénéiser ** Capacité à exploiter une combinaison productive globalement plus riche en cadres qu'en ouvriers	Forte variété des compétences d'interface externes (avec les fournisseurs de matériaux, les utilisateurs, les concurrents). Développement concomitant de capacités absorbives fortes plutôt destinées à exploiter des opportunités émergeant en aval (dans le service marketing) plutôt qu'en amont (sur les lieux de production). Ces capacités absorbives sont fondées sur un personnel qualifié (plutôt des cadres que des ouvriers) dont on exploite l'hétérogénéité des connaissances.	Factuelles (par les interfaces externes en particulier avec les concurrents) Sociétales (pour/par la gestion d'interfaces externes variées et de l'hétérogénéité interne)
Procédés	** Interface avec les fournisseurs en général *** Interface avec les fournisseurs d'équipements plutôt que de composants et matériaux ** Interface interne avec les productions plutôt qu'avec le marketing ** Capacité à exploiter une combinaison productive globalement plus riche en ouvriers qu'en cadres	Faible variété des compétences d'interface externes (avec les fournisseurs d'équipements presque exclusivement). En parallèle faible développement des capacités absorbives qui s'orientent principalement vers l'exploitation des opportunités émergeant en amont (sur les lieux de production) plutôt qu'en aval (dans le service marketing). Le personnel employé dispose quant à lui d'un niveau de qualification faible (plutôt des ouvriers que des cadres) qui sont fortement incités à partager leurs	Factuelles (à travers l'interface avec les fournisseurs) Pratiques (à travers l'interface avec la production et la création d'un langage commun)

		connaissances et à développer un langage commun.	
Produits & procédés	<p>*** Capacité à gérer simultanément les interfaces externes amont (avec les fournisseurs) et aval (avec les utilisateurs et concurrents)</p> <p>** Capacités d'interfaces dans le cadre de coopérations</p> <p>* Interfaces avec les institutions scientifiques</p> <p>** Capacité à exploiter les connaissances issues de la R et D interne</p> <p>* Capacité à recruter des employés qualifiés pour l'innovation</p>	<p>'Super-compétence' en matière d'interfaces externes avec les fournisseurs, utilisateurs et concurrents. <i>Tendance</i> aussi à développer de plus fortes compétences d'interfaces avec la science et dans le cadre de coopérations. Parallèlement, fort développement des capacités absorbatives qui tendraient à reposer sur le recrutement d'employés qualifiés pour innover. Aucun déséquilibre particulier n'est à noter ni entre les compétences d'interfaces avec le marketing plutôt qu'avec la production, ni entre les compétences pour stimuler les comportements innovants individuels plutôt que collectifs.</p>	<p>Factuelles (via les interfaces externes en particulier avec les concurrents)</p> <p>Sociétales (par/pour l'exploitation des interfaces externes variées)</p> <p>Scientifiques (par les interfaces avec la science et le recrutement d'employés qualifiés)</p> <p>Pratiques (par les coopérations)</p>

*** : Domaine de compétence dans lequel le type de comportement innovant considéré surpasse tous les autres types de comportements innovants ; ** : Domaine de compétence dans lequel le type de comportement innovant considéré se trouve bien placé à égalité éventuelle avec l'un des deux autres types de comportement innovant ; * : Domaine de compétence dans lequel le type de comportement innovant considéré se trouve bien placé mais *entendance* uniquement (dans la mesure où les résultats économétriques présentent une certaine volatilité)

Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de montrer que la résolution des questionnements sur les fins (associés aux innovations de produits) et des questionnements sur les moyens (associés aux innovations de procédés) supposait la détention de compétences spécifiques. Au-delà d'une approche binaire polarisée sur les comportements innovants de produits et de procédés nous avons aussi essayé de cerner les compétences associées au développement conjoint de comportements innovants de produits & procédés.

Exploitant les données issues de quatre enquêtes innovations françaises sur deux périodes (CIS1 et Yale2 pour 1990-92 ; CIS2 et Compétence pour 1994-96) nous sommes parvenus identifier des régularités suffisamment nettes pour permettre la construction de profils de compétences types (cf. Tableau 35) :

Les comportements innovants de produits reposeraient essentiellement sur la détention de compétences d'interface externes avec les utilisateurs, les concurrents et les fournisseurs de matériaux et composants. L'existence de capacités absorbatives fortes destinées à exploiter des opportunités émergeant en aval (dans le service marketing) plutôt qu'en amont (sur les lieux de production) jouerait aussi un rôle essentiel. Finalement, les capacités des firmes à exploiter des combinaisons productives globalement plus riches en personnels qualifiés (cadres plutôt qu'ouvriers) et à stimuler les comportements innovants individuels plutôt que collectifs exerceraient aussi un impact décisif sur les capacités des firmes à développer des comportements innovants de produits.

Les comportements innovants de procédés dépendraient moins fortement que ceux de produits de la détention de compétences d'interfaces externes à l'exception de celles tournées vers les fournisseurs d'équipements. Le niveau des capacités absorbatives serait aussi moins déterminant. Les compétences décisives favorables à ce

type de comportement innovant seraient en fait essentiellement liées à la capacité des firmes à exploiter les apprentissages par la pratique et par l'utilisation qui émergent sur les lieux même de production. De fait la capacité des firmes à gérer un personnel peu qualifié (plutôt des ouvriers que des cadres), à développer une interface efficace entre la R et D et la production plutôt qu'entre la R et D et le marketing, et finalement à stimuler les comportements innovants collectifs plutôt qu'individuels constitueraient des éléments particulièrement favorables à l'exploitation des opportunités d'innovations de procédés.

L'apparition de comportements innovants de produits & procédés serait quant à elle essentiellement fonction de la capacité des firmes à mobiliser simultanément l'ensemble des compétences d'interfaces externes caractéristiques des comportements innovants de produits et de procédés (fournisseurs, utilisateurs, concurrents). Bien que cela soit statistiquement moins net, les comportements innovants de produits & procédés reposeraient d'une part sur les compétences des firmes en matières d'interfaces externes avec les institutions scientifiques et dans le cadre de coopérations et d'autre part sur le niveau de leurs capacités absorbatives. La capacité des firmes à assurer le recrutement d'un personnel qualifié pour innover jouerait aussi un rôle positif qui demeure néanmoins plus difficile à évaluer.

Ces résultats étayent globalement l'analyse évolutionniste qui a été proposée dans le chapitre II. En particulier, le rôle essentiel des compétences d'interfaces externes en faveur des comportements innovants de produits permet de souligner l'importance potentielle en leur faveur des *connaissances factuelles* (en provenance principalement des concurrents) et des *connaissances sociétales* issues d'apprentissages par l'interaction. *A contrario*, les comportements innovants de procédés dépendraient beaucoup plus de compétences associées à l'exploitation des *savoir-faire* issus d'apprentissages par la pratique et par l'utilisation qui émergent sur les lieux de production. Finalement, dans le cas des comportements innovants de produits & procédés, le rôle des compétences d'interfaces externes à la fois avec les fournisseurs, les concurrents, les utilisateurs, la science et dans le cadre de coopérations illustre la grande variété de connaissances dont s'alimentent ces comportements innovants : *connaissances factuelles* (par les concurrents), *sociétales* (par les fournisseurs et utilisateurs) mais aussi *scientifiques* et *pratiques* (via la coopération).

De toute évidence les comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés reposent donc sur le développement de compétences différentes mais aussi sur l'acquisition de différents types de connaissances technologiques. Ces connaissances technologiques présentent des attributs particuliers susceptibles d'expliquer d'une part des niveaux d'appropriation différents en fonction du type de comportement innovant considéré et d'autre part différents degrés d'accumulation technologique. Nous étudierons plus en détails ce sujet dans le chapitre suivant.

Chapitre 5 : La persistance des comportements innovants

Le chapitre précédent montrait empiriquement que le développement d'innovations de produits et de procédés reposait sur l'exploitation de compétences très variées. Nous en avons déduit que la **nature** et les **attributs** des connaissances technologiques mobilisées par les firmes différaient aussi. Ainsi que nous l'avons montré de manière théorique dans le chapitre II, compte tenu de leur impact sur les conditions d'accumulation et d'appropriation technologique, ces disparités pourraient expliquer le développement de comportements innovants présentant des profils temporels variés identifiables à travers leur caractère cumulatif, spécifique à chaque firme et irréversible dans l'espace produit-procédé. Exprimé de manière synthétique, les innovateurs de produits et de procédés n'évolueraient pas dans les mêmes conditions de dépendance du sentier : ils seraient engagés sur des **trajectoires technologiques** distinctes. Notre premier objectif consiste donc à identifier ces trajectoires et à les comparer afin de conclure à l'existence ou non de différences significatives dans leurs caractéristiques selon que les firmes ont initialement développé des comportements innovants de produits, de procédés ou de produits & procédés. La deuxième étape consiste à identifier certains facteurs susceptibles d'expliquer leurs principales caractéristiques.

Un certain nombre d'études empiriques qui se penchent sur l'évolution des comportements innovants dans le temps se regroupent autour d'une référence que nous partageons à la notion de '*persistance*' (Cefis [1996], Malerba, Orsenigo et Peretto [1997], Geroski, Van Reenen et Walters [1997], Le Bas Cabagnols et Gay [2000], Cefis [1999], Malerba et Orsenigo [1999]). Dans ces travaux la persistance est essentiellement une indicatrice du caractère *cumulatif* des trajectoires technologiques dans la mesure où elle s'assimile formellement soit à la probabilité conditionnelle pour qu'une firme innovante à l'instant t innove encore à l'instant $t+dt$, soit à un coefficient d'autocorrélation entre deux niveaux successifs d'activités ou de performance technologique^{note161}. Même si certains de ces travaux permettent d'étudier la spécificité du changement technologique, à notre connaissance, aucune étude empirique ne s'est explicitement penchée sur la dimension locale et irréversible du changement technologique. Dans notre cas la distinction produit / procédé qui fonde notre sujet de recherche place au coeur de nos préoccupations la dimension qualitative du changement technologique. Nous ne limiterons donc pas notre analyse à l'étude de la '*persistance*' des comportements innovants au sens strict mais nous tenterons de proposer un certain nombre d'indicateurs supplémentaires susceptibles de nous renseigner sur le caractère non seulement cumulatif des trajectoires technologiques mais aussi spécifique à chaque firme et irréversible dans l'espace produit-procédé.

La première section de ce chapitre proposera une opérationnalisation '*statistique*' du concept de trajectoire technologique conçue comme la réalisation d'un processus markovien. Nous décrirons en même temps les principaux outils économétriques développés pour leur étude dans les cas les plus généraux. Nous présenterons dans la seconde section les données d'enquêtes disponibles pour l'étude de l'évolution des comportements innovants sur les périodes 1985-90, 1990-92 et 1994-96. Compte tenu des difficultés d'appariement nous nous limiterons à l'étude d'un processus markovien d'ordre 1 entre les périodes 1990-92 et 1994-96 en mobilisant principalement les enquêtes CIS1 et Compétence. Ayant défini l'ordre de la chaîne de Markov sous-jacente au processus étudié nous pourrions alors dans une troisième section présenter l'emploi de différents instruments de description et de comparaison des trajectoires technologiques. Nous suggérerons et testerons alors empiriquement un certain nombre d'hypothèses quant aux spécificités des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés. Dans une dernière section, nous focalisant sur l'indicateur de persistance nous tenterons de vérifier l'impact des compétences sur les probabilités de persistance des différents types de comportements innovants.

Section 1 : Opérationnalisation et modélisation markovienne des trajectoires technologiques

L'objectif de cette première section sera de suggérer l'emploi d'outils techniques permettant une approche empirique des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés. Nous proposerons en premier lieu une opérationnalisation du concept de trajectoire technologique. Nous serons ainsi amenés à employer une définition statistique des trajectoires qui permettent l'emploi d'outils simples, en l'occurrence des chaînes de Markov. A l'issue de cette présentation très générale nous rappellerons les principaux outils économétriques disponibles pour l'estimation de ces modèles dans les cas les plus généraux de chaînes de Markov d'ordre quelconque.

§ 1 : Opérationnalisation du concept de trajectoire technologique

Figure 12 : Méthodologie évolutionniste d'étude du changement technologique

Type de problème à résoudre	Compétences à mobiliser	Nature et attributs des connaissances technologiques	Conditions d'accumulation et d'appropriation technologiques	Caractéristiques des trajectoires technologiques
-----------------------------	-------------------------	--	---	--

Le concept de trajectoire technologique n'a ainsi pas vocation explicative mais plutôt synthétique et descriptive. Il vise à évaluer globalement la vraisemblance des mécanismes d'apprentissage et d'appropriation décrits dans les phases initiales du raisonnement. Cette distinction entre principes explicatifs et descriptifs est rarement explicitée. Cela conduit à de fréquentes confusions entre trois éléments :

-
- *l'objet* que l'on cherche à étudier : 'la trajectoire technologique',
- les *attributs* que l'on cherche à décrire *via* l'emploi de ce concept (continuité des comportements innovants, localisation du progrès technologique, spécificité, ...),
- les *mécanismes* qui en sont à l'origine (apprentissages, conditions d'appropriation, ...).

Pour surmonter cette confusion nous proposerons dans un premier temps une définition statistique du concept de trajectoire technologique aussi dépouillée que possible qui ne fasse pas directement intervenir ses attributs mais permette par la suite de les étudier à l'aide d'indicateurs quantitatifs. Nous discuterons dans un second point la pertinence d'une telle représentation.

a. Définition statistique du concept de trajectoire

Définition générale :

Considérons pour un individu donné une *variable aléatoire* dépendant du temps ou processus $Y=(Y_t)_{t \in T}$ sur l'espace probabilisé (Ω, \mathcal{P}) , où Ω est l'univers des possibles, \mathcal{P} une tribu de parties de Ω et P une application de \mathcal{P} dans $[0, 1]$. un événement particulier de \mathcal{P} .

Soit une fonction $(t, \omega) \rightarrow Y(t, \omega)$ de \mathbb{R}^{+*} alors

-
- pour t fixé l'état du système est une variable aléatoire $Y(t, \omega)$
- pour ω fixé, c'est à dire pour une évolution particulière du système, les états successifs sont présentés par la fonction $t \rightarrow Y(t, \omega)$ que l'on appelle **trajectoire**.

La différence entre trajectoire et variable aléatoire peut être illustrée à l'aide de la Figure 13: 1,2,3 représentent trois trajectoires différentes tandis que Y_{1t} , Y_{2t} et Y_{3t} désignent trois réalisations différentes d'une même variable aléatoire.

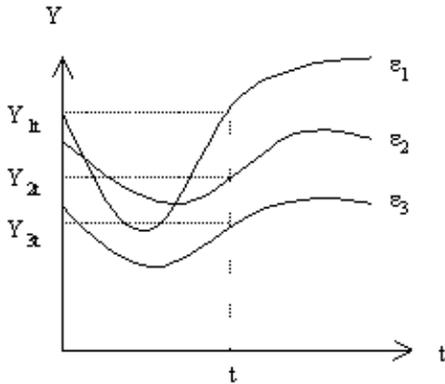


Figure 13 : Trajectoires et variables aléatoires

Cette première définition très générale peut faire l'objet de variantes selon en particulier que Y et t prennent leurs valeurs dans un espace discret ou continu. Nous considérerons pour notre part le cas particulier où Y et t sont discrets : t prend ses valeurs sur N tandis ; Y prend un nombre fini de valeurs. On parle alors d'espace d'états discret. Une nouvelle définition du concept de trajectoire peut alors être proposée.

Définition d'une trajectoire dans le cas discret

Si ϵ est composé de J valeurs discrètes dénombrables ou *états*, $\epsilon = \{0, 1, \dots, j, \dots, J-1\}$ et si le temps t est mesuré de manière discrète sur N+ alors une trajectoire ϵ_i est l'ensemble des réalisations aléatoires successives de Y dans le temps notées $Y_0=j_0, Y_2=j_2, \dots, Y_{T-1}=j_{T-1}$ où j

A ce stade, et si l'on se place dans un espace temps fini à T périodes, l'ensemble des trajectoires potentiellement observables noté E_T est composé de JT trajectoires élémentaires différentes notées ϵ_i : $E_T = \{\epsilon_i = [j_0, \dots, j_{T-1}]\}$ où i varie de 1 à JT et j.

b. Application du concept statistique de trajectoire à l'étude des comportements d'innovation de produits et de procédés

La définition statistique du concept de trajectoire en termes discrets peut être facilement réemployée pour définir des trajectoires technologiques de produits et de procédés :

-
- Y_t représente le type de comportement innovant adopté en t.
- $\epsilon = \{\text{non-innovation (0), innovation de produit uniquement (1), innovation de procédé uniquement (2), innovation de produit & procédé simultanément (3)}\}$
-
- J=4

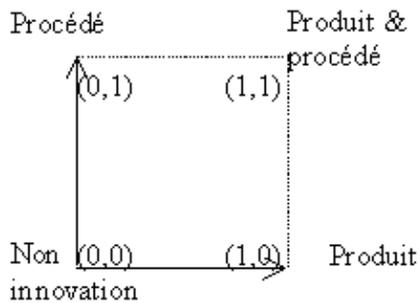
Définition :

Une trajectoire technologique se définit comme une succession ordonnée dans le temps de comportements innovants prenant leurs valeurs dans un espace discret à deux dimensions (produit – procédés) dans lequel seulement quatre positions sont possibles :

a. Définition statistique du concept de trajectoire

-
- (0,0) : pas d'innovation,
-
- (1,0) : innovation de produit,
-
- (0,1) : innovation de procédé,
-
- (1,1) : innovation de produit & procédé.

Figure 14 : L'espace des discrets à deux dimensions des comportements innovants de produits et de procédés



c. Présupposés et implications de cette définition

Caractère aléatoire du comportement technologique

Le type de comportement innovant adopté par les firmes est défini comme une variable stochastique Y . Ceci est cohérent avec l'idée développée dans le chapitre II selon laquelle l'aboutissement des processus résolutifs est aléatoire. Il s'agit d'une hypothèse très largement répandue dans la littérature sur le changement technologique.

Neutralité de la définition

Cette définition du concept de trajectoire technologique est neutre en ce sens qu'elle est purement descriptive. L'objet 'trajectoire technologique' se présente comme une simple succession de comportements innovants dans le temps entre lesquels aucune relation n'est *a priori* imposée.

Un espace des états discrets

La majorité des études économétriques longitudinales définissent les comportements innovants à l'aide de variables *quantitatives continues* qui mesurent des intensités^{note162} ou plus rarement des états *binaires* (innove/innove pas). En raison de la nature des données et des modèles utilisés^{note163}, ces travaux apportent des éclairages importants sur le caractère cumulatif (*via* l'introduction de termes autorégressifs), et 'firm specific' du progrès technologique (*via* l'adjonction de variables explicatives micro-économiques, d'effets fixes ou aléatoires individuels) mais ne parviennent pas à rendre compte de sa dimension locale.

L'utilisation d'un espace des états discrets bidimensionnels produits – procédés permet de surmonter ce

problème et de considérer explicitement le caractère qualitatif et local du progrès technologique. Cet espace produit - procédé est dans une certaine mesure comparable à l'espace capital - travail habituellement utilisé pour modéliser le changement technologique localisé à la différence près que nos repères sont discrets (0/1) (Antonelli [1995]note164). Des proximités existent aussi avec les développements théoriques récents Pakes et Ericson [1990], Ericson et Pakes [1995], Vega-Redondo [1999] qui emploient la théorie des graphes orientés pour modéliser la dimension locale du changement technologique.

Une relation d'ordre sur les états

Malgré le caractère essentiellement qualitatif du repère produits - procédés, il est aussi possible d'évaluer l'*intensité innovante* du comportement innovant si on admet la relation d'ordre présentée dans le Tableau 36 ci-dessous :

$\text{Non innovation} < \text{innovation de procédé} \equiv \text{innovation de produit} < \text{innovation de produit \& \text{procédé}}$

Tableau 36 : Intensité innovante des comportements technologiques des firmes

Cette relation sera par la suite largement exploitée. Elle ne remplace néanmoins pas une mesure explicite de l'ampleur de l'innovation qui permettrait par exemple de distinguer l'innovation radicale de l'innovation incrémentale. Pour surmonter cette limite nous aurions dû nous munir d'un espace des états à deux dimensions continu sur R^+ .

§2 . Modélisation markovienne des trajectoires technologiques de produits et de procédés

La plupart des modèles développés pour étudier les 'processus stochastiques' (et par là-même les trajectoires) considérés de manière générale traitent de successions d'états indépendantsnote165 dans un espace temps continu (mouvements Browniens, processus de Poisson, ou encore processus de Wiener-Levy). Dans un contexte à temps discret deux principaux types de processus ont été étudiés :

- Les processus de Bernoulli fondés sur l'hypothèse d'indépendance entre événements successifs.
- Les processus de Markovnote166 qui abordent explicitement le problème de la dépendance entre les états successifs d'une trajectoire.

Le processus que nous désirons modéliser (le comportement technologique des firmes) est supposé régi par des mécanismes d'apprentissage et d'appropriation. Ces mécanismes sont réputés induire une certaine dépendance entre les états successifs du comportement innovant des firmes de sorte que l'emploi de processus de Bernoulli postulant l'indépendance des états successifs semble inadéquat. Nous recourons donc à une formalisation des trajectoires technologiques en termes de chaînes de Markov.

a. Les chaînes de Markov en économie du changement technologique

L'utilisation théorique des chaînes de Markov pour modéliser l'évolution des comportements micro-économiques et plus spécifiquement technologiques n'est pas nouvelle. Depuis le travail fondateur de Nelson et Winter [1982] elle est particulièrement fréquente dans les modèles de simulation et en particulier

dans ceux fondés sur l'emploi d'algorithmes génétiques (Dawid [1996]). C'est sans doute dans ce domaine que les applications ont été les plus fructueuses pour modéliser le caractère local et dépendant du sentier des comportements technologiques micro-économiques. Plus généralement les chaînes de Markov se retrouvent dans les travaux traitant des phénomènes de spatialisation et de réseaux en économie (Arthur, Ermoliev et Kaniovski [1987], Dosi et Kaniovski [1994]note167, David et Foray [1995]). En théorie des jeux de nombreuses applications des chaînes de Markov ont aussi été faites pour modéliser les stratégies de firmes lorsque les décisions sont séquentielles. Des applications théoriques ont été proposées dans le cas où les firmes évoluent dans un espace technologique discret multidimensionnel (Vega-Redondo [1999]).

Si l'exploitation empirique des chaînes de Markov est relativement fréquente dans les sciences du comportement en général (en éthologie en particuliernote168), en sociologienote169, en gestionnote170, en finance et en économie du travailnote171 ce n'est pas le cas dans le champ de l'économie de l'innovation. A notre connaissance, ce type de modèle n'a pour l'instant fait l'objet d'aucune application à l'étude empirique de l'évolution des comportements micro-économiques d'innovation (ou plus spécifiquement à l'étude des trajectoires technologiques micro-économiques). Ainsi que nous allons maintenant le montrer, les modèles markoviens peuvent se révéler particulièrement adaptés à l'étude de ce type de questions.

b. Modélisation des trajectoires technologiques à l'aide de chaînes de Markov d'ordre 1

Lorsque au temps t la dépendance vis-à-vis du passé entre les différents états du processus considéré ne transite que par t-1 on parle de chaînes de Markov d'ordre 1 ou de processus sans mémoirenote172. Il s'agit du cas le plus fréquemment étudié. La probabilité pour que Y_t égale une valeur particulière i en t ne dépend alors de l'ensemble du passé qu'à travers la valeur la plus récente de Y soit Y_{t-1} .

Rappels théoriques

Dans le cas des chaînes de Markov d'ordre 1 les probabilités de transition entre un état i en t-1 à un état j en t est notée comme suit :

$$P_{ij}(t) = P\left(\frac{y_t = j_t}{y_{t-1} = i, y_{t-2} = k, \dots}\right) = P\left(\frac{y_t = j_t}{y_{t-1} = i}\right)$$

où p_{ij} est la probabilité de passage d'un état i en t à un état j en t+1 et où i, j, k

La loi jointe correspondante prend une forme suivante :

$$P(Y_0 = J_0, \dots, Y_T = J_T) = P(Y_0 = J_0) \prod_{t=1}^T P\left(\frac{Y_t = J_t}{Y_{t-1} = J_{t-1}}\right) = P_0(J_0) \prod_{t=1}^T P_{i_{t-1}, j_t}(t)$$

Il est ainsi possible de représenter les *probabilités de transition* $P_{ij}(t)$ à l'aide d'une *matrice de transition* $P(t)$ de dimensions $J \times J$ dont les lignes figurent les *états initiaux* en t et les colonnes les *états finaux* en t+1

$$P_1(t) = \begin{bmatrix} P_{0,0} & P_{0,1} & \dots & P_{0,J-1} \\ P_{1,0} & P_{1,1} & \dots & P_{1,J-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{J-1,0} & P_{J-1,1} & \dots & P_{J-1,J-1} \end{bmatrix}$$

Figure 15 : Matrice de transition d'ordre 1 (P1(t))

Les éléments d'une même ligne i de $P(t)$ forment ainsi une distribution de probabilité et leur somme vaut 1 puisqu'il s'agit d'une somme des probabilités conditionnelles à i :

$$\sum_{j=0}^{J-1} P_{ij}(t) = \sum_{j=0}^{J-1} P(Y_t = j / Y_{t-1} = i) = 1$$

De manière figurée la dépendance qui est décrite par la matrice de transition $P_1(t)$ peut être représentée de manière suivante où la dépendance s'établit uniquement entre deux périodes successives:

$$Y_{t-p} \rightarrow Y_{t-p+1} \rightarrow \dots \rightarrow Y_{t-2} \rightarrow Y_{t-1} \rightarrow Y_t$$

Figure 16 : Structure de dépendance temporelle dans une chaîne de Markov d'ordre 1

[Note:

170. Source : A partir de Berchtold [1998], p.54

]

c. Modélisation des trajectoires technologiques à l'aide de chaînes de Markov d'ordre p quelconque

Les chaînes de Markov d'ordre 1 'sans mémoire' peuvent sembler inappropriées pour représenter certains phénomènes complexes dans lesquels le passé n'est pas totalement résumé par l'état présent. Cette restriction peut sembler particulièrement inadéquate dans le cas de processus d'apprentissage dans lesquels l'accumulation de connaissances se construit sur de longues périodes de temps et présente donc un caractère autorégressif marqué. Le traitement de telles dépendances se fait par le biais d'une généralisation du principe sous-jacent aux chaînes de Markov d'ordre 1 et par la prise en compte de processus autorégressifs d'ordre p quelconques.

Rappel théorique

Dans le cas où le processus Y_t est totalement autorégressif, l'ensemble des réalisations de Y sur t (Y_0, \dots, Y_T) ont une probabilité de réalisation simultanée ou loi jointe notée :

$$P(Y_0 = J_0, \dots, Y_T = J_T) = P(Y_0 = J_0) P\left(\frac{Y_1 = J_1}{Y_0 = J_0}\right) P\left(\frac{Y_2 = J_2}{Y_0 = J_0, Y_1 = J_1}\right) \dots P\left(\frac{Y_T = J_T}{Y_0 = J_0, Y_1 = J_1, \dots, Y_{T-1} = J_{T-1}}\right)$$

Dans cette perspective, à chaque instant du temps (t) la probabilité de transition de Y d'un état i en $t-1$ à un état j en t ($P_{i-1j}(t)$ que nous notons $P_{ij}(t)$) dépend de l'ensemble des réalisations passées de Y (Y_{t-1}, \dots, Y_0).

Une *chaîne de Markov d'ordre p* peut alors être définie comme un cas particulier de processus autorégressif dans lequel seulement p retards sont considérés (autorégressif d'ordre p , AR(p)). L'horizon temporel pris en compte dans les trajectoires est limité à p périodes et l'ensemble des trajectoires peut donc se noter $E_p = \{e_i = [j_1, \dots, j_p]\}$ avec i variant de 1 à J_p . On obtient ainsi des probabilités de transition de la forme suivante :

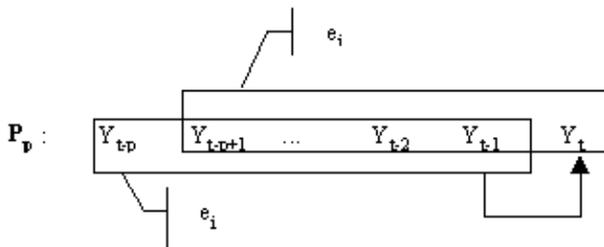
$$P(Y_t=J_t/Y_{t-1}=J_{t-1}, \dots, Y_0=J_0) = P(Y_t=J_t/Y_{t-1}=J_{t-1}, \dots, Y_{t-p}=J_{t-p})$$

Les matrices de transition construites à cette occasion (notées $P_p(t)$) sont de dimension $M \times M$ (avec $M=Jp$). Elles croisent deux à deux toutes les trajectoires e_i potentiellement observables en p périodes comme dans la Figure 17 au dessous.

$$P_p(t) = \begin{pmatrix} Pe_1e_1 & \dots & Pe_1e_M \\ \dots & Pe_je_j & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ Pe_Me_1 & \dots & Pe_Me_M \end{pmatrix}$$

Figure 17 : Matrice de transition d'ordre p ($P_p(t)$)

Les éléments de cette matrice de transition représentent les probabilités de transition Pe_je_j depuis des trajectoire e_i du type $Y_{t-p-1}=j_{t-p-1} ; Y_{t-p}=j_{t-p} ; \dots ; Y_{t-2}=j_{t-2} ; Y_{t-1}=j_{t-1}$ en $t-1$ vers des trajectoire e_j du type $Y_{t-p}=j_{t-p} ; Y_{t-p+1}=j_{t-p+1} ; \dots ; Y_{t-1}=j_{t-1} ; Y_t=j_t$ en t . Dans ce type de matrice la structure de dépendance temporelle qui est décrite peut être représentée comme suit :



A partir de Berchtold, [1998], p.54

Figure 18 : Structure de la dépendance temporelle dans une matrice de transition d'ordre p P_p

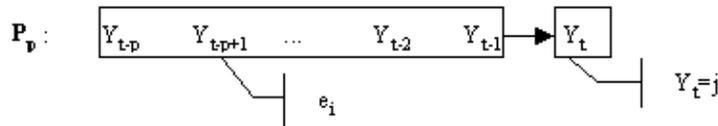
Dans le cas où les $p-1$ derniers éléments de la première trajectoire e_i (en $t-1$) et les $p-1$ premiers éléments de la trajectoire e_j (en t) ne sont pas identiques alors la probabilité de transition entre ces deux trajectoires est forcément nulle : on parle de *zéro structural*.

Des matrices 'réduites' d'ordre p et de dimension $M.(J)$ notées $R_p(t)$ peuvent alors être construites, dans lesquelles les *zéros structurels* sont éliminés. Les matrices $R_p(t)$ sont de la forme suivante :

$$R_p(t) = \begin{pmatrix} Pe_1j_1 & \dots & Pe_1j_J \\ \dots & Pe_je_j & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ Pe_Mj_1 & \dots & Pe_Mj_J \end{pmatrix}$$

Figure 19 : Matrice de transition réduite d'ordre p R_p

La structure de dépendance temporelle décrite par ce type de matrice est représentée dans la Figure 20 au-dessous :



A partir de Berchtold, [1998], p.54

Figure 20 : Structure de la dépendance temporelle dans les matrices de transition réduites d'ordre p Rp

On notera que le nombre de paramètres à estimer augmente très rapidementnote173 au fur et à mesure que p croit. Ceci implique l'emploi de techniques spécifiques dès lors que l'on veut estimer des processus autoregressifs d'ordre élevénote174 ou comportant un grand nombre de modalitésnote175.

§ 3 . Procédures économétriques pour l'estimation des matrices de transition

L'étude des chaînes de Markov suppose que nous disposions préalablement à toute investigation de matrices de transition. Ces matrices ne sont cependant pas 'données', elles doivent être estimées. Nous détaillerons donc dans ce paragraphe les différentes procédures statistiques d'estimation et de diagnostic disponibles pour l'étude et l'évaluation de la fiabilité des matrices de transition. Dans un premier point nous montrerons que les probabilités de transition peuvent être estimées sans difficultés par le maximum de vraisemblance (a). Cette estimation est d'autant plus simple que l'hypothèse d'homogénéité est vérifiée (b), que l'ordre de la chaîne est faible (c) et que les matrices de transition sont stables (d). Des difficultés d'estimations se manifestent néanmoins très rapidement lorsque le nombre d'états considérés et l'ordre p de la chaîne de Markov augmentent. Les probabilités de transition doivent alors être modélisées à l'aide de techniques spécifiques dont nous rappellerons brièvement les principes de base (e).

a. Estimateurs du maximum de vraisemblance des probabilités de transition

Les estimateurs du maximum de vraisemblance des probabilités de transition à la date t sont égaux aux fréquences empiriques correspondantes et sont sans biaisnote176 :

$$\hat{P}_0(j_0) = \frac{n_0(j_0)}{n}$$

$$\hat{P}_{j_{t-1}, j_t}(t) = \frac{n_{t-1,t}(j_{t-1}, j_t)}{n_{t-1}(j_{t-1})}$$

Dans le cas particulier où la matrice de transition $P(t)$ ne dépend pas de t alors $P(t)=P$, la chaîne de Markov est dite *homogène*. Il n'y a alors qu'une matrice de transition à estimer dont les éléments se présentent comme des moyennes pondérées des estimateurs obtenus dans le cas non homogène :

$$\hat{P}_0(j_0) = \frac{n_0(j_0)}{n}$$

$$\hat{P}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T n_{t-1,t}(ij)}{\sum_{j=0}^{J-1} \sum_{t=1}^T n_{t-1,t}(ij)} = \frac{\sum_{t=1}^T n_{t-1,t}(ij)}{\sum_{t=1}^T n_{t-1}(i)} = \sum_{t=1}^T \hat{p}_{ij}(t) \frac{n_{t-1}(i)}{\sum_{t=1}^T n_{t-1}(i)}$$

Dans le cas où l'ordre de la chaîne de Markov est supérieur à 1, alors, les estimateurs du maximum de vraisemblance sont calculés de manière identique (i.e. à l'aide des fréquences empiriques) à partir des données issues de la matrice de transition d'ordre p $P_p(t)$ qui croise les séquences du type $e_i.e_j$ note177.

b. Homogénéité des matrices de transition

Il est possible à partir de la matrice de transition étudiée de tester l'homogénéité de la chaîne de Markov sous-jacente (i.e. $P(t)=P$) en calculant la statistique suivante qui sous l'hypothèse nulle (homogénéité de la chaîne) suit un χ^2 à $J(J-1)(T-1)$ degrés de liberté note178 :

$$\sum_t \sum_{j_{t-1}} n_{t-1}(j_{t-1}) \sum_{j_t} \frac{(\hat{p}_{j_{t-1}j_t} - \hat{p}_{j_{t-1}j_t}(t))^2}{\hat{p}_{j_{t-1}j_t}(t)}$$

L'hypothèse d'homogénéité est très forte. Elle signifierait dans notre cas que les probabilités de transition entre les différents types de comportements innovants n'évoluent pas dans le temps. Cela reviendrait en particulier à supposer que le comportement innovant des firmes n'est pas affecté par la conjoncture.

c. Ordre optimal p des chaînes de Markov

Deux principaux critères sont employés pour définir l'ordre optimal des chaînes de Markov : le critère d'information d'Akaike (AIC) et le critère d'information de Bayes (BIC).

AIC

Partant du principe que l'ordre de la chaîne considérée est strictement inférieur à k on calcule le maximum de vraisemblance du modèle d'ordre p et d'ordre Ml_k ($k > p$).

$$Ml_k = \prod_{e_i=1}^{e_i=m^k} \prod_{e_j=1}^{e_j=m^k} \hat{p}_{e_i e_j}^{n_{e_i e_j}}$$

Où n_{e_i} et n_{e_j} figurent les effectifs observés dans la matrice de transition P_k d'ordre k.

Les $P_{e_i e_j}$ sont les estimateurs du maximum de vraisemblance des probabilités de transition entre des séquences e_i en t-1 et e_j en t calculés à partir des fréquences empiriques de la matrice de transition d'ordre k. Le critère AIC se calcule ensuite comme suit :

$$\begin{aligned}
 AIC_p &= -2 \log \left(\frac{ML_p}{ML_k} \right) - 2df_{pk} \\
 &= \left[-2 \left(\log(ML_p) - \log(ML_k) \right) \right] - \left[2 \left((m^k - m^p)(m-1) \right) \right]
 \end{aligned}$$

L'ordre optimal \hat{o} correspond à la l'ordre tel que $AIC_{\hat{o}} = \min AIC$ et où $0 \leq \hat{o} < k$

Le critère BIC

L'emploi du critère BIC qui prend en compte le nombre d'observations n utilisé dans l'estimation est préféré au critère AIC qui surestime l'ordre optimal dès lors que l'on dispose de plus de 7 observations. Le critère se calcule comme suit :

$$\begin{aligned}
 BIC_p &= -2 \log \left(\frac{ML_p}{ML_k} \right) - 2df_{pk} \log(n) \\
 &= \left[-2 \left(\log(ML_p) - \log(ML_k) \right) \right] - \left[2 \left((m^k - m^p)(m-1) \right) \right] \log(n)
 \end{aligned}$$

Le critère de choix de l'ordre optimal est comme dans le cas d'AIC la minimisation du BIC.

d. Stabilité de la matrice de transition

Une fois estimées les probabilités de transition, vérifiée l'hypothèse d'homogénéité et défini l'ordre optimal p de la chaîne de Markov, il convient de s'interroger sur la robustesse des estimations eu égard au nombre d'observations disponibles : on parle alors de mesures de stabilité des matrices de transition ^{note 179}.

Chaque ligne des matrices de transition peut être traitée comme une distribution de probabilité multinomiale. La question de la stabilité des matrices de transition passe donc par une étude préalable de la stabilité de chacune de ces distributions.

Berchtold [1998], p.67 propose la mesure de stabilité suivante :

$$\hat{D}_i = c / (n+1) \left(1 - \min_j (\hat{p}_{ij}) \right)$$

où c est le nombre de modalités de la variable considérée,

n le nombre d'observations,

\hat{p}_{ij} l'estimation du maximum de vraisemblance des probabilités de transitions entre un état i en t et un état j en $t+1$

$\min_j (\hat{p}_{ij})$ est la probabilité estimée minimum dans la ligne i de la matrice de transition

en outre : $0 < D_i \leq c/2$

Une fois déterminée la stabilité de chaque ligne de la matrice de transition il reste à agréger les résultats pour définir une mesure globale de stabilité. Différentes solutions peuvent être envisagées : retenir D_i max, la moyenne brute des D_i ou la moyenne pondérée des D_i en fonction du nombre d'observations dans chaque ligne (D_w).

Nous retiendrons une moyenne pondérée en fonction du nombre d'observation dans chaque ligne :

$$D_w(P) = \sum_{i=1}^r \frac{n_i}{n} D_i = \frac{c}{n} \sum_{i=1}^r \frac{n_i (1 - \min_j (\hat{p}_{ij}))}{n_i + 1}$$

Où P est une matrice de transition comportant c colonnes et r lignes (r.c).

La matrice sera d'autant plus stable que D_w est faible.

e. Modélisation des chaînes de Markov d'ordre élevé

L'estimation et l'interprétation des probabilités de transition des chaînes de Markov sont relativement simples lorsque le nombre de modalités de Y est faible et que le caractère autorégressif est limité (en général d'ordre 1). La situation se complique très nettement dès que l'ordre de la chaîne de Markov est supérieur à 1 dans la mesure où le nombre de paramètres indépendants à estimer croît de manière géométrique avec p. Pour une variable aléatoire Y comportant J modalités et suivant une chaîne de Markov d'ordre p, le nombre de paramètres indépendants à estimer est ainsi égal à $J^p(J-1)$ note180. Techniquement l'estimation devient rapidement impossible et les résultats difficilement intelligibles. Différentes solutions ont été proposées pour modéliser ces chaînes de Markov dites d'ordre élevé (*High-order Markov Models* ou *HMM*).

Compte tenu du faible nombre de périodes d'observations dont nous disposons note181, nous ne ferons que rappeler les mécanismes des principales méthodes sur le sujet : les méthodes de Raftery (pour des chaînes d'ordre fini) et de Meharan (pour les chaînes d'ordre infini et le traitement des données manquantes). Pour des développements plus détaillés et une généralisation de ces modèles nous renvoyons à l'ouvrage de Berchtold [1998] note182.

Les stratégies de modélisation

- On explicite une structure de dépendance vis à vis du passé des probabilités de transition contenues dans la matrice de transition réduite d'ordre p (R_p).
- Des paramètres sont associés à chacun des éléments de cette structure de dépendance note183.
- Les paramètres sont estimés (par le maximum de vraisemblance ou par une procédure de maximisation du pouvoir prédictif de la matrice de transition).
- On dispose alors d'un nombre réduit de paramètres estimés dont l'interprétation est aisée mais qui permettent néanmoins d'approximer la vraie matrice de transition réduite d'ordre p permettant ainsi la prédiction.

Modélisation des chaînes d'ordre élevé mais fini : Mixture Transition Distribution Model (MTDM)

Structure de dépendance

Ce type de modèle a été développé par Raftery [1985], Raftery et Tavaré [1994] et généralisé à des structures de dépendance au passé beaucoup plus complexes et à des matrices de transition quelconques par Berchtold [1998]note184.

Ce modèle résume la dépendance vis à vis du passé à l'aide d'un paramètre différent pour chaque période mais indépendant de l'état à cette période. Autrement dit, 'la mémoire' du système est la même pour tous les états. En particulier il n'y aurait pas d'états dont l'impact dans le temps s'amoinerait plus vite que pour d'autres.

Paramétrage du modèle

Considérant une matrice de transition réduite d'ordre p et deux états :

$$e_{t-1}=[Y_{t-p}=i_p ; Y_{t-p+1}=i_{p-1}; \dots; Y_{t-1}=i_1] \text{ et}$$

$$e_t=[Y_{t-p}=j_{p-1} ; Y_{t-p+2}=j_{p-2}; \dots; Y_{t-0}=j_0].$$

Raftery retient alors le modèle suivant pour l'estimation de la probabilité de transition entre ces deux états :

$$\begin{aligned} P\left(\frac{e_t}{e_{t-1}}\right) &= P\left(\frac{Y_t=j_0}{Y_{t-1}=i_1, \dots, Y_{t-p}=i_p}\right) \\ &\equiv \varphi_1 P\left(\frac{Y_t=j_0}{Y_{t-1}=i_1}\right) + \dots + \varphi_p P\left(\frac{Y_t=j_0}{Y_{t-p}=i_p}\right) \\ &\equiv \varphi_1 p_{i_1, j_0} + \dots + \varphi_p p_{i_p, j_0} \\ &\equiv \sum_{g=1}^p \varphi_g p_{i_g, j_0} \quad \text{Sous contrainte: } \sum_{g=1}^p \varphi_g = 1 \text{ et } 0 \leq \varphi_g \leq 1 \forall g \end{aligned}$$

L'enjeu de la modélisation consiste donc à limiter le nombre de paramètres à estimer tout en parvenant à recalculer la matrice de transition d'ordre p. Le principe général de ces méthodes est le suivant :

Où les p_{i_g, j_0} sont les probabilités de transition contenues dans la matrice de transition d'ordre 1 (notée P_1) entre les états i_g et j_0 .

Berchtold [1998], p.118 note au passage que 'le modèle de Raftery considère uniquement l'effet direct de chaque retard sur la période t, et non l'effet de t-p sur t-p+1, puis l'effet de t-p+1 sur t-p+2, etc..., car cela conduirait à additionner des probabilités de transition correspondant à des événements expliqués différents, ce qui ne peut pas être justifié.'

Graphiquement cette structure de dépendance temporelle peut être illustrée comme suit :

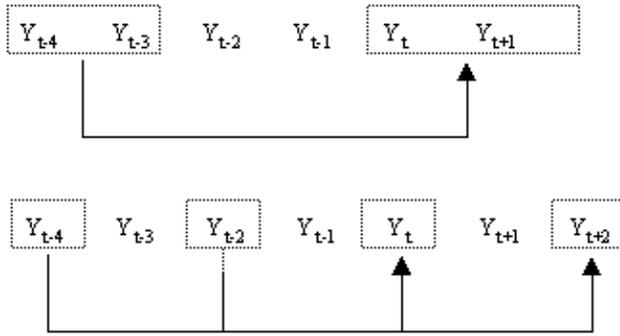


Figure 21 : Structure de dépendance temporelle dans le modèle de Raftery

Si $'_{t-p}$ est un vecteur de dimension $1.J$ qui représente l'état effectivement observé de la variable Y à la période $t-p$ alors chaque succession différente des vecteurs $t-p, \dots, t-1$ représente un état e_j particulier dans la matrice de transition réduite R_p (c'est à dire une ligne). Si on note maintenant :

$$\hat{\chi}'_t = \sum_{g=1}^p \phi_g \chi'_{t-g} R_1$$

(1.J)

alors $\hat{R}_p = \begin{pmatrix} \hat{\chi}_t(e_1) \\ \dots \\ \hat{\chi}_t(e_{J^p}) \end{pmatrix}$

(J^p.J)

La modélisation directe de la matrice R_p aurait nécessité l'estimation de $J^p(J-1)$ probabilités de transition différentes. Avec cette méthode, elle ne requiert plus que l'estimation de $(P-1)+J(J-1)$ paramètres différents :

-
- p-1 correspondant aux paramètres g dont seulement p-1 sont indépendants compte tenu de la contrainte,
-
- $J(J-1)$ correspondant aux probabilités estimées dans la matrice de transition d'ordre 1 P_1 .

Pertinence du modèle pour l'étude des comportements d'innovation de produit et de procédé

Notre objectif est d'étudier les différentes caractéristiques de dépendance du sentier associées à chacun des types de comportement innovant. Il semble ainsi que le modèle de Raftery tel qu'il vient d'être formulé ne permette pas de répondre à nos préoccupations. En effet, postulant des ϕ_g identiques quel que soit le type de comportement technologique à l'époque $t-g$ il ne prend pas en considération l'existence d'éventuelles structures de dépendance temporelles différentes selon les types de comportements innovants adoptés dans le passé.

Ce problème pourrait être facilement surmonté si au lieu d'estimer un seul paramètre pour chaque retard g (les ϕ_g) nous prenions en considération un paramètre différent pour chaque retard g et pour chaque état possible j (nous estimerions ainsi des ϕ_{gj}). Cette formulation permettrait de mettre en évidence des niveaux de rémanence

éventuellement différenciés dans le temps selon que les firmes ont innové en produits, procédés, produits & procédés ou n'ont pas innové pas du tout.

Ce modèle nécessiterait l'estimation d'un plus grand nombre de paramètres mais permettrait d'identifier et de comparer la forme et l'intensité des processus de dépendance du sentier qui accompagnent chacun des types de comportements innovants étudiés. P(J-1)+ J(J-1) paramètres différents seraient ainsi à estimer :

-
- P(J-1) : pour chaque retard un paramètre par modalité,
-
- J(J-1) : pour la matrice P1.

Raffinements du modèle

Berchtold [1998] p.120-121^{note185} propose de remplacer dans le modèle de base de Raftery la matrice de transition d'ordre 1 P₁ par :

-
- P_{1g} qui est la matrice de transition de premier ordre P₁ élevée à la puissance g ou par
-
- P_{1g} qui est la matrice de transition de premier ordre entre les états observés en t et ceux observés en t-g.

Dans le premier cas on obtient alors :
$$\hat{\chi}'_{(1,J)t} = \sum_{g=1}^p \varphi_g \chi'_{t-g} P_1^g$$

Dans le second cas on obtient :
$$\hat{\chi}'_{(1,J)t} = \sum_{g=1}^p \varphi_g \chi'_{t-g} P_{1g}$$

L'emploi de ces matrices permet d'améliorer la qualité de la modélisation (en particulier de rompre avec l'hypothèse d'homogénéité faite par Raftery) sans pour autant accroître démesurément le nombre de paramètres estimés.

Extensions du modèle

Berchtold propose une généralisation de cette approche à des combinaisons quelconques de variables qualitatives explicatives/expliquées. Les chaînes de Markov se présentent alors comme des cas particuliers dans lesquels les variables explicatives et expliquées sont de même nature. Deux exemples de telles structures atypiques sont représentées dans la figure ci-dessous :

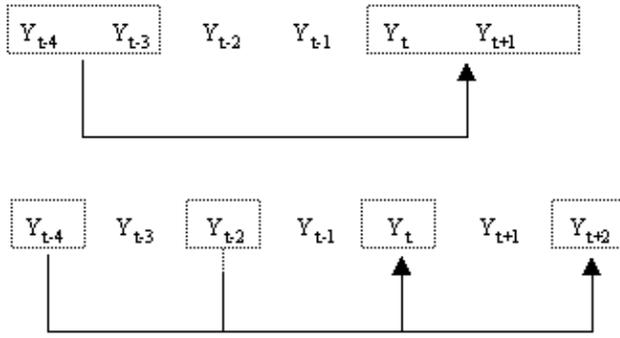


Figure 22 : Structures de dépendances temporelles atypiques

Ce type de généralisation se prête particulièrement bien à l'étude de phénomènes de localisation dans lesquels par exemple le comportement d'un agent dépend de celui de ses voisins. Berchtold [1998] propose ainsi des applications à l'étude de la localisation des stations services le long d'une autoroute représentée par une ligne horizontale (p.158) et à celles des plantes vivaces dans un espace à deux dimensions (Nord-Sud ; Est-Ouest) (p.231).

Des applications sont aussi envisageables pour l'étude du changement technologique localisé. Par exemple, disposant de données sur la localisation des innovateurs et sur leur type de comportement innovant, il serait possible d'étudier l'existence éventuelle d'une dépendance spatiale. Resterait à définir l'espace à prendre en considération et une mesure de proximité.

Modélisation des chaînes d'ordre infini et traitement des données manquantes

Mehran [1989] propose une version étendue au cas d'ordre infini du modèle de Raftery. Ce modèle est d'autant plus intéressant qu'il ne nécessite pas de disposer d'une série d'observations infinies pour être estimé et jette les fondements pour une méthode de traitement des données manquantes (Berchtold [1998], p.129-133). La seule hypothèse à faire est que les matrices de transition utilisées tendent effectivement vers une distribution limite identique (note 186). Nous ne faisons que décrire très brièvement ce modèle. En effet, compte tenu des séries très courtes dont nous disposons (tout au plus trois points d'observation) l'utilisation de cette technique ne semble pas envisageable.

Le modèle de Raftery étendu au cas infini se présente comme suit :

$$\begin{aligned}
 P(Y_t = j_0 / Y_{t-1} = i_1, Y_{t-2} = i_2, \dots) &= \sum_{g=1}^{+\infty} \varphi_g P_{1g i_g j_0} = \sum_{g=1}^n \varphi_g P_{1g i_g j_0} + \sum_{g=n+1}^{+\infty} \varphi_g P_{1g i_g j_0} \\
 &\cong \sum_{g=1}^n \varphi_g P_{1g i_g j_0} + \sum_{g=n+1}^{+\infty} \varphi_g \hat{P}_{1g i_g j_0} \cong \sum_{g=1}^n \varphi_g P_{1g i_g j_0} + \sum_{g=n+1}^{+\infty} \varphi_g \pi_{j_0} \\
 &= \sum_{g=1}^n \varphi_g P_{1g i_g j_0} + \left(1 - \sum_{g=1}^n \varphi_g\right) \pi_{j_0} = \sum_{g=1}^n \varphi_g P_{1g i_g j_0} + \theta \pi_{j_0} \quad \text{avec } \theta = \left(1 - \sum_{g=1}^n \varphi_g\right)
 \end{aligned}$$

et où $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_j)$ est la distribution limite commune à toutes les matrices P_{1g}

Cette formulation peut être exploitée pour remplacer des données manquantes pour une période t-k quelconque en calculant leur approximation autorégressive à partir des données disponibles aux périodes antérieures (t-k-1, t-k-2, ..., t-k-n, ...).

De la sorte une observation P_{1k} manquante peut être avantageusement remplacée, par :

$$(\hat{X}'_{t-k} P_{1k}) = \rho_1 X'_{t-k-1} P_{1,k-1} + \rho_2 X'_{t-k-2} P_{1,k-2} + \dots = \sum_{r=1}^{\infty} \rho_r X'_{t-k-r} P_{1,k-r}$$

Section 2 : Données disponibles et principales caractéristiques de l'échantillon

Pour étudier l'évolution du comportement innovant des firmes nous disposons de cinq sources de données ayant toutes pour clef primaire le n° SIREN des entreprises à partir duquel il a donc été possible d'effectuer des fusions. Ces données couvrent trois périodes de temps successives :

- [1985-1990], durée 5 ans, enquête innovation 1991.
- [1990-1992], durée 3 ans, enquêtes CIS1 et Yale2.
- [1994-1996], durée 3 ans, enquêtes CIS2 et Compétences.

Notre objectif étant d'étudier l'évolution des comportements innovants des firmes dans le cadre de chaînes de Markov, différentes opportunités d'appariement s'offrent à nous, elles sont détaillées dans un premier paragraphe. Le second paragraphe présente brièvement la technique qui a été employée pour ajuster les coefficients de redressement au mode de constitution des échantillons. Dans un troisième paragraphe nous présentons les principales caractéristiques de l'échantillon (par secteur et par taille).

§ 1 . Possibilités d'appariement et ordre maximum de la chaîne de Markov

Dans un premier temps nous présentons et discutons l'ensemble des possibilités d'appariement entre les différentes périodes. Dans un second temps nous précisons le choix d'appariement qui sera finalement retenu ainsi que l'ordre de la chaîne de Markov potentiellement modélisé.

a. Les possibilités d'appariement

Appariement entre 1985-90 et 1990-92

L'appariement des périodes 1985-90 et 1990-92 peut être réalisé par fusion sur le n° SIREN des enquêtes Innovation 1990 et CIS1 ou Innovation 1990 et Yale2. Etant donné que le fichier de lancement de l'enquête innovation 1990 a servi de base pour l'échantillonnage des enquêtes CIS1 et Yale2, quasiment toutes les firmes observées dans CIS1 et Yale2 sont aussi observées dans l'enquête Innovation 1990^{note187} de sorte qu'il est possible d'étudier l'évolution de leurs comportements innovants entre les périodes [1985-1990] et [1990-1992].

L'appariement des enquêtes CIS1 et Yale2 avec Innovation 1990 pose cependant un certain nombre de problèmes importants que nous allons à présent évoquer :

-

Premièrement, alors que l'enquête innovation 1990 couvre une période de 5 ans, CIS1 et Yale2 ne portent que sur trois années. Toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'innovation sur une période de 5 ans est systématiquement supérieure ou égale à la probabilité d'innovation sur 3 ans. Il est donc difficile de comparer les distributions de comportements innovants obtenues entre les deux périodes.

-

Secondement, l'année 1990 est incluse à la fois dans l'enquête Innovation 1990 et dans les enquêtes CIS1 et Yale. Ceci induit une augmentation artificielle de la probabilité pour qu'une firme soit classée innovante dans le même type de comportement innovant sur les deux périodes alors qu'elle n'a en fait innové qu'une fois en 1990.

-

Finalement, le principal problème provient sans doute du fait que les enquêtes CIS1 et Yale2 n'emploient pas exactement les mêmes questions pour identifier les innovateurs de produits et de procédés que l'enquête Innovation 1990. De fait, nous avons dû rapprocher les définitions employées dans l'enquête Innovation 1990 de celles des enquêtes CIS1 et Yale2 mais rien n'indique que nous mesurons sur les deux périodes exactement les mêmes types de comportements innovants. Il est donc impossible pour un type donné d'innovation de savoir si l'évolution du comportement innovant déclaré d'une firme est imputable à une évolution réelle de son comportement innovant ou bien à une distorsion induite par l'évolution des définitions employées.

Cet appariement semble donc inadapté pour la modélisation d'un processus markovien au plein sens du terme dans la mesure où ni les périodes d'investigation ni les définitions de variables ne sont identiques entre les deux séries d'enquêtes. Cette évolution de l'objet d'analyse (i.e. de la définition de la variable endogène) introduit une discontinuité qui rend l'utilisation explicite des chaînes de Markov impossible pour l'établissement de prévisions au-delà d'une période de temps. Cet appariement permet donc l'estimation de probabilités conditionnelles mais pas de processus markoviens.

Appariement entre 1990-92 et 1994-96

Contrairement aux enquêtes CIS1 et Yale2 qui partagent le même fichier de lancement que l'enquête Innovation 1990, dans le cas des enquêtes CIS2 et Compétences un nouveau tirage a été effectué (différent de celui des enquêtes CIS1 et Yale2). Ceci explique pourquoi l'appariement de CIS1 ou de Yale2 avec CIS2 et Compétence aboutit à des échantillons de taille très limitée : l'appariement de CIS1 (Yale2) avec CIS2 produit un panel de 816 (625) firmes tandis que l'appariement de CIS1 (Yale2) avec Compétence aboutit à un panel de 766 (545) firmes^{note188}.

La taille 'réduite' de ces échantillons est susceptible d'entraîner des difficultés d'ordre statistique lors de tests d'hypothèses. En revanche, la qualité du suivi des comportements innovants semble bien meilleure que pour les périodes 1985-90 et 1990-92 et nous permet de supposer que nos résultats seront moins 'biaisés' que dans les autres cas :

-

Les deux séries d'enquêtes portent sur des durées semblables (3 années).

-

Les périodes d'investigation sont totalement disjointes ([1990-1992] puis [1994-1996]) séparées par l'année 1993.

-

Les questions posées aux firmes pour identifier leur type de comportement innovant sont globalement très semblables d'une enquête à l'autre.

Ces différents éléments militent en faveur de l'exploitation des données provenant de l'appariement de ces deux séries d'enquêtes plutôt que de l'enquête Innovation 1990 même si certaines difficultés subsistent liées d'une part à la taille réduite de l'échantillon et d'autre part à la rupture de l'observation en 1993 de sorte que nos deux périodes d'observation ne sont pas totalement contiguës. L'ensemble des comportements innovants développés en 1993 est donc ignoré. Si effectivement le processus stochastique que nous étudions suit une chaîne de Markov d'ordre 1 régulière et tend donc vers une loi limite^{note189} alors ce saut d'une année entre les deux périodes d'observations va induire une sous-estimation de l'intensité de la dépendance qui aurait été observée entre deux périodes d'observation véritablement contiguës. L'ensemble des traits caractéristiques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés est ainsi susceptible d'être artificiellement estompé par cette rupture d'observations en 1993.

Appariement entre 1985-90 et 1994-96

Outre un appariement entre les périodes 1990-92 et 1994-96, il serait aussi possible de fusionner les observations disponibles sur la période 1985-90 avec celles disponibles sur la période 1994-96 afin d'étudier des 'tendances longues' dans l'évolution des comportements innovants^{note190}. Bien que le problème de chevauchement que l'on avait entre les enquêtes CIS1 et Yale2 pour l'année 1990 soit résolu dans ce cas-là, trois difficultés majeures demeurent néanmoins :

-

- 1/ l'inégale durée des périodes d'investigation,

-

- 2/ les différences de définitions des comportements innovants entre l'enquête Innovation 1990 et les enquêtes CIS2 et Compétence,

-

- 3/ une rupture de l'observation durant 3 ans de sorte que si le processus markovien sous-jacent aux comportements innovants tend vers une loi limite alors les caractéristiques des trajectoires technologiques vont être artificiellement estompées.

Appariement entre 1985-90, 1990-92, 1994-96

Alors que les appariements précédents ne permettaient de modéliser que des chaînes de Markov d'ordre 1, l'appariement de trois enquêtes successives ouvre la possibilité de modéliser des chaînes de Markov d'ordre 2.

Cet appariement est techniquement possible. Il n'entraîne qu'une très faible réduction dans le nombre d'observations disponibles par rapport à un appariement entre les périodes 1990-92 puisque l'ensemble des firmes sondées en 1990-92 l'avait déjà été sur la période 1985-90 dans l'enquête Innovation 1990^{note191}. Le principal problème vient donc comme pour les appariements entre les périodes 1985-90 et 1990-92 ou 1994-96 des spécificités de l'enquête Innovation 1990 qui emploie des définitions particulières de l'innovation et couvre une période d'investigation plus longue. Une nouvelle difficulté fait aussi son apparition puisque entre les deux premières périodes (1985-90 et 1990-92) il y a chevauchement alors qu'entre les deux dernières il y a une année de décalage (en 1993). Là encore l'exploitation des propriétés des chaînes de Markov semble impossible puisque l'objet d'analyse ne se définit plus dans les mêmes espaces temps. Dans ce contexte si Y_t est le type de comportement innovant adopté en t alors ne serait-ce qu'une simple

comparaison entre les probabilités conditionnelles $P(Y_t/Y_{t-1})$, $P(Y_t/Y_{t-2})$ et $P(Y_{t-1}/Y_{t-2})$ n'a pas de sens puisqu'elles ne font ni intervenir les mêmes définitions de Y ni ne s'inscrivent dans un espace temps homogène^{note192}.

b. Définition de l'ordre de la chaîne de Markov, de la période d'investigation et des enquêtes mobilisées

Etant donné les éléments évoqués dans le point précédent il semble impossible d'envisager la modélisation de chaîne de Markov d'ordre 2. Parmi l'ensemble des chaînes de Markov d'ordre 1 potentiellement concevable, seul l'appariement des périodes 1990-92 et 1994-96 semble véritablement envisageable. Se pose alors la question de la sélection des enquêtes puisque deux enquêtes sont disponibles pour chaque période.

Sur la période 1990-92 nous disposons des enquêtes CIS1 et Yale2. Ainsi que nous l'avons plusieurs fois souligné, le champ d'étude de l'enquête Yale2 est relativement limité puisqu'elle ne couvre que les firmes de plus de 50 salariés et est principalement dédiée à l'étude des conditions d'appropriation des innovations de produits et de procédés. Il nous semble donc préférable d'employer l'enquête CIS1 plutôt que Yale2 pour l'identification des comportements innovants sur la période 1990-92. Pour la période 1994-96 nous disposons des enquêtes CIS2 et Compétence. Ces deux enquêtes ne semblent pas équivalentes puisque à diverses occasions nous avons pu noter le caractère atypique de l'enquête CIS2^{note193}. Nous préférons donc l'enquête Compétence à l'enquête CIS2. Au final, le meilleur appariement possible en termes de *fiabilité* des résultats et de compatibilité avec une modélisation en termes de chaîne de Markov d'ordre 1 semble être entre les enquêtes CIS1 et Compétence.

§ 2 . Mode de redressement des données

L'ensemble des données dont il est ici question a été collecté lors de sondages stratifiés par secteurs d'activités et par tranches d'effectifs. Chaque strate faisant l'objet d'un taux de sondage^{note194} différent croissant avec la taille des firmes. Pour chaque enquête et chacune des observations qui y figure un coefficient de redressement^{note195} a donc été défini par le SESSI qui permet lors du calcul de moyennes ou de proportions d'obtenir des estimations 'représentatives' de la population parent étudiée^{note196}^{note197}.

Dans le cas présent nous nous penchons sur l'intersection des différentes enquêtes prises deux par deux. Nous devons donc définir de nouveaux coefficients de redressement. Considérant deux enquêtes e_1 et e_2 et connaissant le coefficient de redressement (r_{je1}) d'une firme j dans l'enquête e_1 et son coefficient de redressement (r_{je2}) dans l'enquête e_2 il est alors possible, a posteriori, de calculer la probabilité qu'elle avait de figurer simultanément dans ces deux échantillons ($P(e_1 \cap$

$e_2)$) qui est égale au produit $P(e_1)_j \cdot P(e_2)_j = 1/r_{je1} \cdot 1/r_{je2}$. Nous avons donc appliqué aux données à l'intersection des différentes enquêtes un nouveau coefficient de redressement noté r_{je1e2} où $r_{je1e2} = r_{je1} \cdot r_{je2}$ ⁰¹¹ Nous le qualifierons par la suite de coefficient de redressement '*inter*'.

Tableau 37 : Impact du coefficient de redressements '*inter*' sur la qualité d'estimation de la distribution des comportements innovants lors de l'appariement d'enquêtes

Sans emploi des coefficients de redressement
(données brutes)

Estimation de la distribution à partir de l'ensemble des données de	Estimation à partir des données appariées	Ecart entre la distribution sur données brutes et appariées
---	---	---

	l'enquête					
	CIS1	Compétence	CIS1	Compétence	CIS1	Compétence
Non-innovant	0,568	0,421	0,394	0,316	0,174	0,105
Produit	0,127	0,149	0,135	0,148	-0,008	0,001
Procédé	0,093	0,095	0,084	0,104	0,010	-0,010
Produit & procédé	0,212	0,336	0,388	0,432	-0,176	-0,096
Nombre d'observations	3843	3881	766	766		

Avec emploi des coefficients de redressement
(données redressées)

	Estimation de la distribution à partir des données issues des enquêtes redressées à l'aide des coefficients de redressement originaux du SESSI		Estimation à partir des données appariées redressées à l'aide du coefficient de 'inter'		Ecart entre la distribution sur données brutes et appariées	
	CIS1	Compétence	CIS1	Compétence	CIS1	Compétence
Non-innovant	0,612	0,507	0,590	0,496	0,022	0,011
Produit	0,122	0,147	0,110	0,131	0,012	0,016
Procédé	0,096	0,100	0,106	0,150	-0,010	-0,051
Produit & procédé	0,170	0,246	0,193	0,222	-0,023	0,024
Nombre d'observations	3843	3881	766	766		

Source : Appariement à partir des n°SIREN des enquêtes CIS et Compétence du SESSI

§ 3 . Principales caractéristiques de l'échantillon

a. Distribution des observations par secteurs

Le choix d'une nomenclature

Les analyses sectorielles proposées dans les chapitres précédents s'appuyaient sur l'utilisation d'une nomenclature relativement désagrégée (la NAFRD^{note198}). Etant donné la taille réduite de l'échantillon disponible après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence l'emploi de cette nomenclature n'est pas pertinent comme nous le constatons rapidement à la lecture du Tableau 231 reporté en annexe. Nous avons donc décidé d'utiliser une nomenclature plus agrégée : la NAF32. Cette nomenclature permet d'obtenir une distribution sectorielle moins clairsemée ainsi que le montre le Tableau 38 Si cette nomenclature permet de mener une étude sectorielle globale des trajectoires technologiques il est en revanche impossible de distinguer les trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés compte tenu de la faiblesse des effectifs sectoriels dans chacun de ces types de comportement innovant considéré séparément.

Tableau 38 : Répartition par secteur en NAF32 des effectifs observés pour l'étude de la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

Effectifs observés(1)	Proportion (3) dans le secteur en	Proportion(3) dans le secteur en
-----------------------	-----------------------------------	----------------------------------

NAF32	Intitulé de secteur	Effectif observé (1)	Population(2)	en 1990-92			1990-92			1194-96				
				[1]	[2]	[3]	[0]	[1]	[2]	[3]	[0]	[1]	[2]	[3]
CB	Extraction de produits non énergétiques	15	15,74	1	1	2	0,78	0,10	0,01	0,10	0,63	0,11	0,19	0,07
DB	Industrie textile et habillement	66	100,24	3	12	10	0,69	0,04	0,13	0,13	0,62	0,12	0,06	0,20
DC	Industrie du cuir et de la chaussure	21	25,13	1	2	5	0,79	0,06	0,03	0,13	0,70	0,00	0,09	0,21
DD	<i>Travail du bois et fabrication d'articles en bois(4)</i>	12	16,58	2	0	1	0,75	0,17	0,00	0,08	0,32	0,29	0,08	0,31
DE	Industrie du papier et du carton ; édition et imprimerie	83	100,95	5	11	17	0,69	0,05	0,18	0,08	0,55	0,04	0,26	0,15
DF	<i>Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires(4)</i>	5	0,56	0	0	4	0,23	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,23	0,77
DG	Industrie chimique	73	42,47	11	3	38	0,42	0,20	0,08	0,29	0,39	0,13	0,08	0,40
DH	Industrie du caoutchouc et des plastiques	44	47,71	7	4	18	0,38	0,13	0,17	0,32	0,36	0,14	0,10	0,39
DI	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	42	41,50	2	5	19	0,65	0,06	0,10	0,19	0,60	0,20	0,08	0,11
DJ	Métallurgie et travail des métaux	135	173,03	15	11	45	0,67	0,10	0,09	0,14	0,57	0,14	0,24	0,04
DK	Fabrication de machines et équipements	85	56,75	22	8	41	0,33	0,22	0,18	0,27	0,29	0,17	0,15	0,39
DL	Fabrication d'équipements électriques et électroniques	96	67,67	20	1	58	0,34	0,24	0,00	0,42	0,23	0,20	0,05	0,52
DM	Fabrication de matériel de transport	54	29,24	9	4	30	0,46	0,03	0,25	0,27	0,33	0,12	0,17	0,38
DN	Autres industries manufacturières	35	48,44	5	2	9	0,70	0,11	0,00	0,18	0,61	0,12	0,12	0,16
	Total	766	766,00	103	64	297	0,59	0,11	0,11	0,19	0,50	0,13	0,15	0,22

Types de comportements innovants : [0] pour non-innovant ; [1] pour produit ; [2] pour procédé ; [3] pour produit & procédé.

(1) L'effectif observé fait référence au nombre d'observations disponibles pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence.

(2) La population désigne l'effectif observé pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence et après redressement par le coefficient de redressement 'inter' normalisé

(sous SAS).

(3) Les proportions sont calculées pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence sur données redressées à l'aide du coefficient de redressement 'inter' normalisé.

(4) Les secteurs DD et DF sont particulièrement mal représentés.

Source : Appariement à partir des n°SIREN des enquêtes CIS et Compétence du SESSI

b. Distribution des firmes par quantiles de chiffres d'affaires hors taxe

La taille des firmes comme leur appartenance sectorielle constitue une variable contrôle potentiellement importante. Nous la mesurons de manière catégorielle en quantiles de chiffre d'affaires hors taxes en 1992. Cette variable permet de prendre en compte la taille relative des firmes par rapport à la taille médiane de l'ensemble des firmes de leur secteur d'appartenance (ici définis en NAFRD). Nous avons utilisé la même procédure de construction pour cette variable que celle détaillée en annexe sous l'intitulé 'Taille deq firmes et type de comportement innovant »note199. Des éléments descriptifs sont proposés dans le Tableau 39. quant à lui synthétise les résultats d'estimations effectuées à l'aide de modèles logistiques dont l'objectif était de tester le caractère statistiquement significatif de l'impact de la taille relative sur les caractéristiques des trajectoires technologiques.

Tableau 39 : Répartition par quantile de CAHT en 1992 des effectifs observés pour l'étude de la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

Quantile de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 (CAHT1992)	Effectif observé (1)	Population (2)	Effectifs observés(1) en 1990-92			Proportion (3) dans la tranche de CAHT en 1990-92			Proportion(3) dans la tranche de CAHT en 1994-96				
			[1]	[2]	[3]	[0]	[1]	[2]	[3]	[0]	[1]	[2]	[3]
1 Petite taille	56	125,6	4	5	7	0,723	0,060	0,082	0,135	0,656	0,049	0,125	0,171
2	67	144,8	4	9	8	0,668	0,064	0,143	0,125	0,494	0,128	0,170	0,208
3 Taille médiane	84	171,4	12	10	11	0,617	0,136	0,116	0,131	0,476	0,152	0,141	0,231
4	112	167,4	17	9	30	0,548	0,158	0,096	0,198	0,556	0,179	0,107	0,159
5 Taille importante	447	156,9	66	31	241	0,427	0,113	0,093	0,367	0,327	0,128	0,209	0,336
Total	766	766	103	64	297	0,590	0,110	0,106	0,193	0,496	0,131	0,150	0,222

Types de comportements innovants : [0] pour non-innovant ; [1] pour produit ; [2] pour procédé ; [3] pour produit & procédé.

(1) L'effectif observé fait référence au nombre d'observations disponibles pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence.

(2) La population désigne l'effectif observé pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence et après redressement par le coefficient de redressement 'inter' normalisé (sous SAS).

(3) Les proportions sont calculées pour chaque tranche de CAHT en 1992 après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence sur données redressées à l'aide du coefficient de redressement 'inter' normalisé

Source : Appariement à partir des n°SIREN des enquêtes

Conclusion

L'étude attentive des différents types d'appariement possibles sur les périodes 1986-90, 1990-92 et 1994-96 nous contraint donc à l'estimation de chaînes de Markov d'ordre 1. Plus précisément il semble que l'appariement le plus fiable soit celui des enquêtes CIS1 pour la période 1990-92 et Compétence pour la période 1994-96. L'échantillon ainsi constitué se compose de 766 observations.

Section 3 : Description et comparaison des trajectoires technologiques de produits et de procédés

La section 1 avait pour objectif de proposer une opérationnalisation statistique du concept de trajectoire technologique à travers l'emploi de chaînes de Markov et de rappeler les principales techniques développées pour l'estimation des matrices de transition. Une fois l'ordre du processus défini (ici un processus d'ordre 1) et la matrice de transition estimée la question que nous avons laissée en suspens est celle de la comparaison des caractéristiques des différentes distributions de probabilité générées par chaque état initial du processus. Notre objectif, dans un premier paragraphe, sera donc de proposer l'emploi de différents indicateurs qui nous permettront d'identifier et de comparer avec précision les caractéristiques des trajectoires initiées par des comportements innovants de produits, de procédés ou de produits & procédés. Dans un second paragraphe nous rappellerons les principales hypothèses suggérées dans le chapitre II relatives aux caractéristiques des trajectoires de produits, de procédés et de produits & procédés. Ces hypothèses théoriques étaient exprimées en termes de cumulativité, de spécificité et d'irréversibilité du changement technologique. Il s'agira donc d'en proposer une reformulation opérationnelle qui servira de support pour les analyses empiriques du dernier paragraphe de cette section.

§ 1 . Propriétés des matrices de transition et caractérisation des trajectoires technologiques

C'est à travers l'étude détaillée des matrices de transition que nous allons pouvoir définir avec précision les caractéristiques des trajectoires technologiques. Ces caractéristiques peuvent être dans un premier temps appréciées à l'aide d'outils mathématiques usuels qui font par ailleurs l'objet d'une vaste littérature (a) ou à l'aide d'outils statistiques qui cherchent essentiellement à quantifier l'intensité des relations entre les états successifs de la chaîne de Markov (b). Au-delà de ces approches formelles au champ d'application très général nous développerons aussi une étude des différentes probabilités de transition selon une logique économique qui prend en considération la signification propre à chacun des états de la matrice de transition (c).

a. Attributs mathématiques des matrices de transition

Mathématiquement, il existe trois niveaux d'analyse des trajectoires sous-jacentes aux chaînes de Markov. Dans un premier temps chaque état peut être étudié séparément afin d'identifier ses caractéristiques. Nous parlerons de 'classification des états' d'une chaîne de Markov. Dans un second temps les états peuvent être envisagés simultanément et regroupés en 'classes d'états' homogènes. Finalement, considérant la matrice de transition dans son ensemble, il est possible sous certaines conditions de définir une 'loi limite'.

Classification des états d'une chaîne de Markov

Etats communicants : états conséquents et mutuellement conséquents

Un état e_j est dit **conséquent** d'un état e_i si et seulement si pour au moins une valeur de $k > 0$ on a :

$$P\left(Y_{t+k} = e_j \middle/ Y_t = e_i\right) > 0$$

Deux états, e_i et e_j sont **mutuellement conséquents (ou mutuellement accessibles)** si et seulement si pour au moins une valeur de $k > 0$ on a :

$$P\left(Y_{t+k} = e_j \middle/ Y_t = e_i\right) > 0 \text{ et } P\left(Y_{t+k} = e_i \middle/ Y_t = e_j\right) > 0$$

Des états non mutuellement conséquents correspondent à des situations dans lesquelles le fait d'atteindre à une date donnée certains états limite l'espace des transitions potentielles ultérieures. De telles situations se trouvent en économie du changement technologique lorsqu'il existe des incompatibilités entre standards technologiques ou lorsque les firmes ont à choisir entre des technologies génériques et des technologies spécifiques. Le fait d'opter pour un standard particulier ou pour une technologie spécifique entraîne une réduction de l'espace technologique ultérieurement accessible pouvant se traduire par des probabilités de transition nulles ou presque entre certains états sauf à consentir de forts coûts irrécupérables.

Etat absorbant

Un état est absorbant si et seulement si :

$$P\left(Y_{t+1} = e \middle/ Y_t = e\right) = 1$$

Il existe ainsi dans une matrice de transition autant d'états absorbants que de 1 sur la première diagonale. Les états absorbants sont des cas extrêmes d'irréversibilité à partir desquels plus aucun changement d'état n'est possible. On parle fréquemment à ce sujet de situations de 'lock-in'.

Probabilité de premier retour et probabilité de retour dans un état

La probabilité de premier retour en t notée $f_e(t)$ est la probabilité pour qu'un système initialement dans l'état e à l'époque 0 retrouve pour la première fois cet état à l'époque t :

$$f_e(t) = P\left(Y_t = e, Y_{t-1} \neq e, Y_{t-2} \neq e, \dots, Y_1 \neq e \middle/ Y_0 = e\right)$$

La probabilité de retour est la somme sur l'infinie des probabilités de premier retour en t :

$$f = \sum_{t=1}^{+\infty} f_e(t)$$

Etat persistant versus état transitoire

Un état e est **persistant** (ou récurrent) si sa probabilité de retour est égale à 1. Autrement dit, partant de l'état e , le retour en ce même état a lieu dans un temps fini. A contrario, un état est dit **transitoire** (ou de transition) si sa probabilité de retour est inférieure à 1 : on n'est pas certain de pouvoir atteindre de nouveau cet état dans le futur.

Espérance de retour dans un état μ_e

Elle correspond à l'espérance de la probabilité de premier retour. Si e est un état de transition (ou transitoire)

alors : $\mu_e \longrightarrow +\infty$

$$\mu_e = \sum_{t=1}^{\infty} t f_e(t)$$

Si e est un état persistant (ou récurrent) alors :

Etat périodique d'ordre

Un état est périodique si sachant $Y_0=e$ il n'est possible de retourner en e que dans une période de durée k où $k>1$. Une condition suffisante pour qu'un état e soit apériodique est $P_{ee}>0$ (i.e. la probabilité de rester dans l'état e entre t et $t+1$ est non nulle).

Dans le contexte du changement technologique il semblerait que ce type de phénomène soit difficilement observable sauf à supposer qu'il existe des 'cycles' de développement technologique dans lesquels la reproduction d'un même comportement sur plusieurs périodes successives serait interdite ($P_{ee}=0$). Dans le cas particulier des innovations de produits et de procédés et suivant le schéma classique du cycle de vie du produit cela se traduirait par des séquences du type :

Innovation de produits	innovation de produits & procédés	innovation de procédés	non innovation	innovation de produits
------------------------	-----------------------------------	------------------------	----------------	------------------------

La matrice de transition serait alors de la forme indiquée dans le Tableau 40 ci-dessous :

Tableau 40 : Matrice de transition dans le cas d'une chaîne de Markov périodique du type cycle de vie du produit

		Type de comportement innovant final			
		Produit	Procédé	Produit & procédé	Non innovation
Type de comportement innovant initial (Sous-population de référence)	Produit	0	0	Diversification P(13)	0
	Procédé	0	0	0	Sortie P(24)
	Produit & procédé	0	Recentrage P(32)	0	0
	Non Innovation	Entrée P(41)	0	0	0

Le graphe correspondant à ce type de matrice de transition aurait alors la forme typique de la Figure 23 ci-dessous :

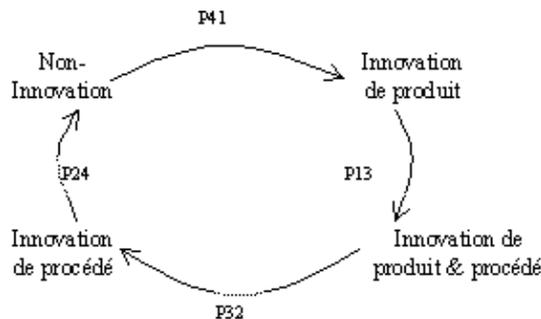


Figure 23 : Périodicité des comportements d'innovations de produits et de procédés

Remarque sur la notion de retour

Les notions de premier retour, d'état persistant, d'état transitoire, d'état périodique n'ont pas toujours de sens économique lorsqu'on étudie le changement technologique. Comme le montrent Dosi, Pavitt et Soete [1990] proposant une modélisation du changement technologique dans un repère capital - travail, le changement technologique est 'orienté' vers l'emploi de combinaisons productives de plus en plus économes en travail et en capital. Le passage du temps s'accompagne alors d'*irréversibilités* dans la mesure où il est impensable de retourner à des combinaisons productives moins efficaces après les avoir quittées. Dans ce contexte l'étude du 'retour' n'a pas vraiment de sens puisque certains états ne seraient pas mutuellement conséquents : certains seraient purement et simplement absorbants, d'autres transitoires. Dans le cas des comportements d'innovations de produits et de procédés en revanche, la notion de retour a un sens évident. Rien n'interdit *a priori* à une firme d'abandonner un type de comportement particulier puis d'y retourner. Il semble même probable que les types de comportements technologiques que nous considérons ici soient donc non absorbants et persistants.

Etat ergodique

Un état est ergodique si :

- Il n'est pas un état de transition.
- Il est apériodique.

Compte tenu des éléments que nous avons soulignés précédemment, il semble probable que les états relatifs aux comportements d'innovation de produit et de procédé soient ergodiques.

Les classes d'états

Une classe d'état est un sous-ensemble non vide de l'ensemble des états E. Selon la nature des états élémentaires qui la composent, différentes appellations sont employées.

Classe ergodique

Une classe est dite ergodique si tous les états qui la composent sont ergodiques (i.e. persistants et non périodiques).

Classe irréductible

Une classe est irréductible s'il est possible de passer en un nombre fini d'étapes de n'importe quel état de la classe à n'importe quel autre état.

Classe finale

Une classe est finale s'il est impossible de passer de l'un des états de cette classe à un autre état d'une autre classe.

Graphe associé à une matrice de transition

Dans certaines situations complexes où le nombre d'événements est important il est parfois difficile d'identifier précisément les classes d'états qui la composent. On recourt alors très souvent à la théorie des graphes.

A toute matrice de transition P il est en effet possible d'associer un graphe $G(E,T)$ où E est l'ensemble des états possibles, et T une application telle $T(e_j)=\{e_j/P_{ij}>0\}$

On définit ensuite une matrice d'adjacence X telle que $x_{ij}=0$ si $P_{ij}=0$, $X_{ij}=1$ si $P_{ij} > 0$.

En élevant $(X+I)$ à des puissances booléennes successives n (n étant inférieur au nombre d'éléments de E et I étant une matrice diagonale unité) il devient possible de visualiser plus facilement les différentes classes formant la matrice de transition.

Nous ne détaillerons pas l'emploi de ces techniques qui ne sont pas nécessaires à l'étude du comportement technologique des firmes compte tenu du faible nombre d'états envisagés.

Loi limite d'une matrice de transition

Dans le cas où les probabilités de transition sont constantes dans le temps ($P_p(t)=P_p$) la chaîne de Markov est dite *homogène*. Quel que soit son ordre p , et connaissant d'une part la matrice de transition d'ordre p P_p et d'autre part l'état initial du système e_i en t , il est alors possible de calculer les probabilités pour que le système atteigne en $t+n$ un état e_j donné.

Si on note :

-

$\mathbf{1}_n$ le vecteur de dimension n contenant les probabilités pour que le système soit dans chacun de ces états possibles en t ;

-

$\mathbf{0}$ est un vecteur de probabilités initiales connues;

alors : $\mathbf{1}'_1 = \mathbf{0}' P_p$

$\mathbf{1}'_2 = \mathbf{1}'_1 P_p = \mathbf{0}' P_p^2$

$\mathbf{1}'_n = \mathbf{0}' P_p^n$

où P_p^n est la matrice de transition d'ordre p multipliée n fois par elle-même.

Connaissant l'état initial e_i du processus et la matrice de transition P , il est ainsi possible de prévoir l'état final du système après n épreuves en multipliant la matrice de transition P par elle-même n fois.

C'est alors qu'interviennent les propriétés qui ont été présentées précédemment. Lorsque n augmente et dans les cas particuliers où la chaîne de Markov est régulière²⁰⁴ (ce qui semble *a priori* être le cas pour nous) alors la probabilité pour que le système passe de l'état e_i à l'état e_j en n épreuves tend vers une **loi stable unique**²⁰⁵ appelée **loi limite** * indépendante de l'état initial e_i considéré. Cette loi correspond à la limite de P^n quand n augmente. La détermination de cette distribution limite se fait en diagonalisant la matrice de transition. Appliquée à l'étude des comportements innovants cette propriété signifie que quelle que soit la situation technologique initiale des firmes et lorsque l'horizon temporel considéré est suffisamment lointain, alors, à terme, toutes les firmes ont les mêmes probabilités de se localiser dans un espace technologique donné ! Cette propriété remarquable signifie que l'impact du passé se dilue dans le temps dès lors qu'il n'existe pas d'*irréversibilité totale* ni de *périodicité*, deux hypothèses qui semblent vraisemblables dans le cadre de l'étude des comportements d'innovations de produits et de procédés.

b. Attributs statistiques des matrices de transition

Si les considérations d'ordre mathématique permettent de mettre en évidence certaines des propriétés fondamentales des états et plus généralement des matrices de transition, elles ne permettent pas de quantifier avec précision l'intensité globale des relations entre les états successifs de la chaîne de Markov. Un certain nombre d'outils statistiques ont en revanche été explicitement développés pour aborder ces problèmes. Ils se regroupent sous le label très général de 'mesures d'association entre variables qualitatives' (Agresti [1990], Andersen [1997]).

Dans l'hypothèse où il n'existerait aucune dépendance entre les réalisations successives de Y alors les J vecteurs ligne formant la matrice de transition seraient tous égaux: $P_{1j}=P_{2j}=\dots=P_{ij}$ pour tout j . Ce sont les écarts entre les profils ligne qui nous renseignent donc sur l'intensité de la dépendance entre les différents états successifs de Y et donc sur l'intensité des trajectoires sous-jacentes.

Habituellement l'étude de l'indépendance entre variables qualitatives ne se fait pas à partir des matrices de transition mais à partir des tableaux de contingence qui permettent de pondérer chaque ligne en fonction de l'effectif qui y est présent. On suppose un tableau de contingence N quelconque comportant I lignes et J colonnes et d'effectif n . Les tests habituellement utilisés pour étudier l'indépendance sont le χ^2 et le V de Cramer.

•

Le χ^2 se définit comme :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \left(\frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \right) \text{ où } e_{ij} = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n..}$$

$$\text{avec } n.. = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ij}; n_{i.} = \sum_{j=1}^J n_{ij} \text{ et } n_{.j} = \sum_{i=1}^I n_{ij}$$

•

Le V de Cramer se définit comme :

$$\hat{V} = \sqrt{\chi^2 / r \min \{(I-1); (J-1)\}}$$

Ces deux tests ont cependant pour inconvénient d'être *symétriques* en ce sens qu'ils ne tiennent pas compte de la causalité explicitement présente entre les lignes et les colonnes lorsqu'on étudie une chaîne de Markov. Nous préférons donc au Chi² et au V de Cramer l'emploi de mesures d'associations *asymétriques* telles que le λ et le \hat{u} de Goodman & Kruskal ainsi que le \hat{u} de Theil.

•

Le λ de Goodman & Kruskal se définit comme :

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^I n_{i+} - n_{.+}}{n - n_{.+}} \text{ où } n_{i+} = \max\{n_{i1} \dots n_{iJ}\} \text{ et } n_{.+} = \max\{n_{.1} \dots n_{.J}\}$$

Cet indicateur prend la valeur 0 dès que l'effectif maximal de chaque ligne se concentre dans la même colonne. Son emploi est donc difficile.

•

Le \hat{t} de Goodman & Kruskal se définit comme :

$$\hat{t} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{n_{ij}^2}{n_{i.}} - \sum_{j=1}^J \frac{n_{.j}^2}{n}}{n - \sum_{j=1}^J \frac{n_{.j}^2}{n}}$$

•

Le \hat{u} de Theil se définit comme :

$$\hat{u} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ij}^2 \log_2 \left(\frac{n_{i.} n_{.j}}{n n_{ij}} \right)}{\sum_{j=1}^J n_{.j} \log_2 \log_2 \left(\frac{n_{.j}}{n} \right)}$$

c. Attributs économiques des états de la matrice de transition

Les critères mathématiques et statistiques présentés précédemment pour définir les attributs des processus sous-jacents aux chaînes de Markov ont pour principal intérêt leur généralité. Ils s'appliquent à tout processus

markovien. Cependant, ils ne s'attachent pas à la signification économique des différents états ici considérés. Notre objectif est donc à présent de proposer une classification pour chaque état de la chaîne de Markov des différentes probabilités de transition en fonction de leur signification économique. Nous envisagerons une chaîne de Markov d'ordre 1 correspondant à la structure des données dont nous disposons^{note206}. Dans un second temps nous proposerons d'exploiter ces probabilités de transition afin de construire différents indicateurs susceptibles de nous renseigner sur les trois attributs théoriques fondamentaux des trajectoires technologiques évoquées dans le chapitre II : leur caractère cumulatif, irréversible et spécifique.

Interprétation économique des probabilités de transition de la chaîne de Markov d'ordre 1

Dans le cas présent le processus que nous étudions prend 4 modalités distinctes : $J=4$ et $=\{\text{non-innovation (0), innovation de produit uniquement (1), innovation de procédé uniquement (2), innovation de produit \& procédé simultanément (3)}\}$. La matrice de transition d'ordre 1 correspondante est donc de format (4x4), elle est représentée dans le Tableau 41 ci-dessous. Il est à noter que les matrices de transition peuvent aussi être représentées sous forme de graphe comme dans la Figure 25 ci-dessous, la lecture en est plus difficile. Les probabilités de transition qui sont contenues dans la matrice de transition et dans le graphe ne sont pas simplement des quantités. Elles revêtent une signification économique particulière qu'il faut expliciter. Nous le ferons à travers l'emploi de neuf indicateurs différents que nous détaillerons ensuite : la persistance, la sortie, l'entrée, la continuité, la rupture, la diversification, le recentrage et la turbulence.

Tableau 41 : Interprétation économique des probabilités de transition de la chaîne de Markov d'ordre 1

		Type de comportement innovant final			
		Produit	Procédé	Produit & procédé	Non innovation
Type de comportement innovant initial	Produit	Continuité P(11)	Rupture P(12)	Diversification P(13)	Sortie P(14)
(Sous-population de référence)	Procédé	Rupture P(21)	Continuité P(22)	Diversification P(23)	Sortie P(24)
	Produit & procédé	Recentrage P(31)	Recentrage P(32)	Continuité P(33)	Sortie P(34)
		_____ /			_____ /
		Persistance			Sortie
	Non Innovation	Entrée P(41)	Entrée P(42)	Entrée P(43)	Continuité P(44)

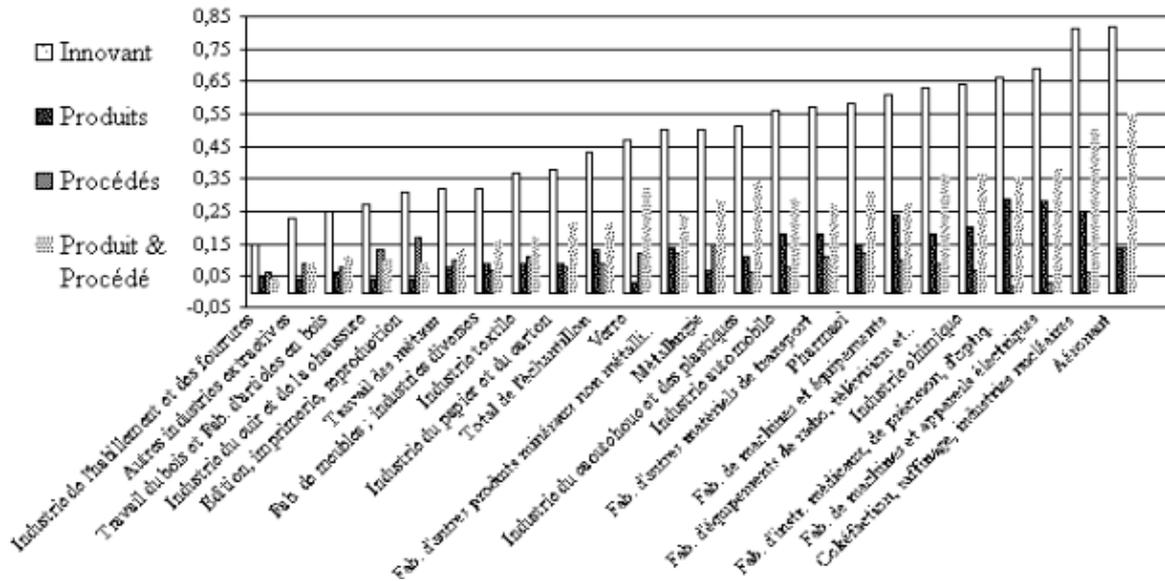


Figure 25 : Représentation graphique de la chaîne de Markov d'ordre 1

Construction d'indicateurs économiques pour la description des trajectoires technologiques

Sortie versus persistance

La **sortie** traduit l'interruption de tout comportement innovant, c'est à dire l'adoption d'un comportement non-innovant. La sortie est définie pour les innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés (i.e. pour $i: \{1,2,3\}$). La probabilité de sortie pour une firme ayant initialement développé un comportement innovant de type i est donnée par :

$$p(\text{sortie}_i) = 1 - \sum_{j=1}^3 P_{ij} = p_{i4}$$

Les diverses probabilités de transition que nous venons de présenter traduisent chacune certains aspects spécifiques des processus de changement technologique à l'oeuvre au sein des différentes populations d'innovateurs.

La **persistance** au contraire désigne le caractère *globalement innovant*^{note207} du comportement technologique des firmes qui se traduit par l'adoption d'un comportement innovant durant deux périodes de temps successives quelle que soit sa nature en $t+1$. La persistance et la sortie sont étroitement liées :

$$p(\text{persistance}_i) = \sum_{j=1}^3 P_{ij} = 1 - p(\text{sortie}_i)$$

Elle n'est définie que pour les innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés (i.e. pour $i: \{1,2,3\}$) et peut constituer un indicateur privilégié pour mesurer le caractère **cumulatif** du changement technologique. Pour une trajectoire technologique donnée, un fort niveau de persistance traduirait un caractère cumulatif affirmé.

La continuité

Nous définissons la continuité dans un comportement i donné comme la probabilité pour qu'une firme adopte exactement le même type de comportement innovant durant deux périodes de temps successives. En cela la continuité est un concept plus spécifique que celui de persistance.

$$p(\text{continuité}_i) = p\left(\frac{Y_t = i}{Y_{t-1} = i}\right)$$

L'étude de cette probabilité est possible pour tout type de comportement innovant. Elle traduit la reproduction parfaite du comportement dans le temps.

Chez les innovateurs de produits et de procédés la probabilité de continuité serait un indicateur du caractère local du changement technologique dans l'espace produit-procédé et donc de son niveau **d'irréversibilité** dans la mesure où cette probabilité traduit la reproduction dans le temps du même type de comportement innovant très spécifique. Dans le cas des innovateurs de produits & procédés en revanche la continuité n'a pas le même sens puisqu'elle désigne la reproduction dans le temps d'un comportement innovant diversifié. Le niveau de continuité des comportements innovants de produits & procédés serait donc un indicateur d'une part du caractère **cumulatif** de la trajectoire technologique dans ses dimensions produits et procédés et, d'autre part de son faible niveau **d'irréversible** du fait de la diversité des axes de recherche investis.

La rupture

Cette forme de transition n'est possible que pour les firmes innovantes en produits uniquement ou procédés uniquement. Elle traduit le passage de l'une à l'autre de ces deux formes polaires de comportement innovant et peut donc être conçue comme un indicateur **d'irréversibilité**. Une forte probabilité de rupture serait le signe d'une faible irréversibilité des comportements innovants.

La diversification

La diversification ne concerne que les innovateurs de produits uniquement ou de procédés uniquement. Elle traduit non seulement la persistance d'un comportement innovant mais aussi l'élargissement du champ d'exploration technologique des firmes. Nous considérerons donc que la probabilité de diversification pour une trajectoire technologique donnée nous renseigne à la fois sur son caractère **cumulatif** et **faiblement irréversible**.

Le recentrage

Il n'est défini que pour les innovateurs de produit & procédé. C'est le passage d'une forme d'innovation large (produit et procédé simultanément) à une forme d'innovation plus ciblée (produit seulement ou procédé seulement). Il caractérise donc des situations où le progrès technologique est persistant mais passe d'une forme générique à une forme beaucoup plus locale pouvant s'interpréter comme le signe **d'irréversibilités** plus marquées.

L'entrée

•

La première possibilité consiste à supposer que N est formé de l'ensemble des firmes initialement non-innovantes. Le rapport $n_i/N = P_{1i}$ mesure la probabilité conditionnelle au fait qu'une firme est initialement non-innovante en t pour qu'elle développe en $t+1$ un comportement innovant de type i . Il

s'agit d'une mesure des opportunités d'entrée rencontrées par les firmes non-innovantes.

•

La seconde possibilité consiste à supposer que N est formé de l'ensemble des firmes initialement engagées en t sur une trajectoire technologique de type i. On emploie alors la notation $N_{i,t}$. Le rapport $n_i/N_{i,t}$ mesure alors l'intensité a priori de la menace d'entrée innovante à laquelle sont confrontées les firmes engagées en t dans une trajectoire technologique donnée.

•

La dernière possibilité consiste à considérer que N est formé de l'ensemble des firmes finalement engagées sur une trajectoire i donnée en t+1 que nous notons $N_{i,t+1}$. Le rapport $n_i/N_{i,t+1}$ mesure alors la proportion nette d'entrées déduction faite des firmes sortantes, il s'agit alors d'une mesure du niveau effectif de renouvellement de la population engagée sur une trajectoire de type i.

La probabilité d'entrée (calculée soit par $n_i/N_{i,t}$ soit par $n_i/N_{i,t+1}$) peut être considérée comme un indicateur de **spécificité** des trajectoires technologiques. Si l'entrée est fréquente dans un type donné de comportement innovant cela peut en effet signifier que les capacités de résolution de problèmes des firmes dans ce domaine ne dépendent pas de la détention de compétences spécifiques mais qu'elles peuvent facilement être développées par des firmes non-innovantes.

La turbulence d'une trajectoire

Cet indicateur nous renseigne sur la stabilité de la population qui est engagée sur chaque trajectoire i. Concrètement la turbulence désigne pour une trajectoire technologique i donnée le rapport entre l'effectif sortant (noté s_i) et l'effectif entrant (noté n_i) rapportés à l'effectif persistant (r_i) :

$$Turbulence_i = \frac{(s_i + n_i)}{r_i}$$

Elle traduit l'apparition d'un comportement innovant chez des firmes initialement non innovantes. L'entrée peut être évaluée de trois manières différentes en fonction de la population de référence (dont l'effectif est noté N) à laquelle le flux entrant (noté n) est rapporté :

Il s'agit d'un indicateur synthétique permettant à la fois de juger du caractère **cumulatif et spécifique** du changement technologique. Une forte turbulence serait le signe d'une trajectoire technologique marquée par un faible caractère cumulatif et une faible spécificité. La littérature évolutionniste définit ce type de trajectoire comme le signe d'un régime dit entrepreneurial dans lequel les firmes innovantes ont du mal à exploiter les fruits de leur monopole et ne parviennent pas à croître ; le marché demeure relativement atomistique. Inversement, une faible turbulence traduirait l'existence de conditions d'accumulations technologiques favorables et d'une forte spécificité du changement technologique de sorte que les firmes initialement innovantes bénéficieraient d'avantages importants sur leurs concurrents. Ceci se traduirait par de fortes disparités de taille entre les firmes innovantes d'un côté et non-innovantes de l'autre.

Comparaison des trajectoires à l'aide des probabilités de transition

L'analyse détaillée de la matrice de transition a donc un sens économique évident. C'est en l'exploitant et principalement en comparant les profils lignes que nous pouvons identifier l'existence de trajectoires technologiques différentes pour les innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés. Les critères utilisés pour comparer ces trajectoires sont résumés dans le Tableau 42 ci-dessous. Une croix indique les sous-populations pour lesquelles le critère est défini. Lorsqu'un critère est observé pour plusieurs sous-populations, il peut alors être utilisé pour effectuer des comparaisons.

Tableau 42 : Les principales caractéristiques d'une trajectoire technologique

Caractéristiques de la trajectoire	Type de comportement innovant initialement développé			
	Produit	Procédé	Produit & procédé	Non-Innovation
Persistance / Sortie	+	+	+	
Continuité	+	+	+	+
Rupture	+	+		
Diversification	+	+		
Recentrage			+	
Entrée				+
Turbulence	+	+	+	+

+ indique qu'il est possible de mesurer cette caractéristique pour cette sous-population

Tableau 43 : Indicateurs pour l'évaluation des caractéristiques économiques des trajectoires technologiques

Indicateurs	Caractéristiques économiques de la trajectoire technologique		
	Cumulative	Irréversible	Spécifique
Persistance vs. Sortie	++		+
Continuité (produit, procédé)	+	++	
Continuité (produit & procédé)	++		
Rupture		--	
Diversification	++	--	
Recentrage		++	
Entrée			--
Turbulence	--		--

+(-) : une hausse de l'indicateur représente un renforcement (atténuation) de la caractéristique considérée

§ 2. Principales hypothèses quant aux caractéristiques des trajectoires technologiques de produits et de procédés

Nous avons proposé dans le dernier point du paragraphe précédent un certain nombre d'indicateurs susceptibles de nous renseigner sur le caractère cumulatif, spécifique et irréversible des trajectoires technologiques. Exploitant cette correspondance nous désirons à présent reformuler de manière opérationnelle les hypothèses théoriques du chapitre II qui sont synthétisées dans le Tableau ci dessous.

Tableau 44 : Les caractéristiques des trajectoires de produits et de procédés : principales hypothèses théoriques

Caractéristiques de la trajectoire technologique		
Cumulative	Spécifique à chaque firme	Irréversible dans l'espace produit - procédé

Instrument de mesure	Persistance Continuité (produits & procédés) Diversification	Entrée Trurbulence	Diversification Rupture (produits & procédés) Continuité
Trajectoire Produits	+	+	-
Procédés	-	-	+
Produits & procédés	++	++	--

+ / - : indique que la trajectoire considérée se distingue par un niveau plutôt élevé / faible en ce qui concerne la caractéristique étudiée en comparaison des autres trajectoires

a. Le caractère cumulatif du changement technologique

Le caractère cumulatif du changement technologique traduit 'l'intensité innovante' de la trajectoire technologique. Elle est supposée plus marquée pour les comportements innovants de produits et de produits & procédés du fait qu'ils se fondent sur l'exploitation d'un éventail de compétences plus large (en particulier d'interfaces externes pour les produits) qui constituent en retour une base plus étendue pour le développement ultérieur d'apprentissages et donc d'innovations. Ils emploieraient aussi un personnel plus qualifié susceptible de développer plus facilement au niveau individuel des apprentissages à caractère cumulatif qui à leur tour vont alimenter les capacités d'apprentissage des firmes comme l'indiquent Cohen et Levinthal [1990]. Par ailleurs, ainsi que nous l'avons noté dans le chapitre IV, les connaissances pratiques acquises en milieu productif (en particulier à travers l'apprentissage par la pratique et l'utilisation) semblent occuper une place centrale en faveur des comportements innovants de procédés. Or, l'ampleur de ces apprentissages décline rapidement avec le temps ce qui, en l'absence de renouvellement du stock de capital, réduirait d'autant le flux de nouvelles opportunités d'innovations de procédés (Young [1991] [1993] ; Gruber [1994]). De fait, même si les comportements innovants de procédés présentent en court terme un certain caractère cumulatif, ce dernier s'estomperait rapidement.

Empiriquement, nous disposons de trois indicateurs pour mesurer le caractère cumulatif des trajectoires technologiques : la persistance (définie pour les innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés), la continuité de produits & procédés et la diversification (définie pour les innovateurs de produits et de procédés). De ces trois indicateurs nous privilégierons celui de la persistance dans la mesure où il est le seul à être défini aussi bien pour les innovateurs de produits, de procédés que de produits & procédés ; il présente donc une certaine généralité. De plus, contrairement à l'indicateur de diversification qui nous renseigne aussi sur le degré d'irréversibilité du changement technologique, la persistance ne peut être mobilisée que pour mesurer le caractère cumulatif du changement technologique. Cet indicateur est donc plus spécifique que les autres.

Nous testerons empiriquement l'hypothèse selon laquelle le caractère plus fortement cumulatif des trajectoires de produits et de produits & procédés que de procédés devrait nous amener à observer un niveau de persistance des comportements innovants plus marqué chez les firmes initialement innovantes en produits et en produits & procédés que chez celles innovantes en procédés.

b. Le caractère spécifique du changement technologique

Le caractère spécifique du changement technologique traduit la nécessaire détention par les firmes pour innover de connaissances propres dont l'efficacité dépend du contexte particulier dans lequel elles sont apparues. Ces connaissances ne peuvent pas être obtenues par imitation, les firmes doivent donc les développer individuellement préalablement (ou simultanément) à tout comportement innovant. Il s'agit donc d'une barrière à l'entrée à laquelle s'exposent les firmes non-innovantes désirant développer un comportement innovant. Compte tenu de la nature sociétale d'un certain nombre de connaissances nécessaires au

développement des comportements innovants de produits et plus encore de produits & procédés, nous suggérerons l'hypothèse selon laquelle les trajectoires qui en découlent présentent un plus fort niveau de spécificité que celles associées aux comportements innovants de procédés.

Empiriquement nous disposons de deux indicateurs pour évaluer le niveau de spécificité des trajectoires technologiques : la probabilité d'entrée et le niveau de turbulence. Nous pensons donc vérifier l'hypothèse selon laquelle les trajectoires de procédés sont caractérisées par des niveaux d'entrée et de turbulence plus élevés que ceux associés aux trajectoires de produits et de produits & procédés. Ces deux indicateurs ne sont toutefois pas totalement équivalents puisque qu'outre le niveau de spécificité des comportements innovants, la turbulence rend aussi compte dans une certaine mesure du caractère non seulement spécifique mais aussi cumulatif du changement technologique :

$$H_0 : P(\text{Entrée}_{\text{proc}}) > P(\text{Entrée}_{\text{prod}}) \text{ et } P(\text{Entrée}_{\text{proc}}) > P(\text{Entrée}_{\text{prodoc}})$$

$$H_0 : P(\text{Turbulence}_{\text{proc}}) > P(\text{Turbulence}_{\text{prod}}) \text{ et } P(\text{Turbulence}_{\text{proc}}) > P(\text{Turbulence}_{\text{prodoc}})$$

c. Le caractère irréversible du changement technologique

Le caractère irréversible dans l'espace produit-procédé du changement technologique serait plus marqué dans le cas des trajectoires initiées par des comportements innovants de procédés que dans les deux autres cas. En effet, ainsi que nous l'avons montré dans le chapitre IV les comportements innovants de procédés se caractériseraient par l'exploitation d'apprentissages par la pratique dont le champ d'application est fortement contraint par les objets techniques sur lesquels ils portent. Dans le cas des comportements innovants de produits en revanche le caractère sociétal d'un certain nombre d'apprentissages n'imposerait pas de limite physique forte à leur exploitation et permettrait donc un redéploiement plus facile.

Nous disposons de trois indicateurs pour comparer empiriquement le caractère irréversible des trajectoires de produits et de procédés : les probabilités de diversification, de rupture et de continuité sur lesquelles nous devrions vérifier les hypothèses suivantes :

-

$$H_0 : P(\text{Rupture}_{\text{prod}}) > P(\text{Rupture}_{\text{proc}})$$

-

$$H_0 : P(\text{Continuité}_{\text{proc}}) > P(\text{Continuité}_{\text{prod}})$$

-

$$H_0 : P(\text{Diversification}_{\text{prod}}) > P(\text{Diversification}_{\text{proc}})$$

A l'évidence, l'indicateur de rupture est le plus explicite pour l'étude de l'irréversibilité tandis que celui de diversification nous renseigne simultanément sur le caractère irréversible mais aussi cumulatif du changement technologique par élargissement progressif du champ d'activité technologique.

§ 3. Estimation et caractéristiques de la matrice de transition obtenue par appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

a. Principales caractéristiques de la matrice de transition

L'ensemble des informations disponibles issues de l'appariement des enquêtes CIS1 et Compétences pour l'étude de l'évolution des comportements innovants entre ces deux périodes est synthétisé dans le Tableau 45 ci-dessous. La valeur du Chi² de Pearson associé à ce tableau de contingence est de 207,64. Ceci nous permet de rejeter avec un risque critique inférieur à 0.0001 l'hypothèse nulle selon laquelle il n'existe pas de relation entre le type de comportement innovant adopté sur la période 1990-92 et celui adopté entre 1994-96.

Tableau 45 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96

		Comportement innovant en 1994-96 dans l'enquête Compétence			Total	
		Non-innovation	Produit	Procédé		Produit & procédé
Comportement innovant en 1990-92 dans l'enquête CIS1	Non-innovation	168 (1)	36	39	59	302
		301,16 (2)	39,46	55,75	55,60	451,98
		39,32 (3)	5,15	7,28	7,26	59,01
		66,63 (4)	8,73	12,34	12,3	
		79,28 (5)	39,19	48,38	32,67	
	Produit	23	31	2	47	103
		23,57	28,54	4,77	27,43	84,31
		3,08	3,73	0,62	3,58	11,01
		27,96	33,85	5,66	32,53	
		6,21	28,35	4,14	16,12	
Procédé	23	4	17	20	64	
	28,77	4,19	30,31	18,23	81,51	
	3,76	0,55	3,96	2,38	10,64	
	35,3	5,15	37,19	22,37		
	7,57	4,17	26,3	10,71		
Produit & procédé	28	42	22	205	297	
	26,37	28,48	24,39	68,92	148,18	
	3,44	3,72	3,19	9	19,34	
	17,8	19,22	16,47	46,52		
	6,94	28,29	21,17	40,5		
	242	113	80	331	766	
	379,87	100,68	115,23	170,20	766	
	49,59	13,14	15,04	22,22	100	

(1) Effectif observé brut ; (2) Effectif observé après redressement ;

(3) Pourcentage du total après redressement ; (4) *Pourcentage ligne* après redressement ; (5) Pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement inter-normalisé.

Nous reportons en Annexe XXXIII les résultats pour les croisements effectués à partir des autres enquêtes disponibles (Innovation 1990, Yale2 et CIS2)

Source : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI.

La matrice de transition correspondante est reportée dans le Tableau 46 ci-dessous. Nous constatons alors que tous les états sont ergodiques (i.e. transitoires et apériodiques) et que le processus n'est formé que d'une seule classe d'états ergodiques. Il est donc possible de calculer la loi stable du processus et le temps moyen de premier retour dans chacun des états de la chaîne de Markov. Cette première approche confirme l'a priori exprimé dans le §1 de cette section selon lequel le type de comportement innovant adopté par les firmes suivait un processus markovien tout à fait classique d'un point de vue mathématique qui tend vers une loi stable.

Tableau 46 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96

	1994-96 Compétence			
	Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1990-92 CIS1 Non-innovant	0,666	0,087	0,123	0,123
Produit	0,280	0,339	0,057	0,325
Procédé	0,353	0,052	0,372	0,224
Produit & procédé	0,178	0,192	0,165	0,465
Loi stable	0,434	0,145	0,166	0,257
Espérance de 1^{er} retour	2,304	6,901	6,033	3,887

Source : A partir du Tableau 45

L'élément le plus frappant qui ressort lors de l'examen du Tableau 45 et du Tableau 46 est le fait que les effectifs (probabilités) maximum se concentrent le long de la première diagonale. Nous retrouvons le phénomène souvent évoqué dans la littérature sur les matrices de transition sous l'appellation de modèles 'mover-stayer' (Singer et Spilerman [1979]). Dans notre cas cela signifie que les comportements innovants présentent globalement une forte stabilité. Sur l'ensemble de la population étudiée 56% des firmes ne modifient pas leur comportement entre les périodes 1990-92 et 1994-96. Ce phénomène est particulièrement net chez les firmes non-innovantes (66% d'entre elles restent non-innovantes sur les deux périodes) et pour les firmes initialement innovantes en produits & procédés dont 46% restent innovantes en produits & procédés sur les deux périodes. Par ailleurs, les firmes initialement innovantes en produits présentent près de 9,42 fois plus de chances^{note208} de continuer à innover en produits que celles initialement innovantes en procédés, 5,34 fois plus de chances que celles non-innovantes et 2,15 fois plus de chances que celles innovantes en produits & procédés. Dans tous les cas l'hypothèse nulle selon laquelle ces différentes sous-populations auraient les mêmes probabilités d'innovation de produits est fortement rejetée (au seuil de 0.001 à chaque fois). Dans le cas des innovateurs de procédés^{note209} et de produits & procédés^{note210} le même phénomène s'observe (il est systématiquement significatif). La dépendance des comportements innovants dans le temps est donc nette et se traduit principalement par une tendance affirmée à la reproduction à l'identique des comportements innovants passés.

b. Comparaison des caractéristiques des trajectoires de produits, de procédés et de produits & procédés

Après une approche très générale de ces résultats nous désirons à présent proposer une étude plus spécifique qui permette de comparer les caractéristiques des trajectoires technologiques consécutives au développement initial de comportements innovants de produits, de procédés ou de produits & procédés. A cet effet, suivant l'approche décrite dans le premier paragraphe de cette section il est possible de calculer pour chacune de ces sous-populations différents indicateurs. Les résultats sont présentés dans le Tableau 47 ci-dessous.

Tableau 47 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence

Trajectoire technologique en 1990-92 (1)

Critères(5)	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]	Non-Innovation	Tests de comparaison de proportions (3)
Persistance / Sortie	0,72	0,65	0,82		[1][2]ns ; [1][3]** ; [3][2]***
Continuité (produits, procédés)	0,34	0,37			[1][2]ns
Rupture	0,06	0,05			[1][2]ns
Diversification	0,33	0,22			[1][2]ns
Recentrage			0,36		
Entrée (2)	0,47	0,68	0,38	0,33	
Entrée (4)	0,39	0,48	0,33		[1][2]ns ; [1][3]ns ; [3][2]**
Turbulence (2)	0,75	1,04	0,55		Non testé

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1990-92

(3) Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X] - [Y] = 0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : [X][Y]ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; [X][Y]* lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, [X][Y]** : au seuil de 5%, [X][Y]*** au seuil de 1%, [X][Y]**** : au seuil de 0.1%.

(4) En proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

(5) Le mode de calcul de ces différents critères est détaillé sous l'intitulé « construction d'indicateurs économiques pour la description des trajectoires technologiques ». Source : A partir du Tableau 45

Si nous faisons abstraction des tests statistiques les hypothèses suggérées dans le paragraphe 2 de cette section semblent au premier abord presque toutes validées :

-

Les firmes engagées sur des trajectoires de produits & procédés seraient plus persistantes que celles engagées sur des trajectoires de produits elles-mêmes plus persistantes que celles engagées sur des trajectoires de procédés. De toute évidence les trajectoires de procédés sont celles dont le caractère **cumulatif** est le moins marqué^{note211}.

-

Les chances de continuité des comportements innovants pour les firmes engagées sur des trajectoires de procédés sont 1,14 fois plus fortes que pour celles engagées sur des trajectoires de produits. Ceci signifierait que le niveau d'**irréversibilité** des comportements innovants de produits est moins marqué que dans le cas des procédés.

- Les chances de diversification sont 1,74 fois plus importantes pour les firmes engagées sur des trajectoires de produits que pour celles engagées sur des trajectoires de procédés. Ceci met en évidence à la fois un caractère fortement **cumulatif** et faiblement **irréversible** des trajectoires de produits.

-

Les menaces d'entrées innovantes auxquelles font face les firmes engagées sur des trajectoires de procédés seraient 2,38 fois plus importantes que dans le cas des trajectoires de produits et 3,46 fois plus importantes que pour celles de produits & procédés^{note212}. Cette aisance d'entrée dans un comportement innovant de procédé traduit selon nous la faible **spécificité** de ce type de trajectoire technologique.

-

Le niveau de turbulence est maximum le long de trajectoires technologiques de procédés : deux fois plus élevé que dans le cas des trajectoires de produits & procédés ; supérieur de 38% à ce qu'il est le long de trajectoires de produits. Ce résultat confirme l'idée selon laquelle le changement technologique est bien moins **spécifique** dans le cas des comportements innovants de procédés que dans le cas des comportements innovants de produits & procédés et de produits. Le niveau maximum de spécificité s'observerait le long de trajectoires de produits & procédés.

Malgré ces résultats satisfaisants d'un point de vue *'appréciatif'*, statistiquement en revanche seulement trois tests se sont révélés significatifs alors que nous observons des différences de proportion relativement fortes (allant jusqu'à 10% entre innovateurs de produits et de procédés). Dans un certain nombre de cas ce phénomène proviendrait plus d'effectifs observés insuffisants^{note213} que de fluctuations d'échantillonnages comme nous le montrons dans le Tableau 253 reporté en annexe. Ce tableau synthétise les caractéristiques observées des différentes trajectoires technologiques pour chacun des appariements qu'il était possible de réaliser entre les enquêtes Innovation 1990, CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence. Conformément aux résultats obtenus par appariement des enquêtes CIS1 et Compétences nous observons 4 phénomènes marquants qui abondent en faveur de nos hypothèses :

-

7 appariements sur 8 font état d'un niveau de persistance supérieur chez les innovateurs de produits & procédés que chez les innovateurs de produits qui eux-mêmes persisteraient plus que les innovateurs de procédés ($[3] > [1] > [2]$ ^{note214}). Ceci appuie l'hypothèse selon laquelle les trajectoires de produits & procédés et de produits présentent un caractère plus **cumulatif** que celles de procédés.

-

L'ensemble des 8 appariements font apparaître un niveau de diversification plus important pour les innovateurs de produits que pour ceux de procédés, abondant ainsi en faveur de l'hypothèse selon laquelle non seulement les trajectoires de produits sont plus cumulatives que celles de procédés mais aussi présentent un plus faible niveau **d'irréversibilité**.

-

Lorsque l'entrée est estimée en proportion du nombre de firmes finalement engagées sur la trajectoire on observe dans tous les cas un niveau d'entrée supérieur le long des trajectoires de procédés plutôt que le long des trajectoires de produits tandis que le niveau minimum d'entrée revient dans 6 cas sur 8 aux trajectoires de produits & procédés. Ceci tendrait à confirmer l'hypothèse selon laquelle les trajectoires de procédés présentent une plus faible **spécificité** que celles de produits et de produits & procédés.

- Dans 6 cas sur 8 le niveau de turbulence est maximum le long de trajectoires de procédés et minimum pour celles de produits & procédés ce qui tend à confirmer simultanément l'idée d'un caractère plus **spécifique** des trajectoires de produits & procédés et de produits que de celles de procédés.

A défaut d'un support statistique explicite par les tests ces constats apportent une certaine assise empirique à nos hypothèses de départ en ce qui concerne au moins la persistance, la diversification, l'entrée en proportion de la population engagée sur la trajectoire en t+1 et la turbulence. Dans les autres cas en revanche (la continuité, la rupture et l'entrée évaluée en proportion de la population initialement engagée sur la trajectoire), il ne semble pas possible de trouver un quelconque soutien supplémentaire. L'ensemble de ces éléments est synthétisé dans le Tableau 48 et résumé comme suit :

-

Les trajectoires de produits présenteraient une forte persistance accompagnée d'un élargissement progressif du champ d'activité technologique en direction des procédés. Ceci traduirait le caractère cumulatif et faiblement irréversible du changement technologique. Les niveaux d'entrée et de turbulence seraient plus faibles que le long des trajectoires de procédés indiquant aussi une plus forte spécificité du changement technologique.

-

Les trajectoires de procédés présenteraient un faible niveau de persistance et d'élargissement. Ceci traduirait le caractère faiblement cumulatif et relativement irréversible de ce type de trajectoire. Les niveaux d'entrée et de turbulence seraient plus élevés que le long des trajectoires de produits indiquant aussi une plus faible spécificité du changement technologique.

-

Les trajectoires de produits & procédés présenteraient un caractère plus fortement cumulatif que celles de produits et de procédés et un niveau de spécificité très marqué identifiable par de faibles niveaux d'entrée et de turbulence.

Tableau 48 : Les caractéristiques économiques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés : Synthèse des résultats

Type de trajectoire technologique(1) :	Hypothèse initiale	Résultats empiriques issus de l'appariement de CIS1 et Compétence	Résultat des tests statistiques (3)	Régularité empirique	Conclusion
produit [2] : procédé [3] : produit & procédé					
Persistance / Sortie	[3]> ;[1]> ;[2]	[3]> ;[1]> ;[2]	[3]> ;[1]** [3]> ;[2]***	7/8	Les trajectoires de produits & procédés et de produits sont plus cumulatives que celles de procédés
Continuité (produits, procédés)	[2]> ;[1]	[2]> ;[1]	ns	2/8	<i>Manque d'éléments pour conclure</i>
Rupture	[1]> ;[2]	[1]=[2]	ns	2/8	<i>Manque d'éléments pour conclure</i>
Diversification	[1]> ;[2]	[1]> ;[2]	ns	8/8	Les trajectoires de produits sont plus cumulatives et moins irréversibles que

Entrée (2)	[2]> ;[1]> ;[3]	[2]> ;[1]> ;[3]		3/8	celles de procédés <i>Manque d'éléments pour conclure</i>
Entrée (4)	[2]> ;[1]> ;[3]	[2]> ;[1]> ;[3]	[3]=[2]**	6/8	La spécificité des comportements innovants est plus faible pour les trajectoires de procédés que pour celles de produits et de produits & procédés
Turbulence (2)	[2]> ;[1]> ;[3]	[2]> ;[1]> ;[3]	Non testé	6/8	Le caractère spécifique et cumulatif des comportements innovants est plus faible pour les trajectoires de procédés que pour celles de produits et de produits & procédés

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1990-92

(3) Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions. ns. pour non-significatif ; * significatif au seuil de 10%, ** : au seuil de 5%, *** au seuil de 1%, **** : au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

Interprétées dans une perspective shumpetérienne, ces différentes trajectoires pourraient être redéfinies en termes de régime technologique. Les firmes engagées sur des trajectoires de produits & procédés évolueraient dans des régimes technologiques dits 'routiniers' caractérisés par une dynamique technologique cumulative et spécifique tandis qu'à l'opposé les firmes engagées sur des trajectoires de procédés s'inscriraient plutôt dans une dynamique technologique de type 'entrepreneurial' faiblement cumulative, peu spécifique induisant de fortes irréversibilités. Les firmes évoluant sur des trajectoires de produits se situeraient entre ces deux archétypes mais seraient semble-t-il plus proches des innovateurs de produits & procédés que de procédés.

Conclusions

L'objectif de cette section était de proposer l'emploi d'un certain nombre d'outils destinés à identifier et comparer de manière globale les caractéristiques des trajectoires technologiques initiées par des comportements innovants en produits, en procédés ou en produits & procédés. Notre travail empirique axé sur le test d'un certain nombre d'hypothèses théoriques s'est principalement fondé sur l'exploitation des enquêtes CIS1 et Compétence. Se heurtant surtout à la taille réduite de l'échantillon, peu de tests statistiques se sont révélés significatifs bien que par ailleurs (en particulier par appariement des autres enquêtes disponibles) nous ayons pu montrer la régularité d'un certain nombre de résultats. Conformément aux hypothèses du chapitre II, nous sommes malgré tout parvenus à la conclusion que les trajectoires technologiques initiées par des comportements innovants de procédés présenteraient un caractère moins fortement cumulatif, moins spécifique et plus fortement irréversible que celles associées à des comportements innovants de produits et de produits & procédés.

Section 4 : L'impact des compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques : le cas de la persistance

La section précédente suggérait l'emploi d'un certain nombre d'indicateurs pour comparer les caractéristiques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés. Nous avons ainsi pu montrer que les innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés n'étaient vraisemblablement

pas engagés sur des trajectoires similaires. Au-delà de cette approche principalement descriptive nous désirons à présent tester l'hypothèse à plusieurs reprises évoquée selon laquelle il existerait un lien entre le type de compétences mobilisés par les firmes pour innover et les principales caractéristique de leurs trajectoires technologiques décrites en termes de cumulativité, spécificité et irréversibilité.

Premièrement, nous situant dans le contexte très général d'une chaîne de Markov quelconque, nous présenterons les outils de modélisation disponibles pour estimer l'impact de variables explicatives sur les probabilités de transitions. Nous détaillons ensuite les raisons qui nous ont poussés à limiter le champ de notre analyse à la seule persistance des comportements innovants. Nous présenterons ensuite les variables exogènes qui seront retenues pour expliquer les probabilités de persistance des firmes et suggérerons un certain nombre d'hypothèses quant à leurs effets probables. Nous rapportons finalement les résultats d'estimations réalisées à partir des données issues de l'appariement des enquêtes CIS1 et Compétence.

§ 1. Estimation des déterminants des probabilités de transitions

Les techniques d'estimation des probabilités de transition des chaînes de Markov d'ordre élevé décrites dans la première section de ce chapitre^{note215} ont introduit la notion de modélisation autorégressive. Ces techniques peuvent aussi être employées pour modéliser l'impact de variables explicatives sur les probabilités de transition ainsi que le montre Berchtold [1998]. Leur utilisation devient néanmoins rapidement problématique lorsque les variables exogènes ne sont pas catégorielles et que leur nombre augmente. L'emploi de techniques plus souples comme par exemple la régression logistique dichotomique ou multinomiale s'impose donc pour étudier l'impact de variables explicatives quelconques (catégorielles ou continues) sur les probabilités de transition.

Ainsi que le fait remarquer Gourieroux [1989], p.172-173, puisque les éléments d'une même colonne (ou même ligne selon le choix de présentation qui a été fait) d'une matrice de transition $P(t)$ forment une loi de probabilité, il est possible d'employer les outils traditionnels de l'analyse catégorielle pour les modéliser. Dans le cas quelconque d'un processus markovien à J états, J modèles distincts (un pour chaque colonne de P) à J modalités peuvent par exemple être utilisés pour estimer l'impact de variables explicatives sur les probabilités de transition. Les résultats obtenus dans chaque modèle sont directement comparables. *Connaissant l'état initial d'un individu i et un certain nombre de variables explicatives z_i , il est ainsi possible d'estimer en fonction des z_i la probabilité pour que l'individu i passe d'un état a à un état b entre t et $t+1$.* Différents types de modèles logistiques, probit, loglinéaire ou d'analyse discriminante sont envisageables. Nous retiendrons pour sa simplicité d'emploi et d'interprétation la régression logistique comme outil d'estimation de l'impact de variables explicatives sur les probabilités de transition.

a. Modélisation logistique des probabilités de transition : le cas dichotomique

Dans le cas le plus simple où le processus étudié est à deux états $J=2$ avec $j : \{0;1\}$ nous pouvons présenter la matrice de transition comme dans le Tableau 49 ci-dessous :

Tableau 49 : Matrice de transition dans le cas binomial

		Etat initial en t-1 (sous-population)	
		0	1
Etat final en t	0	P_{00}	P_{01}
	1	P_{10}	P_{11}
Somme colonne :		l	l

Deux modèles logistiques dichotomiques simples peuvent alors être construits :

- Un pour modéliser P_{00} et P_{10} .
- Un autre pour modéliser P_{01} et P_{11} .

Si K variables exogènes sont introduites on obtient alors deux équations. Elles représentent respectivement la probabilité en t pour qu'un individu i placé dans un état initial 0 en $t-1$ parvienne à l'état final 1 en t ($P_{i01}(t)$) et la probabilité pour qu'un individu i placé dans un état initial 1 en $t-1$ parvienne à l'état final 1 en t ($P_{i11}(t)$):

$$P(Y_{it} = 1 / Y_{it-1} = 0) = \frac{\exp\left(\sum_{k=0}^K x_{it01k} \beta_{k01}\right)}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^K x_{it01k} \beta_{k01}\right)} = P_{i01}(t)$$

$$P(Y_{it} = 1 / Y_{it-1} = 1) = \frac{\exp\left(\sum_{k=0}^K x_{it11k} \beta_{k11}\right)}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^K x_{it11k} \beta_{k11}\right)} = P_{i11}(t)$$

Tableau 49 : Matrice de transition dans le cas binomial

Les k_{ij} estimés nous renseignent sur l'impact des variables indépendantes sur les probabilités de transition. A état final donné (j fixé), les k_{ij} estimés pour différentes valeurs de i (différents états initiaux) peuvent alors être comparés.

b. Modélisation logistique des probabilités de transition : le cas multinomial

J est le plus souvent susceptible de prendre des valeurs supérieures à 2. Le modèle logistique est alors encore utilisable mais sous sa forme multinomiale (ou polytomique) traditionnelle telle que nous l'avons utilisée dans les chapitres III et IV et qu'il est décrit de manière technique dans l'Annexe XVI. Dans notre cas les comportements innovants peuvent prendre quatre modalités {non-innovation, innovations de produits, innovations de procédés, innovations de produits & procédés}. En toute logique nous devrions donc employer ce type de modèle pour évaluer l'impact de variables exogènes sur les probabilités de transitions de la chaîne de Markov qui sous-tend le processus que nous étudions. L'estimation de quatre modèles logistiques polytomiques serait ainsi nécessaire, un pour chaque état initial de la chaîne de Markov. Ce faisant nous pourrions étudier l'ensemble des transitions possibles entre états et donc proposer une analyse complète des déterminants des caractéristiques des trajectoires technologiques.

c. Raisons d'une restriction du champ d'étude à la 'persistance'

Etant donné la taille réduite de notre échantillon l'estimation de quatre modèles polytomiques à quatre modalités nous a semblé statistiquement risquée sauf à limiter de manière radicale le nombre de variables indépendantes prises en compte. En particulier certaines transitions comportent des effectifs très faibles comme par exemple entre innovations de produits et de procédés. Pour surmonter cet obstacle nous avons décidé de ne pas modéliser l'ensemble des modalités de la distribution de probabilité mais de ne prendre en considération pour la période 1992-94 que deux modalités ($J_t=2$: {Non-innovation vs. Innovation}). Ce choix nous permet de retrouver un modèle logit dichotomique et une variable essentielle déjà largement

commentée : **la persistance** que nous noterons PST. Bien évidemment, le fait de passer d'une variable Y à quatre modalités en t-1 ($J_{t-1}=4$) à une variable PST à 2 modalités en t ne permet plus une interprétation markovienne des probabilités de transition. Elle autorise néanmoins encore une analyse des probabilités de réalisations de PST_t conditionnellement à Y_{t-1} . C'est ce dernier type d'analyse que nous proposerons donc.

Mesure de la persistance

La persistance est définie au niveau micro-économique. Elle prend la valeur 0 si une firme i innovante en t (période 1990-92) cesse d'innover en t+1 (période 1994-96) et la valeur 1 si une firme innovante en t le reste en t+1. Elle n'est pas définie pour les firmes non-innovantes en t.

Si Y_{it} est la variable 'type de comportement innovant' à J=4 modalités {non-innovant, innovant en produits, innovant en procédés, innovant en produits & procédés} adopté à l'instant t par une firme i quelconque alors :

-

PST_i=1, SI (Y_{it} =innovant en produits OU Y_{it} =innovant en procédés OU Y_{it} =innovant en produits & procédés) ET (Y_{it+1} =innovant en produits OU Y_{it+1} =innovant en procédés OU Y_{it+1} =innovant en produits & procédés)

-

PST_i=0, SI (Y_{it} =innovant en produits OU Y_{it} =innovant en procédés OU Y_{it} =innovant en produits & procédés) ET (Y_{it+1} =non-innovant)

-

PST_i est non définie si Y_{it} =non-innovant

Mode d'estimation de la persistance

Du point de vue des estimations si nous allons donc considérer quatre modèles logistiques dichotomiques dans lesquels l représente le type de comportement innovant initialement adopté par une firme i et les x_i des variables exogènes que nous présenterons par la suite :

$$P(PST_{it} = 1 / Y_{it-1} = l) = \frac{\exp(\sum_{k=0}^K x_{itl1k} \beta_{kl1})}{1 + \exp(\sum_{k=0}^K x_{itl1k} \beta_{kl1})} = P_{itl1}(t)$$

Avec l: {innovations de produits; innovations de procédés; innovations de produits & procédés}

Le fait de modéliser la persistance conditionnellement aux comportements innovants adoptés en 1990-92 plutôt que l'ensemble de la distribution de probabilité signifie que nous renonçons à l'étude des déterminants des probabilités de recentrage, d'élargissement, de continuité et d'entrée. Le caractère irréversible et spécifique du changement technologique ne pourra donc pas être explicitement étudié. Seule sa dimension **cumulative** sera analysée.

§ 2. Les déterminants de la persistance des comportements innovants : choix des variables explicatives et principales hypothèses

Dans un premier temps nous présentons les principales variables explicatives qui seront retenues et leur mode de construction. Nous suggérons ensuite un certain nombre d'hypothèses quant à leurs effets attendus sur la persistance des comportements innovants.

a. Sélection des variables explicatives

La place centrale des compétences

Nous avons noté dans le chapitre II l'existence d'une relation causale à trois niveaux du type abcd, allant initialement (a) du type de compétence nécessaire pour la résolution des questionnements sur les fins et sur les moyens vers (b) la nature des connaissances technologiques et économiques mobilisées auxquelles sont associés (c) des attributs particuliers qui permettent de définir (c) les formes de trajectoires technologiques sur lesquelles s'engagent les différentes catégories d'innovateurs. Différents axes permettaient de définir les attributs des connaissances technologiques selon qu'elles étaient : Générales ↔

Locales, Formelles ↔

Tacites, Publiques ↔

Privées, Spécifiques ↔

Non-spécifiques.

- La chaîne causale que nous étudions est relativement longue, puisqu'elle comporte trois niveaux.
- La nature et les attributs des connaissances technologiques ne sont pas directement observables empiriquement.

Une première approche consisterait à tenter d'étudier séparément chacun des trois niveaux de causalité : dans un premier temps la relation entre le type de compétences mobilisées par les firmes pour innover et la nature des connaissances technologiques qui leurs sont associées (ab) ; dans un second temps les relations existant entre la nature des connaissances et leurs attributs (bc) ; dans un troisième temps l'impact de ces attributs sur les caractéristiques des trajectoires technologiques (cd). Cette première stratégie est relativement lourde à mettre en oeuvre et nous confronte directement au problème de la mesure empirique de la nature et des attributs des connaissances technologiques et économiques sur lesquelles repose l'innovation. Bien que nous ayons par ailleurs entrepris certains travaux allant dans cette direction en explorant le lien existant entre les conditions d'appropriation et la persistance des comportements innovants nous n'opterons pas ici pour cette démarche (Cabagnols [1999]note216).

Une seconde approche que nous retiendrons consiste à réduire la relation initiale abcd à l'étude d'une relation directe entre a et d. Nous n'étudions plus alors que l'impact de la nature des connaissances technologiques sur les caractéristiques des trajectoires technologiques. Cette analyse présente le double avantage de la simplicité et de la continuité avec les développements empiriques proposés dans le chapitre IV où nous avons mis l'accent sur le parallèle existant entre d'une part les compétences mobilisées par les firmes pour innover et, d'autre part, la nature et les attributs des connaissances sur lesquelles elles s'appuient. Par conséquent, les

variables exogènes que nous retiendrons pour expliquer la persistance des comportements innovants seront les mêmes que celles déjà employées dans le chapitre IV, à savoir les compétences mobilisées par les firmes pour innover.

La mesure des compétences

L'objectif clairement affirmé est de mesurer l'impact de la structure des compétences mobilisées par les firmes en t sur l'évolution de leurs comportements innovants entre t et t+1. Nous n'emploierons donc pas de variables explicatives contemporaines mais essentiellement des variables retardées mesurées sur la période 1990-92 ou en 1993 comme pour la variable 'proportion de cadres moins proportion d'ouvriers dans l'entreprise' (Cad_Ouv). La seule vraie exception à cette règle étant la variable 'Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que création d'un langage commun' (Het_Hom) qui ne peut être mesurée que sur la période 1994-96.

Par souci de cohérence nous proposerons de mesurer les compétences à l'aide du même jeu de variables que celui déjà employé dans le chapitre IV^{note217}. Le détail de cette construction est résumé dans le Tableau 30 tandis que le Tableau 31 rappelle la nature des variables ainsi obtenues. Un aperçu descriptif de ces variables est proposé dans le Tableau 52.

Tableau 50 : Construction des variables indépendantes pour l'étude de l'impact de compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques entre 1990-92 et 1994-96

Compétence mesurée		Enquêtes mobilisées mesurer les compétences	
		CIS1	COMPETENCE
Compétences d'interface externe		Cx	
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	moy(Q345,Q344)	
Utilisateurs	USR	Q346	
Concurrents	COMP	Q347	
Institutions scientifiques	SCI	max(Q331,Q332)	
Coopération	COOP	max(Q42a, b, c, d, e, f)	
Compétences d'absorption		Cp	
Recherche développement interne	RD	Q311	
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom	$het=(c4_01_1+c4_02_1+c4_03_1+c4_04_1+c4_05_1+c7_02_1)/6$ $hom=(c1_04_1+c1_05_1+c1_06_1+c1_07_1+c3_02_1+c3_04_1+c3_05_1+c4_07_1+c7_03_1)/9$ het-home	
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	Qual	max(Q47a, b, c, d, e, f)	
Proportion de cadres, ingénieurs et techniciens par rapport à la proportion d'ouvriers et contremaîtres dans l'effectif total de la firme	Cad_Ouv92	[('Autres cadres et profess sup' + 'Ingénieurs, cadres techniques') - ('Ouvriers Qualifiés et non qualifiés')] / Effectif total évalué dans l'ESE 1993	

Abréviations : max= maximum ; moy = moyenne.

Voir Annexe XXII pour le détail des questions utilisées dans chaque enquête pour identifier les compétences mobilisées pour innover.

Tableau 51 : Nature des variables employées pour mesurer l'impact de compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques entre 1990-92 et 1994-96

Compétence mesurée	Enquête mobilisée pour la mesure	
	CIS1	COMP
Compétences d'interface externe		
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	[0, 3] d
Utilisateurs	USR	0, 1, 2, 3
Concurrents	COMP	0, 1, 2, 3
Institutions scientifiques	SCI	0, 1, 2, 3
Coopération	COOP	0, 1
Compétences d'absorption		
Recherche développement interne	RD	0, 1, 2, 3
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom	[-1, +1]d
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	Qual	0, 1
Proportion de cadres techniciens employés et professions intermédiaires par rapport à la proportion d'ouvriers et contremaîtres dans l'effectif total de la firme	Cad_Ouv	[-1, +1] c

Légende :

[a, b]c : indique une échelle de mesure parfaitement continue entre a et b ;

[a, b]d indique une échelle de mesure *discrète* entre a et b mais dont le nombre de modalités est élevé.

Voir Annexe XXII pour le détail des questions utilisées dans chaque enquête pour identifier les compétences mobilisées pour innover.

Tableau 52 : Comparaison des niveaux moyens de compétence en 1990-92 des firmes persistantes et non-persistantes entre 1990-92 et 1994-96

Compétence	Evolution du comportement innovant entre 1990-92 et 1994-96	Total		Sous-populations					
		Moyenne	Ecart-Type	Innovateurs de produits		Innovateurs de procédés		Innovateurs de Produits & procédés	
				Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
FSR	Persistant	1,272	0,842	0,681	0,758	1,435	1,463	1,529	0,656
	Non-persistant	0,969	1,134	0,657	0,766	0,627	0,999	1,589	1,259

	Total	1,192	0,900	0,674	0,756	1,140	1,376	1,541	0,733
USR	Persistent	1,283	1,021	1,409	1,330	0,633	1,174	1,530	0,821
	Non-persistent	0,757	1,280	1,230	1,371	0,066	0,402	1,137	1,398
	Total	1,144	1,082	1,362	1,334	0,426	1,010	1,449	0,896
COMP	Persistent	0,866	0,737	0,720	0,793	0,636	1,063	1,061	0,635
	Non-persistent	0,622	1,086	1,024	1,159	0,078	0,317	0,896	1,226
	Total	0,801	0,806	0,800	0,887	0,432	0,915	1,027	0,712
SCI	Persistent	0,778	0,835	0,688	0,932	0,335	0,951	1,045	0,743
	Non-persistent	0,307	0,927	0,060	0,255	0,368	1,207	0,437	0,993
	Total	0,653	0,865	0,522	0,867	0,347	1,042	0,920	0,786
COOP	Persistent	0,596	0,366	0,486	0,432	0,517	0,566	0,698	0,288
	Non-persistent	0,318	0,479	0,283	0,449	0,317	0,532	0,347	0,470
	Total	0,522	0,398	0,432	0,440	0,444	0,560	0,626	0,323
Het_Hom	Persistent	0,016	0,159	0,007	0,181	0,038	0,252	0,011	0,132
	Non-persistent	-0,025	0,329	0,066	0,249	-0,112	0,394	0,000	0,313
	Total	0,005	0,196	0,022	0,198	-0,017	0,319	0,009	0,158
RD	Persistent	2,536	1,022	2,878	0,980	1,644	1,690	2,778	0,777
	Non-persistent	1,962	1,532	2,411	1,308	1,123	1,700	2,523	1,165
	Total	2,384	1,136	2,755	1,069	1,453	1,704	2,726	0,823
QUAL	Persistent	0,296	0,340	0,191	0,340	0,290	0,514	0,358	0,301
	Non-persistent	0,111	0,323	0,168	0,373	0,028	0,189	0,157	0,359
	Total	0,247	0,343	0,185	0,345	0,195	0,446	0,317	0,311
Cad_Ouv	Persistent	-0,501	0,214	-0,420	0,252	-0,637	0,277	-0,481	0,175
	Non-persistent	-0,590	0,297	-0,602	0,146	-0,582	0,469	-0,588	0,197

Moyennes et écart-types sont calculés à partir des données redressées.

NB. : La persistance entre 1990-92 et 1994-96 n'est définie que pour les firmes innovantes sur la période 1990-92.

Sources : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI ; EAE 1992 pour l'estimation des quantiles de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 ; ESE 1993 pour l'estimation de la variable Cad_Ouv.

Etant donné les problèmes de multicollinéarité susceptibles d'apparaître entre ces différentes variables nous avons jugé utile de réaliser une analyse en composantes principales dont une synthèse est proposée dans le Tableau 53 ci-dessous (les résultats détaillés sont reportés en Annexe). En exploitant les coordonnées des firmes dans le nouveau repère formé par ces composantes principales il sera alors possible d'estimer des modèles dans lesquels les problèmes de multicollinéarité seront limités. L'interprétation de ces axes (en particulier des deux premiers) nous permet par ailleurs de retrouver deux profils types particulièrement intéressants pour nous :

-

L'axe 1 s'interprète comme le niveau global des compétences d'interface externes non scientifiques des firmes.

-

L'axe 2 représente le niveau global des capacités absorptives des firmes qui est négativement corrélé au développement de compétences d'interface avec les fournisseurs.

Tableau 53 : Interprétation synthétique des axes factoriels issus d'une ACP réalisée à partir des compétences mobilisées en 1990-92 par les firmes sondées conjointement dans les enquêtes CIS1 et Compétence

AXES	Désignation synthétique de l'axe	Types de compétences mobilisées pour l'innovation	Variables	Coor.	Contr.	Cos ²
AXE1	Compétences d'interface externe non scientifiques	Niveau global des compétences d'interface externes	USR	0,699	0,188	0,488
			FSRm	0,686	0,182	0,471
			COMP	0,682	0,179	0,465
			COOP	0,577	0,128	0,333
			FSRe	0,550	0,117	0,302
AXE2	Cadres, RD et science plutôt qu'interfaces avec les fournisseurs	Développement des capacités absorptives par embauche de cadres, activités de RD et interfaces externes avec la science plutôt que par le développement d'interfaces externes avec les fournisseurs (≠ 'supplier dominated')	cad_ouv	0,586	0,231	0,344
			RD	0,541	0,197	0,292
			FSRe	-0,537	0,194	0,288
			SCI	0,495	0,165	0,245
			FSRm	-0,482	0,157	0,232
AXE3	Cadres et coopérations plutôt qu'interfaces avec les utilisateurs	Développement de capacités absorptives par l'embauche de cadres et le développement de coopérations plutôt que par l'interface avec les utilisateurs	cad_ouv	0,500	0,224	0,250
			USR	-0,459	0,189	0,211
			COOP	0,452	0,183	0,204
AXE4	Hétérogénéité vs. homogénéité	Stimulation de la diversité plutôt création d'un langage commun	Het_Hom	0,932	0,849	0,870
AXE5	Recrutement d'employés qualifiés pour innover	Recrutement d'employés qualifiés pour innover	QUAL	0,735	0,618	0,540
AXE6	RD plutôt que science et recrutement d'employés qualifiés	Capacité d'absorption fondées sur les activités de RD plutôt que sur le recrutement	RD	0,477	0,299	0,228
			SCI	-0,466	0,284	0,217
			QUAL	-0,390	0,200	0,152

		d'employés qualifiés et l'interface externe avec la science				
AXE7	RD et science plutôt que cadres et imitation des concurrents	Capacités d'absorption fondées sur l'intensité de la RD et les interfaces avec la science plutôt que sur l'embauche de cadres et l'imitation des concurrents	RD	0,442	0,274	0,195
			Cad_Ouv	-0,398	0,222	0,158
			COMP	-0,373	0,195	0,139
			SCI	0,343	0,165	0,118
AXE8	Faiblesse de la coopération	Faiblesse des compétences d'interface externe dans le cadre de coopérations	COOP	-0,602	0,553	0,362
AXE9	Concurrents plutôt que clients	Compétences d'interface externes auprès des clients plutôt que des utilisateurs	COMP	0,391	0,355	0,153
			USR	-0,389	0,351	0,151
AXE10	Fournisseurs d'équipements vs. de matériaux	Compétences d'interface externes centrées sur les fournisseurs d'équipements plutôt que de matériaux	FSRm	-0,369	0,392	0,136
			FSRe	0,358	0,369	0,128

Résultats d'une ACP sur données redressées par un coefficient de redressement internormalisé. Le détail des résultats est reporté en annexe.

Coord. : Coordonnées ; Contr. : Contribution ; Cos² : Cosinus carré.

Seule les firmes innovantes en 1990-92 dans l'enquête CIS1 ont été utilisées pour réaliser cette matrice de corrélations.

Source : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI

La dimension sectorielle

La dimension sectorielle semble a priori constituer une variable importante à prendre en considération dans ce type d'analyse. Néanmoins, compte tenu de son nombre relativement important de modalités (ici 14) il nous a semblé préférable de réaliser une analyse préliminaire pour tester préalablement son caractère significatif sur les probabilités de persistance. Le Tableau 54 indique par secteur et pour chaque type de comportement innovant les proportions de firmes persistantes tandis que le Tableau 55 présente le résultat d'une analyse préliminaire visant à tester statistiquement l'impact de la dimension sectorielle sur la persistance des comportements innovants. Au seuil de 5% cet impact n'est pas significatif comme l'indique le test de Wald reporté en bas de tableau. Il se révèle par ailleurs impossible d'estimer l'impact de l'appartenance sectorielle pour chacune des sous-populations de firmes innovantes compte tenu d'effectifs trop faibles.

Etant donné ces divers éléments nous n'avons pas jugé opportun de conserver cette variable dans notre modèle final.

Tableau 54 : Niveaux de persistance des comportements innovants par secteurs (en NAF32) entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence

		Proportion de firmes persistantes			
		Populations de référence dans le secteur			
		Total	[1]	[2]	[3]
NAF32	Intitulé de secteur				
CB	Extraction de produits non énergétiques	0,49	1,00	0,00	0,03
DB	Industrie textile et habillement	0,74	0,45	0,68	0,89
DC	Industrie du cuir et de la chaussure	0,44	0,00	0,06	0,73
DD	<i>Travail du bois et fabrication d'articles en bois(1)</i>	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>		<i>1,00</i>
DE	Industrie du papier et du carton ; édition et imprimerie	0,66	0,25	0,71	0,79
DF	<i>Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires(1)</i>	<i>1,00</i>			<i>1,00</i>
DG	Industrie chimique	0,85	0,79	0,91	0,87
DH	Industrie du caoutchouc et des plastiques	0,80	0,71	0,77	0,85
DI	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	0,39	1,00	0,04	0,38
DJ	Métallurgie et travail des métaux	0,70	0,55	0,48	0,94
DK	Fabrication de machines et équipements	0,83	0,92	0,62	0,88
DL	Fabrication d'équipements électriques et électroniques	0,86	0,76	1,00	0,92
DM	Fabrication de matériel de transport	0,80	0,90	0,99	0,61
DN	Autres industries manufacturières	0,75	1,00	0,38	0,60
	Total	0,75	0,72	0,65	0,82

Les populations de référence sont définies en fonction du type de comportement innovant adopté par les firmes sur la période 1990-92 :: 'Total' désigne l'ensemble des firmes innovantes; [1] les firmes innovantes en produits ; [2] les firmes innovantes en procédés; [3] les firmes innovantes en produits & procédés.

Les indicateurs sont calculées pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence sur données redressées à l'aide du coefficient de redressement 'inter' normalisé.

(1) Les secteurs DD et DF sont particulièrement mal représentés. La comparaison de leurs caractéristiques avec celles des autres secteurs n'est pas pertinente.

Source : Appariement à partir des n°SIREN des enquêtes CIS et Compétence du SESSI

Tableau 55 : Impact de l'appartenance sectorielle (NAF32) sur la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence

Variables indépendantes	Variable endogène
	Proportion de firmes persistantes(1)

Constante	Cst 1,087*
Extraction de produits non énergétiques	CB -1,121
Industrie textile et habillement	DB -0,055
Industrie du cuir et de la chaussure	DC -1,31
Industrie du papier et du carton ; édition et imprimerie	DE -0,438
Industrie chimique	DG 0,639
Industrie du caoutchouc et des plastiques	DH 0,299
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	DI -1,54*
Métallurgie et travail des métaux	DJ -0,246
Fabrication de machines et équipements	DK 0,487
Fabrication d'équipements électriques et électroniques	DL 0,743
Fabrication de matériel de transport	DM 0,297
Autres industries manufacturières	DN référence pour l'estimation des autres coefficients
Nombre d'observations (après exclusion des secteurs DD et DF)	457
Chi ² de Wald (2)	19,58
Pr> ;chi ² à 11 degrés de liberté	0,0514

Résultats de l'estimation d'un modèle logit dichotomique par le maximum de vraisemblance sur données pondérées.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

(1) La proportion de firmes persistantes est estimée à partir de la population innovante en 1990-92 de chaque secteur

(2) Test l'hypothèse nulle selon laquelle l'ensemble des coefficients estimés sont égaux à zéro (i.e. absence d'effet des variables explicatives)

Source : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

La taille relative

La taille des firmes comme leur appartenance sectorielle constitue une variable a priori potentiellement importante. Nous la mesurons de manière catégorielle en quantiles de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 (CAHT92). Cette variable permet de prendre en considération la taille relative des firmes par rapport à la taille médiane de l'ensemble des firmes de leur secteur d'appartenance (ici définis en NAFRD). Nous avons utilisé la même procédure de construction pour cette variable que celle détaillée en annexenote218. Des éléments descriptifs sont proposés dans le Tableau 56. Le Tableau 57 quant à lui synthétise les résultats d'estimations effectuées à l'aide d'un modèle logistique dont l'objectif était de tester le caractère statistiquement significatif de l'effet de la taille relative sur la persistance des comportements innovants.

Tableau 56 : Proportions de firmes persistantes par quantiles de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence

Quantile de chiffre d'affaires hors taxes en 1992	Proportion de firmes persistantes		
	Populations de référence		
	Total [1]	[2]	[3]
1 Petite taille	0,727	0,264	0,617 1,000
2	0,768	0,430	0,824 0,876

3 Taille médiane	0,876 0,910 0,798 0,909
4	0,640 0,741 0,340 0,705
5 Taille importante	0,748 0,787 0,548 0,786
Total	0,749 0,720 0,647 0,822

Les populations de référence sont définies en fonction du type de comportement innovant adopté par les firmes sur la période 1990-92 : 'Total' désigne l'ensemble des firmes innovantes; [1] les firmes innovantes en produits ; [2] les firmes innovantes en procédés; [3] les firmes innovantes en produits & procédés.

Les indicateurs sont calculés pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence sur données redressées à l'aide du coefficient de redressement 'inter' normalisé.

Source : Appariement à partir des n°SIREN des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI, EAE1992 pour le calcul des quantiles de CAHT en 1992

Tableau 57 : Impact de la taille mesurée en quantile de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 sur la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence

Variables indépendantes	Variable endogène	Proportion de firmes persistantes(1)			
		Populations de référence			
		Total	[1]	[2]	[3]
Constante	CST	1,086****	1,306**	0,192	1,303****
Quantile de CAHT92	1 Petite taille	QQ1 -0,105	-2,329**	0,287	16,542(3)
	2	QQ2 0,109	-1,586*	1,354*	0,652
	3 Taille médiane	QQ3 0,867*	1,012	1,18	0,999
	4	QQ4 -0,512	-0,256	-0,856	-0,434
	5 Taille importante	QQ5	Référence pour l'estimation des autres coefficients		
Nombre d'observations		644	103	64	297
Chi² de Wald		9,9972	12,9865	10,9237	3,9867
Pr> ;chi² à 4 degrés de liberté		0,0405	0,0113	0,0274	0,4078

Résultats de l'estimation d'un modèle logit dichotomique par le maximum de vraisemblance sur données pondérées.

Les populations de référence sont définies en fonction du type de comportement innovant adopté par les firmes sur la période 1990-92 : 'Total' désigne l'ensemble des firmes innovantes; [1] les firmes innovantes en produits ; [2] les firmes innovantes en procédés; [3] les firmes innovantes en produits & procédés.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

(1) La proportion de firmes persistantes est estimée à partir de la population innovante en 1990-92 de chaque quantile de CAHT

(2) Test l'hypothèse nulle selon laquelle l'ensemble des coefficients estimés sont égaux à zéro (i.e. absence d'effet des variables explicatives)

(3) Ce coefficient estimé est instable car les 7 firmes innovantes en produits & procédés incluses dans ce quantile sont persistantes. Pour éliminer le problème nous supprimerons par la suite ces 7 observations.

Source : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

Contrairement à l'appartenance sectorielle qui ne semblait exercer d'impact statistiquement significatif que sur la persistance, le Tableau 57 fait état d'un impact significatif au seuil de 5% et non linéaire de la taille relative des firmes mesurée en quantile de chiffre d'affaires en 1992 sur les probabilités de persistance. Nous observons des probabilités maximales de persistance pour des tailles médianes (quantile 3). Nous constatons aussi l'absence d'effet de la taille sur les probabilités de persistance des innovateurs de produits & procédés tandis que dans le cas des innovateurs de procédés, le quantile 2 serait le plus favorable à la persistance.

Ces éléments mettent en évidence le rôle important de la taille relative des firmes et la nécessité de la contrôler. Nous incluons donc dans notre modèle final quatre variables muettes de taille en utilisant le quantile 5 comme référence.

b. Principales hypothèses

Notre objectif est de mettre en évidence l'impact de la nature des compétences technologiques sur le niveau de persistance des comportements innovants. Plus précisément nous désirons montrer que cet effet est principalement lié à la nature et aux attributs des connaissances technologiques qui les accompagnent plus qu'aux contextes de leur mise en oeuvre. Il serait ainsi possible d'établir une correspondance systématique entre la structure des compétences mobilisées par les firmes pour innover et les caractéristiques de leurs trajectoires technologiques. Si tel est le cas une même compétence devrait exercer des effets similaires sur les probabilités de persistance au sein de chacune des populations d'innovateurs. Nous pourrions alors en déduire que les différences de niveau de persistance entre types de comportements innovants reflètent certainement des disparités dans la structure des compétences mobilisées par chacune des populations d'innovateurs. Nous devrions ainsi observer que les comportements innovants les plus persistants sont aussi ceux qui exploitent le plus intensivement les compétences agissant positivement sur la persistance.

Si en revanche un même type de compétence exerce des effets différents en fonction des formes de comportements innovants initialement développées alors nous ne pourrions pas conclure que les différences de structure de compétences sont les principales variables explicatives des écarts de persistance mais que certains facteurs sont susceptibles d'inhiber (ou de stimuler) leurs effets.

L'impact des compétences d'interface externes

Les compétences d'interface externes dans leur ensemble ont été associées dans les chapitres II et IV au développement de connaissances de nature sociétale caractérisées par leur forte appropriabilité et spécificité. Elles ont aussi été considérées comme des passerelles permettant aux firmes d'accéder à des sources d'opportunités technologiques variées. Elles se présentaient finalement comme relativement autonomes par rapport aux objets techniques. Ces compétences devraient donc globalement renforcer le caractère cumulatif

et **persistant** des comportements innovants. D'un point de vue empirique ceci revient à poser l'hypothèse que la composante principale n°1 (PRIN1 : 'Niveau global des compétences d'interface externes non-scientifiques') exerce un effet positif sur les probabilités de persistance des firmes innovantes quel que soit leur type de comportement innovant initial.

Individuellement les différentes compétences élémentaires qui composent 'les compétences d'interface externes' sont néanmoins susceptibles d'exercer des effets différenciés. La formulation d'hypothèses a priori pour chacune d'entre elles se révèle particulièrement difficile. Notre approche présentera donc en la matière un caractère largement exploratoire qui justifiera l'emploi de procédures de sélection automatique des variables explicatives (procédures 'stepwise').

Les capacités d'absorption

Elles revêtent à notre sens une place particulière car elles constituent pour les firmes un actif à part entière qui se mesure le plus souvent en termes de dépenses de R et D ou de capital humain. Comme dans le cas des compétences d'interface externes elles sont associées à des connaissances privées mais qui semblent néanmoins largement codifiables (en particulier lorsque les capacités d'absorption reposent sur une activité de R et D, une forte proportion de cadres et le recrutement de personnels qualifiés). Ce type de compétences agirait donc positivement sur les probabilités de persistance mais dans une moindre mesure que les compétences d'interfaces externes puisqu'elles ne donneraient pas forcément accès aux firmes à une diversité d'opportunités aussi large que dans le cas des interfaces externes.

Là encore il ne nous semble pas possible de proposer d'hypothèse a priori quant à l'effet des compétences élémentaires qui interviennent dans la constitution des capacités d'absorption. Nous proposerons simplement l'hypothèse très générale selon laquelle l'axe 2 de l'ACP présentée plus haut (PRIN2 'Cadres, RD et science plutôt qu'interfaces avec les fournisseurs') agit positivement sur les probabilités de persistance quel que soit le type de comportement innovant initialement adopté par les firmes. Nous pensons aussi que l'axe 4 (PRIN4 'Stimulation de la diversité plutôt que création d'un langage commun') devrait agir favorablement sur les probabilités de persistance dans la mesure où il traduit la capacité des firmes à générer en interne et à capter dans leur environnement des opportunités variées.

Tableau 58 : L'impact des compétences sur la persistance des comportements innovants : principales hypothèses

Sous-population de référence	Variable endogène			
	Persistance	Initialement innovant en produits	Initialement innovant en procédés	Initialement innovant en produits & procédés
	Tous types de comportement innovant confondus [TT]	[1]	[2]	[3]
Variables explicatives (liées aux compétences)				
Compétences d'interface externes Cx				
Compétences d'interface externe non scientifiques(1)	PRIN1	+	+	+
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	?	?	?
Utilisateurs	USR	?	?	?
Concurrents	COMP	?	?	?

Institutions scientifiques	SCI	?	?	?	?
Coopération	COOP	?	?	?	?
Compétences d'absorption Cp					
Cadres, RD et science plutôt qu'interfaces avec les fournisseurs	PRIN2	+	+	+	+
Stimulation de la diversité plutôt que création d'un langage commun	PRIN4	+	+	+	+
Recherche développement interne	RD	?	?	?	?
Hétérogénéité (HET) vs. création d'un langage commun (HOM)	Het_Hom	?	?	?	?
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	QUAL	?	?	?	?
Proportion de cadres par rapport à la proportion d'ouvriers (qualifiés et non qualifiés) dans l'effectif total de la firme	Cad_Ouv	?	?	?	?

§ 3. Résultats des estimations

Pour modéliser les probabilités de persistance des firmes (i.e. $P(PST_{it}=1)$) nous avons estimé deux types de modèles selon la nature des variables exogènes retenues.

Le premier type de modèle (type I) est fondé sur l'emploi des variables 'construites' à partir de l'analyse en composantes principales reportée dans le Tableau 53. Nous présentons en premier les résultats de ce type de modèle car ils permettent directement de tester nos principales hypothèses relatives à l'effet des compétences d'interfaces externes (*via* PRIN1) et internes (*via* PRIN2). La taille relative des firmes est incluse sous la forme de quatre variables muettes (qq1, ..., qq4)^{note220} tandis que les compétences sont prises en compte à partir des 9 axes factoriels listés dans Tableau 53. Une estimation différente sera réalisée pour chaque sous-population (l) de firmes innovantes : l'ensemble des firmes innovantes [TT], les firmes innovantes en produits [1], en procédés [2] et en produits & procédés [3]. Les résultats sont reportés dans le Tableau 59.

$$P(PST_{it} = 1 / Y_{it-1} = l) = \frac{\exp(\alpha + \sum_{q=1}^{q=4} \text{quantile}_{ilq} \gamma_{kl} \sum_{k=1}^9 PRIN_{ilk} \beta_{kl})}{1 + \exp(\alpha + \sum_{q=1}^{q=4} \text{quantile}_{ilq} \gamma_{kl} \sum_{k=1}^9 PRIN_{ilk} \beta_{kl})} = P_{il}(t)$$

Tableau 58 : L'impact des compétences sur la persistance des comportements innovants : principales hypothèses

Parallèlement, compte tenu du nombre élevé de variables explicatives introduites par rapport au nombre d'observations disponibles nous avons réalisé une sélection de type 'stepwise' des variables exogènes afin de réduire leur nombre et de mettre en évidence celles dont l'effet est le plus significatif.

Le deuxième type de modèle (type II) est fondé sur l'emploi de variables brutes. La taille relative des firmes est incluse sous la forme de quatre variables muettes (qq1, ..., qq4)^{note221} tandis que les compétences sont prises en compte directement à partir des 9 variables listées dans le Tableau 50. Une estimation différente sera réalisée pour chaque sous-population (l) de firmes innovantes : l'ensemble des firmes innovantes [TT], les firmes innovantes en produits [1], en procédés [2] et en produits & procédés [3]. Les résultats sont reportés dans le Tableau 60^{note222}.

$$P(PST_{it} = 1 | Y_{it-1} = l) = \frac{\exp(\alpha + \sum_{q=1}^{q=4} \text{quantile}_{ilq} \gamma_{kl} \sum_{k=1}^9 \text{compétence}_{ilk} \beta_{kl})}{1 + \exp(\alpha + \sum_{q=1}^{q=4} \text{quantile}_{ilq} \gamma_{kl} \sum_{k=1}^9 \text{compétence}_{ilk} \beta_{kl})} = P_{il}(t)$$

Comme pour les modèles de type I, nous reportons aussi les résultats de modèles dans lesquels les variables exogènes ont été sélectionnée à l'aide d'une procédure 'stepwise'.

Résultats de l'estimation des modèles de type I sur composantes principales

Tableau 59 : Les déterminants de la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence : Résultats des estimations sur composantes principales

Variables exogènes	Variable endogène : P(PST _i =1)								
		Estimation de la probabilité de persistance à partir de l'ensemble des variables				Estimation de la probabilité de persistance après sélection stepwise ⁽²⁾ des variables			
		Populations de référence ⁽¹⁾				Populations de référence ⁽¹⁾			
		[TT]	[1]	[2]	[3]	[TT]	[1]	[2]	[3]
Constante	CST	0,874***	1,282	2,717*	1,056***	0,901****	0,901	1,68*	0,926**
Quantile de chiffre d'affaires hors taxes en 1992	QQ1	-0,237	-1,683	0,346	(6)	-0,55	-1,32	0,68	(6)
	QQ2	0,723	-4,951**	0,813	1,022	0,781	-3,549**	1,315	1,098
	QQ3	1,658***	3,541**	0,472	1,567*	1,548***	3,444**	0,822	1,494*
	QQ4	-0,07	-0,345	-1,258	0,059	-0,197	-0,22	-0,422	0,154
	QQ5	Quantile de référence				Quantile de référence			
Compétences d'interface externe	PRIN1	0,456****	0,824****	1,14**	0,417***	0,425****	0,735****	0,923***	0,422***
Cadres, RD et science plutôt qu'interface avec les fournisseurs	PRIN2	0,31***	1,17***	0,096	0,387*	0,296***	0,849***		0,353**
Cadres et coopérations plutôt qu'interface avec les utilisateurs	PRIN3	0,158	0,005	-1,07*	0,412*			-0,531*	0,363*
Hétérogénéité vs. homogénéité	PRIN4	0,219*	0,585	0,357	0,226	0,201*		0,313*	
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	PRIN5	0,06	-0,569	0,511	-0,008				

RD plutôt que science et recrutement d'employés qualifiés	PRIN6	-0,017	-0,285	0,061	-0,163				
RD et science plutôt que cadres et imitation des concurrents	PRIN7	0,229	1,161*	-0,883*	-0,127		0,9*		
Faiblesse de la coopération	PRIN8	-0,205	-0,022	0,388	-0,353				-0,37*
Concurrents plutôt que clients	PRIN9	0,108	0,101	0,996	-0,274				

Effectif observé	453	101	63	289	453	101	63	289
Population(3)	286,482	79,03	78,82	128,63	286,48	79,03	78,82	128,62
Effectif persistants	380	79	40	261	380	79	40	261
Effectif non-persistants	73	22	23	28	73	22	23	28
Population(3) persistante	210,46	58,15	50,04	102,25	210,45	58,153	50,04	102,25
Population(3) non-persistante	76,02	20,87	28,77	26,37	76,02	20,877941	28,771	26,37
-2log(vraisemblance initiale)	331,51	91,26	103,45	130,50	331,51	91,262	103,453	130,50
-2log(vraisemblance finale)	270,91	53,29	65,410	105,61	277,26	56,196	72,281	107,67
Proportion de prédictions correctes(4) :	81	72,3	65,1	85,5	82,6	74,3	71,4	85,8
Statistique de Wald(5)	45,37	17,23	18,34	17,89	42,46	17,50	16,87	17,65
Degrés de libertés de la statistique de Wald(5)	13	13	13	12	7	7	7	7
Pr> ;chi² pour la statistique de Wald(5)	< ;,0001	0,189	0,145	0,119	< ;,0001	0,014	0,018	0,013

Résultats de l'estimation par le maximum de vraisemblance de modèles logistiques dichotomiques sur données micro-économiques redressées par le coefficient de redressement internormalisé. La variable endogène est la probabilité de persistance d'un comportement innovant entre les périodes 1990-92 et 1994-96. Les variables exogènes sont les coordonnées des firmes sur les composantes principales issues de l'analyse en

composantes principales reporté en Annexe.

* significatif au seuil de 10% ; ** : au seuil de 5% ; *** au seuil de 1% ; **** : au seuil de 0.1%.

(1) [TT] : désigne l'ensemble des firmes innovantes en 1990-92 dans l'enquête CIS1 ; [1] : les firmes innovantes en produits en 1990-92 ; [2] : les firmes innovantes en procédés en 1990-92 ; [3] : les firmes innovantes en produits & procédés en 1990-92.

(2) Le niveau de significativité du test de Wald pour l'entrée et la sortie des variables a été placé à 0,10. L'estimation de la variable 'Quantile de CAHT en 1992' était forcée.

(3) Le terme population désigne la somme des pondérations associée aux observations prises en compte dans l'estimation.

(4) Les prédictions sont établies sur la base des probabilités estimées de persistance obtenues à partir du modèle. Lorsque la probabilité estimée de persistance pour une firme donnée dépasse ou est égale à 0.5, la firme est alors prédite persistante.

(5) Permet de tester l'hypothèse nulle selon laquelle aucune des variables indépendantes entrée dans le modèle n'a d'effet significativement différent de 0 sur la probabilité de persistance.

(6) Le nombre de firmes innovantes en produits & procédés sur la période 1990-92 était trop faible pour permettre une estimation correcte du coefficient associé à QQ1. Nous avons donc éliminé des estimations reportées dans ce tableau les 7 observations correspondantes.

Sources : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI ; EAE 1992 pour l'estimation des quantiles de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 ; ESE 1993 pour l'estimation de la variable Cad_Ouv.

Les résultats de l'estimation des modèles de type I sont consignés dans le Tableau 59 ci-dessus. Conformément à notre hypothèse de départ nous observons un effet significatif et positif quel que soit le type de comportement innovant initialement adopté par les firmes de la variable PRIN1 ('Compétences d'interfaces externes') sur les probabilités de persistance. Ce résultat est d'autant plus marquant que l'impact de PRIN1 est maximum pour les firmes innovantes en procédés qui sont par ailleurs moins persistantes et moins utilisatrices de compétences d'interface externes que les autres firmes innovantes. Il semble donc

possible d'interpréter ce résultat comme suit : la faible persistance des trajectoires technologiques associée aux comportements innovants de procédés s'explique largement par le faible niveau de compétences d'interface externes de cette catégorie d'innovateurs.

L'impact des capacités d'absorption sur les probabilités de persistance semble en revanche moins uniforme. En effet, si conformément à notre hypothèse de départ la variable PRIN2 ('Cadres, RD et science plutôt qu'interface avec les fournisseurs') agit de manière significative et positive sur les probabilités de persistance des firmes innovantes en produits et en produits & procédés, elle n'a en revanche pas d'effet significatif sur la probabilité de persistance des innovateurs de procédés. L'effet de ces compétences est donc limité par rapport à celui des compétences d'interface externes.

Résultats de l'estimation des modèles de type II sur données brutes

Tableau 60 : Les déterminants de la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et Compétence : Résultats des estimations sur données brutes

		Persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96							
		Estimation de la probabilité de persistance à partir de l'ensemble des variables				Estimation de la probabilité de persistance après sélection stepwise(2) des variables			
Populations de référence(1)		[TT]	[1]	[2]	[3]	[TT]	[1]	[2]	[3]
Constante	CST	-0,708	-2,669	-0,234	1,009	-0,895**	-1,742	-0,557	1,407**
Quantile de chiffre d'affaires hors taxes en 1992	QQ1	-0,235	-1,596	0,408	(6)	-0,283	-1,851	-0,106	(6)
	QQ2	0,721	-4,497**	0,992	1,016	0,561	-3,585	0,743	1,37
	QQ3	1,66***	3,485**	0,109	1,618*	1,634***	2,807**	1,064	1,344
	QQ4	-0,069	-0,213	-1,126	0,087	-0,073	-0,404	-1,294	-0,059
	QQ5	Quantile de référence				Quantile de référence			
COMPETENCES D'INTERFACE EXTERNE									
Fournisseurs	FSR	0,055	0,044	0,203	-0,102				
Utilisateurs	USR	0,082	0,211	1,387	0,167				
Concurrents	COMP	0,046	0,169	2,166**	-0,066			1,721**	
Institutions scientifiques	SCI	0,42**	1,655*	-0,425	0,408	0,466***	1,626**		
Coopérations	COOP	0,915***	1,188	-1,202	1,336***	1,029***			1,614***
CAPACITES D'ABSORPTION									
Hétérogénéité (HET) vs. création d'un langage commun (HOM) pour innover	Het_Hom	0,602	0,775	3,822**	0,458			2,747**	
Recherche développement interne	RD	0,292***	0,81**	0,522*	-0,057	0,31***	0,851**	0,489**	
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	QUAL	0,754*	-0,237	1,945	0,72	0,943**			

Proportion de cadres – proportion d’ouvriers	Cad_Ouv 0,451	-0,026	0,633	1,874				2,234**
Effectif observé	453	101	63	289	453	101	63	289
Population(3)	286,48	79,03	78,82	128,63	286,48	79,03	78,82	128,62
Effectif persistants	380	79	40	261	380	79	40	261
Effectif non-persistants	73	22	23	28	73	22	23	28
Population(3) peristante	210,46	58,15	50,05	102,26	210,45	58,15	50,04	102,25
Population(3) non-peristante	76,02	20,88	28,77	26,37	76,02	20,87	28,77	26,37
-2log(vraisemblance initiale)	331,51	91,26	103,45	130,51	331,51	91,262	103,453	130,50
-2log(vraisemblance finale)	270,93	54,24	64,42	105,72	273,35	58,174	72,095	110,49
Proportion de prédictions correctes(4)	81,00	71,30	68,30	85,10	81,7	79,2	73	84,8
Statistique de Wald(5)	45,39	17,29	17,46	18,11	43,61	15,22	18,00	15,82
Degrés de libertés de la statistique de Wald(5)	13	13	13	12	8	6	7	5
Pr> ;chi ² pour la statistique de Wald(5)	< ;,0001	0,19	0,18	0,11	< ;,0001	0,0186	0,0119	0,007

Résultats de l’estimation par le maximum de vraisemblance de modèles logistiques dichotomiques sur données redressées par le coefficient de redressement internormalisé. La variable endogène est la probabilité de persistance d’un comportement innovant entre les périodes 1990-92 et 1994-96. Les variables exogènes sont les réponses brutes des firmes aux questions qui leur ont été posées au sujet des compétences mobilisées pour innover

* significatif au seuil de 10%, ** : au seuil de 5%, *** au seuil de 1%, **** : au seuil de 0.1%.

(1) [TT] : désigne l’ensemble des firmes innovantes en 1990-92 dans l’enquête CIS1 ; [1] : les firmes innovantes en produits en 1990-92 ; [2] : les firmes innovantes en procédés en 1990-92 ; [3] : les firmes innovantes en produits &

procédés en 1990-92.

(2) Le niveau de significativité du test de Wald pour l'entrée et la sortie des variables a été placé à 0,10. L'estimation de la variable 'Quantile de CAHT en 1992' était forcée.

(3) Le terme population désigne la somme des pondérations associée aux observations prises en compte dans l'estimation.

(4) Les prédictions sont établies à partir des probabilités estimées de persistance obtenues à partir du modèle. Lorsque la probabilité estimée de persistance pour une firme donnée dépasse ou est égale à 0.5, la firme est alors prédite persistante.

(5) Permet de tester l'hypothèse nulle selon laquelle aucune des variables indépendantes entrée dans le modèle n'a d'effet significativement différent de 0 sur la probabilité de persistance.

(6) Le nombre de firmes innovantes en produits & procédés sur la période 1990-92 était trop faible pour permettre une estimation correcte du coefficient associé à QQ1. Nous avons donc éliminé des estimations reportées dans ce tableau les 7 observations correspondantes.

Sources : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI ; EAE 1992 pour l'estimation des quantiles de chiffre d'affaires hors taxes en 1992 ; ESE 1993 pour l'estimation de la variable Cad_Ouv.

Les résultats de l'estimation des modèles de type II sont reportés dans le Tableau 60 ci-dessus. Contrairement à ce qui s'est produit dans les modèles de type I sur composantes principales aucune compétence élémentaire ne semble exercer d'effet significatif et identique sur l'ensemble des sous-populations considérées. Ceci signifie qu'il n'existe pas de lien systématique entre le développement d'une compétence élémentaire et le caractère persistant des trajectoires technologiques sur lesquelles les firmes évoluent. Une analyse sous-population par sous-population s'impose donc.

La persistance des comportements innovants de produits est essentiellement stimulée par les compétences d'interface externes dirigées vers les institutions scientifiques (SCI) et les capacités d'absorption fondées sur une activité interne de R et D (RD). Le rôle de SCI est particulièrement intéressant car nous avons montré dans le chapitre IV que cette variable n'agissait pas de manière significative sur les probabilités d'adoption d'un comportement innovant de produit plutôt que de procédés ou de produits & procédés.

Dans le cas des comportements innovants de procédés les capacités absorptives fondées sur une activité interne de R et D (RD) exercent aussi un rôle fondamental qui semble associé à celui du développement d'une certaine hétérogénéisation plutôt que d'une homogénéisation des connaissances internes (Het_Hom). Du point de vue des compétences d'interface externes les capacités à exploiter les informations en provenance des concurrents (COMP) agiraient aussi très favorablement sur la persistance des innovateurs de procédés. Comme dans le cas des comportements innovants de produits, les variables qui stimulent la persistance des

comportements innovants de procédés ne sont pas identiques à celles qui stimulaient dans le chapitre IV l'apparition de ce type d'innovation. Au contraire nous avons alors noté l'impact négatif de RD, Het_Hom et COMP sur les probabilités d'innovation en procédés.

La persistance des comportements innovants de produits & procédés est quant à elle principalement déterminée et par le niveau de qualification du personnel (Cad_Ouv) et la compétence d'interface externe des firmes dans le cadre de coopérations (COOP). Cette dernière variable est particulièrement intéressante puisqu'elle nous renvoie aux travaux sur le rôle des comportements de réseau des firmes pour la définition des performance technologiques des firmes (Dufourt [1995] ; Le Bas, Picard et Suchecki [1998]).

Conclusion

Nous désirions initialement nous pencher sur l'impact des compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques dans leur globalité (persistance, continuité, recentrage, ...). Des raisons d'ordre statistique, principalement liées à la taille réduite de notre échantillon nous ont amenés à limiter notre travail à l'étude de l'impact des compétences sur le caractère cumulatif des trajectoires technologiques. Nous avons ainsi focalisé notre attention sur l'indicateur de persistance (variable PST).

Nous souhaitons en particulier vérifier l'hypothèse selon laquelle l'effet des compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques (ici la persistance) est essentiellement lié à la nature et aux attributs des connaissances technologiques qui les accompagnent et non au contexte de leur mise en oeuvre. Nous avons ainsi proposé l'hypothèse selon laquelle un même type de compétence devait exercer des effets comparables quelle que soit la trajectoire sur laquelle sont engagées les firmes. Ces effets devaient être prévisibles au regard de la nature et des attributs des connaissances qui sont supposées accompagner le développement de ces compétences. Les différences de persistance entre trajectoires technologiques devraient alors s'interpréter comme la conséquence de structures de compétences différenciées et non comme le résultat de contextes d'application particuliers.

Nous sommes effectivement parvenus à montrer que les compétences d'interface externes considérées dans leur globalité exercent un effet positif et significatif sur les probabilités de persistance de l'ensemble des firmes innovantes. Nous avons donc pu considérer que le faible niveau de compétence des firmes innovantes en procédés dans ce domaine expliquait sans doute leur moindre persistance. Nous n'avons en revanche pas obtenu de résultats probants en ce qui concerne les capacités d'absorption dont l'impact n'est pas systématiquement positif et significatif. Ce résultat signifie que l'effet des capacités d'absorption n'est pas seulement déterminé par la nature et les attributs des connaissances technologiques qui leur sont associées mais qu'il est aussi largement fonction des conditions de leur application dont l'effet reste à préciser. Finalement, du point de vue des compétences élémentaires aucune d'entre elles ne semble exercer d'action équivalente sur l'ensemble des populations de firmes innovantes : l'effet des contextes d'application de ces compétences supplante donc l'effet potentiellement lié à la nature et aux attributs des connaissances qui leurs sont attachées.

Finalement, nous avons noté que les compétences élémentaires qui expliquent la persistance des comportements innovants entre deux périodes successives t et $t+1$ ne correspondent pas systématiquement aux compétences qui expliquent à un instant donné t le développement par une firme de ce type particulier de comportement innovant.

Conclusion

Ce chapitre avait pour objectif d'étudier l'impact potentiel des compétences associées aux comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés sur les caractéristiques des trajectoires technologiques suivies par les firmes. La première étape de notre travail a consisté à redéfinir le concept de

trajectoire technologique dans une perspective opérationnelle. Nous avons à cet effet mobilisé la théorie des chaînes de Markov et indiqué dans les cas les plus généraux comment pouvaient être estimées les probabilités de transitions associées à ces processus. Après ces développements théoriques nous avons présenté les données sur lesquelles devait reposer notre travail empirique. Des difficultés d'appariement nous ont conduit à limiter notre analyse à un processus de Markov d'ordre 1 entre les périodes 1990-92 et 1994-96. Nous avons alors construit divers indicateurs économiques destinés à mettre en évidence et à comparer le caractère cumulatif, spécifique et irréversible des différentes trajectoires technologiques. Certaines hypothèses ont ainsi pu être confortées même si dans l'ensemble les tests statistiques se sont révélés décevants. En particulier, les trajectoires technologiques initiées par des comportements innovants de produits & procédés présenteraient les plus forts niveaux de persistance (signe de leur caractère cumulatif) devant les trajectoires de produits et finalement celles de procédés. Le degré d'irréversibilité des trajectoires de produits serait nettement plus faible que celui des trajectoires de procédés. Finalement, les niveaux d'entrée et de turbulence seraient maximum le long des trajectoires de procédés et minimum le long des trajectoires de produits & procédés reflétant ainsi la faible spécificité des trajectoires de procédés. En dernier lieu nous avons tenté d'estimer l'impact des compétences sur le caractère cumulatif des trajectoires technologiques et de vérifier sa stabilité entre les différentes populations d'innovateurs. Nous avons alors estimé différents modèles logistiques dichotomiques dans lesquels la variable persistance (PST) figurait comme variable endogène et les compétences occupaient la place de variables exogènes. Conformément aux hypothèses suggérées, les résultats soulignent l'importance capitale des compétences d'interface externes dont l'impact sur les probabilités de persistance est positif et significatif quel que soit le type de comportement innovant initialement développé. On tendrait alors à vérifier l'hypothèse suggérée par Pavitt [1998] selon laquelle les firmes échouent moins souvent par manque de capacités techniques nécessaires pour maîtriser une technologie que par manque des capacités nécessaires à l'établissement d'un système de coordination efficace pour exploiter les opportunités disponibles. Nous ne sommes en revanche pas parvenus à mettre en évidence d'effet aussi net et systématique des capacités absorbatives. En ce qui concerne les compétences élémentaires aucune véritable régularité n'a pu être décelée. Seules les compétences d'absorption fondées sur le développement d'une R et D interne exerceraient un impact positif et significatif sur la persistance des comportements innovants de produits et de procédés.

Ces résultats indiquent que même si la nature des compétences agit sur les caractéristiques des trajectoires technologiques cet effet n'est sans doute pas identique en fonction des types de comportements innovants initialement développés par les firmes. Dans la plupart des cas il semble donc particulièrement difficile d'établir une correspondance systématique entre la détention d'une compétence particulière, la nature et les attributs des connaissances technologiques qui leurs sont supposés associés et, finalement, les caractéristiques de la trajectoire technologique (ici leur caractère cumulatif étudié à travers un indicateur de persistance). L'effet des compétences serait en effet largement altéré par leur 'contexte d'application' ici défini par le type de comportement innovant initialement adopté par les firmes.

Conclusion générale

A diverses occasions la littérature économique souligne les effets différenciés des innovations de produits et de procédés sur l'échange international (Vernon [1966], Magee [1977], Cantner et Hanusch [1993]), la croissance (Young [1991], [1993]), l'emploi (Rottman et Ruschinski [1997], Caballero et Hammour [1996], Duguet et Greenan [1997], Hubian et Bouhsina [1997]) ou encore les performances des firmes (Lin et Lunn [1984], Capon, Farley, Lehmann et Hulbert [1992], Albach [1989], MacPherson [1994], Nicolas [1996]). Peu d'éléments sont en revanche connus quant aux facteurs susceptibles d'expliquer l'apparition au sein des firmes d'un progrès technologique 'biaisé' en faveur des produits ou des procédés. L'objectif de cette thèse était donc de s'interroger de manière explicite sur les déterminants susceptibles d'expliquer le développement par les firmes de comportements innovants de produits plutôt que de procédés^{note223}.

Le chapitre I a proposé un survol aussi général que possible de la littérature théorique et empirique traitant des

déterminants des comportements innovants de produits et de procédés. La plupart de ces développements repose sur une hypothèse fondamentale relative aux effets économiques respectifs des innovations de produits (*'l'accroissement des ventes'*) et des innovations de procédés (*'la réduction des coûts'*). Suivant cette approche, l'apparition de comportements innovants spécifiques s'expliquerait par une valorisation inégale de ces deux catégories d'objectifs qui se traduit par une allocation de ressources disproportionnée en faveur de l'un d'entre eux et finalement par l'apparition d'innovations de produits et de procédés. Ces travaux peuvent être regroupés selon qu'ils mettent l'accent soit sur les conditions de valorisation de l'innovation sur le marché^{note224} soit sur leurs conditions de développement^{note225}. Nous avons alors montré qu'ils soulevaient un certain nombre de questions importantes relatives au rôle des qualifications, des apprentissages et des structures organisationnelles qui leur étaient particulièrement difficiles d'explorer efficacement à partir d'un cadre analytique allocatif. Ce constat a justifié le développement dans le chapitre II d'une approche alternative fondée sur l'étude des processus cognitifs qui président au développement des comportements innovants. Cette analyse constitue notre principal apport théorique. Suivant en cela Pearson [1991] les types de comportements innovants ne sont plus alors distingués en fonction de leurs effets mais en fonction du type de questionnement auquel ils apportent des réponses : les comportements innovants de produits apporteraient des réponses à des *'questions sur les fins'* de l'activité productive, tandis que les comportements innovants procédés fourniraient des réponses à des *'questions relatives aux moyens'* à mettre en oeuvre. Le développement d'un type de comportement innovant particulier s'expliquerait ainsi par la détention de capacités cognitives spécifiques permettant la résolution plus efficace de certaines catégories de *problèmes*. Exploitant principalement les développements de Cohen et Levinthal [1990], différentes hypothèses ont été proposées quant aux types de compétences nécessaires à la résolution de ces questionnements : compétences d'interface externe, compétences d'interface interne et capacités d'absorption. Exploitant la typologie de Lundvall et Johnson [1994] nous avons montré que ces compétences pouvaient être associées à des connaissances technologiques et économiques spécifiques caractérisées par leur nature et leurs attributs. Conformément aux hypothèses suggérées par Klepper [1996] ces éléments nous ont permis d'envisager l'existence de trajectoires technologiques types associées aux comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés et de proposer l'hypothèse selon laquelle les firmes innovantes en produits et en produits & procédés seraient plus persistantes que celles innovantes en procédés.

Les trois derniers chapitres s'inscrivent directement dans le schéma théorique suggéré par le chapitre II : l'objectif est d'en tester économétriquement les principales propositions. Le chapitre III teste l'hypothèse selon laquelle les questionnements sous-jacents aux comportements innovants de produits et de procédés diffèrent. Exploitant les enquêtes CIS1 (1990-92) et CIS2 (1994-96) du SESSI nous avons pu vérifier à l'aide de régressions logistiques multinomiales sur composantes principales que les comportements innovants de produits sont principalement liés à des questionnements relatifs aux fins de l'activité productive (conquête de nouveaux marchés et extension de la gamme), tandis que les comportements innovants de procédés sont plutôt associés à des questionnements portant initialement sur l'amélioration des performances du processus productif (en termes de qualité plus qu'en termes de coûts uniquement). Le chapitre IV prolonge cette analyse en s'interrogeant sur la nature des compétences mobilisées pour la résolution de ces différentes formes de questionnements. Exploitant simultanément quatre enquêtes du SESSI (CIS1 et Yale2 pour la période 1990-92 ; CIS2 et Compétence pour la période 1994-96) nous montrons par l'estimation de modèles logits multinomiaux l'existence de profils de compétences spécifiques aux innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés. Conformément aux hypothèses théoriques du chapitre II le développement de comportements innovants de produits (associés à des questionnements sur les fins) reposerait essentiellement sur des compétences d'interface externe et sur la capacité des firmes à entretenir une certaine diversité des connaissances internes. Les connaissances associées à ces compétences seraient surtout de nature sociétale et factuelle. Les firmes innovantes en procédés (dont les questionnements portent sur les moyens) mobiliseraient essentiellement des compétences d'interface interne afin d'exploiter les apprentissages qui émergent sur les lieux de production. Les connaissances mobilisées à cette occasion seraient plutôt de nature pratique. Finalement les innovateurs de produits & procédés s'appuieraient sur le développement simultané de compétences d'interfaces externe en particulier dirigées vers les institutions scientifiques. Le chapitre V pousse l'approche jusque dans ses limites en proposant d'étudier l'impact des compétences sur les

caractéristiques des trajectoires technologiques des firmes. Se fondant sur l'appariement des enquêtes CIS1 (1990-92) et Compétence (1994-96) du SESSI ce dernier chapitre développe une approche markovienne des trajectoires technologiques. Conformément aux hypothèses suggérées dans le chapitre II nous montrons que les trajectoires technologiques initiées par des comportements innovants de produits et de produits & procédés tendent à être plus cumulatives, plus spécifiques et moins irréversibles que celles initiées par des comportements innovants de procédés. Compte tenu de la taille réduite de notre échantillon nous avons focalisé notre attention sur la seule dimension cumulative des trajectoires technologiques à travers l'indicateur de persistance. L'estimation de différents modèles logit dichotomiques nous a alors permis d'observer un effet significatif des compétences d'interface externe sur les probabilités de persistance quel que soit le type de comportement innovant initialement développé par les firmes. L'action favorable des capacités d'absorption a en revanche semblé moins systématique puisque limitée aux seules firmes engagées sur des trajectoires de produits et de produits & procédés.

A l'issue de ce travail il est ainsi possible d'affirmer que les concepts évolutionnistes présentent un intérêt évident pour l'étude des déterminants des comportements innovants de produits et de procédés dans la mesure où ils éclairent un certain nombre de déterminants imparfaitement pris en compte par les approches de type allocatif. Diverses hypothèses particulièrement originales ont alors été suggérées comme en particulier la possibilité d'associer différentes trajectoires technologiques aux comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés. Au-delà de son intérêt théorique la distinction entre différents types de comportements innovants se révèle empiriquement pertinente puisqu'il est possible de mettre en évidence entre ces trois populations des différences notables quant à leurs questionnements technologiques, aux compétences sur lesquelles s'appuient leurs processus de recherche de solutions et aux caractéristiques de leurs trajectoires technologiques. Des travaux complémentaires semblent néanmoins nécessaires pour éclairer de manière plus fine l'impact des compétences sur les caractéristiques des trajectoires technologiques et en particulier pour identifier les facteurs qui déterminent leurs effets différenciés selon les types de comportements innovants initialement développés par les firmes. En outre, le développement d'enquêtes identifiant explicitement les comportements innovants de produits et de procédés développés conjointement semblerait particulièrement utile en vue d'une étude plus systématique des facteurs de complémentarité entre types de comportements innovants.

Bibliographie

1. ADAM P. [1997], 'Mobility of married Women', Working Paper, INRA, MERIT.
2. AGRESTI A. [1990], *Categorical Data Analysis*, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, New York
3. ALBACH H. et MACDONALD G. M. [1989], 'Innovationsstrategien zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit', *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, vol.59, n°12, december, pp.1338-1352.
4. AMENDOLA M. et GAFFARD J- L. [1988], *La Dynamique Economique de l'Innovation*, Economica, Paris
5. ANDERSEN E. B. [1997], *Introduction to the Statistical Analysis of Categorical Data*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New-York
6. ANDERSON M. et HOLMES J. [1995], 'High-sill, Low-wage Manufacturing in North America: A case study from the automotive parts industry', *Regional Studies*, vol.27, n°7, pp.655-671
7. ANTONELLI C. [1995], *The economics of localized technological change and industrial dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands
8. ARCHIBUGI D., EVANGELISTA R. et SIMONETTI R. [1994], 'On the Definition and Measurement of Product and Process Innovations', in *Innovation in Technology, Industries, and Institutions. Studies in Schumpeterian Perspectives* ed. by Shionoya Y. et Perlman M., The University of Michigan Press, Ann Arbor, pp.7-26
9. ARTHUR B. W., ERMOLIEV Y. M. et KANIOVSKI Y. M. [1987], 'Path-dependent processes and the emergence of macro-structure', *European Journal of Operational Research*, vol.30, n°3, june, pp.294-303.

10. ATHEY S. et SCHMUTZLER A. [1995], 'Product and process flexibility in an innovative environment', *Rand Journal of Economics*, vol.26, n° 4, winter, pp.557-574.
11. BALDWIN J. R., HANEL P. et SABOURIN D. [1998], Determinants of innovative activity in Canadian manufacturing firms : The role of intellectual property rights, Communication au TSER Network on Innovation and Economic Change, Delft, 12-13 February, 1999.
12. BELLET M. et LALLICH S. [1999], 'Externalités, modèle input-output et économie de l'innovation: Quelques enseignements', *Economie Appliquée*, vol.52, n°4, pp.7-33.
13. BERCHTOLD A. [1994], 'Modélisation autoregressive des chaînes de Markov d'ordre L', *Cahiers du département d'Econométrie*, n°94.07, Université de Genève.
14. BERCHTOLD A. [1996], 'Modélisation autoregressive des chaînes de Markov : Utilisation d'une matrice différente pour chaque retard', *Revue de Statistique Appliquée*, vol.XLIV, n°3, pp.5-25.
15. BERCHTOLD A. [1998], *Chaînes de Markov et modèles de transition : Application aux sciences sociales*, Editions HERMES, Paris
16. BERCHTOLD A. [1999], GMTD 1.0 Mixture Transition Distribution (MTD). Modeling of High-Order Markov Chains. User's guide, University of Geneva, URL:
17. BERCHTOLD A. et RITSCHARD G. [1997], 'Stabilité de l'estimation d'une distribution de probabilité', Recueil des résumés des communications des 29^{em} journées de Statistiques, pp.139-141, ASU, IUT STID Domaine d'Auriac, Carcassonne, France
18. BERGERON S., LALLICH S. et LE BAS C. [1998], 'Location of innovating activities, industrial structure and techno-industrial clusters in the French economy, 1985-1990. Evidence from US patenting', *Research Policy*, 26, pp.733-751.
19. BERTSCHEK I. [1995], 'Product and Process Innovations as a Response to Increasing Import Foreign Direct Investment', *The Journal of Industrial Economics*, vol.43, n°4, decembre, pp.341-57.
20. BIEMANS W. G. [1995], 'Internal and external networks in product development : a case for integration', in *Product Development. Meeting the challenge of the Design-Marketing Interface*, ed. by Bruce M. and Biemans W. G., John Wiley & sons, pp.137-160.
21. BONANNO G. et HAWORTH B. [1998], 'Intensity of competition and the choice between product and process innovation', *International Journal of Industrial Organization*, 16, pp.495-510.
22. BOUDON R. [1970], *L'Analyse Mathématique des Faits Sociaux*, Plon, Paris, deuxième édition
23. BOUDON R. [1973], *Mathematical Structure of Social Mobility*, Jossey-Bass, San Francisco
24. BREADSLEY G. et MANSFIELD E. [1978], 'A note on the accuracy of industrial forecasts of the profitability of new products and processes', in *Journal of Business*, vol.51, n°1, pp.127-135.
25. BRUCE M. et BIEMANS W. G. [1995], *Product Development. Meeting the challenge of the Design-Marketing Interface*, John Wiley Sons, U.K.
26. CABAGNOLS A. [1999], *Conditions Micro-économiques d'Appropriation et Continuité des Comportements Innovateurs de Produit et de Procédé : Une analyse empirique sur données individuelles françaises*, communication préparée pour les Journées de l'AFSE 'Economie de l'Innovation', Nice Sophia Antipolis, 21-22 Mai.
27. CABALLERO R. J. et HAMMOUR M. L. [1996], 'On the Timing and Efficiency of Creative Destruction', *The Quarterly Journal of Economics*, vol.111, n°3, August, pp.805-852.
28. CANTNER U. et HANUSCH H. [1993], 'Process and Product Innovations in an International Trade Context', *Economics of Innovation and New Technology*, vol.2, n°3, pp.217-36.
29. CAPON N., FARLEY J. U., LEHMANN D. R. et HULBERT J. M. [1992], 'Profiles of product innovators among large U.S. manufacturers', *Management Science*, vol.38, n°2, pp.157-169.
30. CEFIS E. [1996], *Is there any persistence in innovative activity ?*, Document de travail, Department of Economics, University of Trento, n°6
31. CEFIS E. [1999], 'Persistence in profitability and in innovative activities', Communication lors du European Meeting on Applied Evolutionary Economics, 7-9 june 1999, Grenoble, France.
32. CLARK K. B. et WHEELWRIGHT S. [1993], *Managing New Product and Process Development. Text and Cases*, The Free Press, New York.
33. COHEN W. M. [1995], 'Empirical studies of innovative activity', in *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, ed. by Stoneman P., Basil Blackwell, pp.182-264.

34. COHEN W. M. et KLEPPER S. [1996]a, 'A reprise of size and R&D', *The Economic Journal*, vol.106, july, pp.925-951.
35. COHEN W. M. et KLEPPER S. [1996]b, 'Firm size and the nature of innovation within industries : the case of process and product R&D', *The Review of Economics and Statistics*, vol. LXXVII, may, n°2, pp.232-243.
36. COHEN W. M. et LEVIN R. C. [1989], 'Empirical studies of innovation and market structure', in *Handbook of industrial organization*, vol.II, ed. by Schmalensee R. and Willig R.D., Elsevier Science Publishers B.V., pp.1059-1107.
37. COHEN W. M. et LEVINTHAL D. A. [1989], 'Innovation and learning : The two faces of R&D', *The Economic Journal*, vol.99, september, pp.569-596.
38. COHEN W. M. et LEVINTHAL D. A. [1990], 'Absorptive capacity : a new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly*, vol.35, pp.128-152.
39. COHENDET P. et LLERENA P. [1989], 'Flexibilités, risque et incertitude dans la théorie de la firme : un survey', in *Flexibilité information et décision* ed. by Cohendet P. et Llerena P., Economica, Paris, pp.7-71.
40. COHENDET P. et LLERENA P. [1999], 'La conception de la firme comme processeur de connaissances', *Revue d'Economie Industrielle*, n°88, pp.211-225.
41. CONLISK J. [1996], 'Why Bounded Rationality', *Journal of Economic Literature*, vol.XXXIV, June, pp.669-700.
42. DAVID P. A. et FORAY D. [1995], 'Dépendance du sentier et économie de l'innovation : un rapide tour d'horizon', *Revue d'Economie Industrielle*, Hors Série, pp.27-53.
43. DAWID H. [1996], *Adaptative Learning by Genetic Algorithms : Analytical Results and Applications to Economic Models*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New-York
44. DAY R. H. [1995]a, 'L'existence hors de l'équilibre', *Revue Economique*, n°5, pp.1460-1472.
45. DAY R. H. [1995]b, 'Rationality entrepreneurship and institutional evolution', *Revue Economique*, n°5, pp.1473-1486.
46. DOSI G. [1988], 'Souces, procedures, and microeconomics effects of innovation', *Journal of Economic Literature*, vol.XXVI, sept., pp.1120-1171.
47. DOSI G. [1988]a, 'The nature of the innovative process', in *Technical Change and Economic Theory*, ed. by Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Pinter Publishers, London, pp.221-238.
48. DOSI G. et KANIOVSKI Y. [1994], 'The method of generalized urn schemes in the analysis of technological and economic dynamics', in *The Economics of Growth and Technical Change*, ed. by Silverberg, Soete, Edward Elgar Publishing, pp.261-284.
49. DOSI G. et NELSON R. R. [1994], 'An introduction to evolutionary theories in economics', *Journal of Evolutionary Economics*, n°4, pp.153-172.
50. DOSI G., PAVITT K. et SOETE L. L. G. [1990], *The Economics of Technical Change and International Trade*, Harvester Wheatsheaf, London
51. DUCHARME L- M. et MOHNEN P. [1996], 'Externalités et taux de rendements sociaux de la R&D', *Economies et Sociétés*, série Dynamique Technologique et Organisation, n°7, pp.193-217.
52. DUFOURT D. [1995], 'Introduction - Economie de l'organisation réticulaire', *Economies et Sociétés*, Collection Dynamique technologique et organisation, série W, n°9, pp.5-15.
53. DUGUET E. et GREENAN N. [1997], 'Le biais technologique : Une analyse économétrique sur données individuelles', *Revue Economique*, vol.48, n°5, pp.1061-89.
54. ERICSON et PAKES [1995], 'Markov Perfect industry dynamics. A framework for empirical work', *Review of Economic Studies*, 62, pp.53-82.
55. ESWARAN M. et GALLINI N. [1996], 'Patent Policy and the Direction of Technological Change', *Rand Journal of Economics*, 27(4), winter, pp.722-46.
56. FLAIG G. et STADLER M. [1998], 'On the Dynamics of Product and Process Innovations : a bivariate random effects probit model', *Jahrbücher fur Nationalökonomie und Statistik*, pp.401-417
57. FLORENS J- P., FOUGÈRE D., KAMIONKA T. et MOUCHART M. [1994], 'La modélisation économétrique des transitions individuelles sur le marché du travail', *Economie & Prévision*, n°116, pp.181-217.

58. FOUGÈRE D. et KAMIONKA T. [1996], 'Individual labour market transitions', in *The econometrics of panel data. A handbook of the theory with applications* ed. by Matyas L. et Sevestre P., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp.771-809
59. FREEMAN C. [1982], *The Economics of Industrial Innovation*, Frances Pinter Publishers, London
60. GEROSKI P. A. [1995], 'Markets for technology : knowledge, innovation and appropriability', in *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, ed. by Stoneman P., Basil Blackwell, pp.90-131.
61. GEROSKI P. A., VAN REENEN J. et WALTERS C. F. [1997], 'How persistently do firm innovate?', *Research Policy*, 26, pp.33-48.
62. GOLD B. [1980], 'On the adoption of technological innovations in industry : superficial models and complex decision', *Omega*, vol.8, n°5, pp.505-516.
63. GOMULKA S. [1990], *The Theory of Technological Change and Economic Growth*, Routledge, London
64. GOURIEROUX C. [1989], *Econometrie des variables qualitatives*, Economica, Paris
65. GREEN W. H. [1997], *Econometric Analysis*, Prentice-Hall International, London.
66. GRUBER H. [1992], 'Persistence of Leadership in Product Innovation', *The Journal of Industrial Economics*, vol. XL, december, n°4, pp.350-366.
67. GRUBER H. [1994], *Learning and Strategic Product Innovation : Theory and Evidence for the semi-conductor industry*, Elsevier Science Publishers, B.V. Amsterdam, The Netherlands
68. GRUBER H. [1995], 'Strategic Process and Product Innovation', *Economics of Innovation and New Technology*, vol.4, n°1, pp.17-25.
69. HACCOU P. et MEELIS E. [1994], *Statistical Analysis of Behavioural Data : An Approach Based on Time-Structured Models*, Oxford University Press, New York
70. HAMBRICK et MACMILLAN [1985], 'Efficiency of product R&D in business units : the role of strategic context', *Academic Management Journal*, vol.28, september, pp.527-547.
71. HARABI N. [1995], 'Appropriability of technological innovations : an empirical analysis', *Research Policy*, 24, pp.981-992.
72. HART S. [1995], 'Where we have been and where we are going in new product development research', in *Product Development. Meeting the challenge of the Design-Marketing Interface*, ed. by Bruce M. and Biemans W. G.; John Wiley & sons ; pp.15-42.
73. HEINER R. A. [1988], 'Imperfect decisions and routinized production : implications for evolutionary modeling and inertial technical change', in *Technical Change and Economic Theory*, ed. by Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Pinter Publishers, London, pp.148-169.
74. HOLT K. [1987], 'The role of the user in product innovation', in *Innovation : Adaptation and Growth. An international perspective*, ed. by Rothwell R. and Bessant J., Elsevier Science Publisher, pp.1-12.
75. HUIBAN J- P. et BOUHSINA Z. [1997], 'Innovation, qualité du facteur travail et efficacité productive', *Cahier d'Economie et de Sociologie Rurale*, n°44, pp.107-137
76. JEWKES J., SAWERS D. et STILLERMAN R. [1958], *The sources of invention*, Macmillan Press, London, traduction de l'anglais par Ciry Anne, [1966], *L'invention dans l'industrie de la recherche à l'exploitation, 60 exemples récents ; Les Editions d'organisation*, Paris.
77. KAMIEN M. I. et SCHWARTZ N. L. [1970], 'Market structure, elasticity of demand and incentive to invent', *The Journal of Law and Economics*, vol.13, 241-252. KARLIN S. [1969], *Introduction aux processus stochastiques (A first course in stochastic process)*, Dunod, Paris
78. KARLIN S. et TAYLOR H. M. [1981], *A Second Course in Stochastic Processes*, Academic Press, Boston
79. KLEPPER S. [1996], 'Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle', *The American Economic Review*, june, pp.562-583.
80. KLEVORICK A. K., LEVIN R. C., NELSON R. R. et WINTER S. G. [1995], 'On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities', *Research Policy*, 24, pp.185-205.
81. KRAFT K. [1990], 'Are product and process innovations independent of each other ?', *Applied*

- Economics*, vol.22, pp.1029-1038.
82. LE BAS C. [1991], *Economie du Changement Technique*, L'interdisciplinaire, Limonest
 83. LE BAS C. [1995], *Economie de l'Innovation*, Economica poche, Paris
 84. LE BAS C. [1999], 'Matériaux pour une économie de la propriété intellectuelle : problématiques, perspectives et problèmes', *Economie Appliquée*, tome LII, n°2, pp.7-49.
 85. LE BAS C. et ZUSCOVITCH E. [1993], 'Apprentissage technologique et organisation : une analyse des configurations micro-économiques', *Economies et Sociétés*, n°1, pp.153-195.
 86. LE BAS C., CABAGNOLS A. et GAY C. [2000], 'How persistently do firms innovate? An evolutionary view. An empirical application of duration models', *Les cahiers de l'Innovation*, n°1.
 87. LE BAS C., PICARD F. et SUCHECKI B. [1998], 'Innovation technologique, comportement de réseaux et performances : une analyse sur données individuelles', *Revue d'Economie Politique*, vol.108, n°5, pp.625-644.
 88. LEE H. H. et STONE J. A. [1994], 'Product and Process Innovation in the Product Life Cycle: Estimates for U.S. Manufacturing Industries', *Southern Economic Journal*, 60(3), January, pp.754-63.
 89. LEIPONEN A. [1997], *Dynamic competences and firm performance*, IIASA, Interim Report n°IR-97-006/February.
 90. LEVIN R. C. et REISS P. [1988], 'Cost-Reducing and Demand-Creating R&D with Spillovers', *Rand Journal of Economics*, vol.19, n°4, winter, pp.538-556.
 91. LEVIN R. C., KLEVORICK A. K., NELSON R. R. et WINTER S. G. [1987], 'Appropriating the returns from industrial research and development', *Brooking Papers on Economic Activity*, 3, (special issue), pp.783-831.
 92. LINK A. N. et LUNN J. [1984], 'Rate of R&D return and market structure', *Review of Industrial Organization*, I, pp.232-239
 93. LOGAN J. A. [1981], 'A structural Model of the High-Order Markov Process Incorporating Reversion Effects', *Journal of Mathematical Sociology*, vol.8, pp.75-89.
 94. LUNDVALL B- A. [1988], 'Innovation as an interactive process : from user-producer interaction to the national system of innovation', in *Technical Change and Economic Theory*, ed. by Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Pinter Publishers, London, pp.349-369.
 95. LUNDVALL B- A. [1992], 'Introduction to National System of Innovation', in *National System of Innovation : Towards a theory of innovation and interactive learning*, ed. by Lundvall, Pinter Publisher, London, pp.1-19.
 96. LUNDVALL B- A. et JOHNSON B. [1994], 'The learning economy', *Journal of Industry Studies*, vol.1, n°2, pp.23-42.
 97. LUNN J. [1986], 'An empirical analysis of process and product patenting : A simultaneous equation model', *The Journal of Industrial Economics*, vol.XXXIV, march, n°3, pp.319-330.
 98. LUNN J. [1987], 'An empirical analysis of firm process and product patenting', *Applied Economics*, 19, pp.743-751.
 99. MACDISSI C. et NEGASSI S. [2000], *Inter-firme cooperation and spillover*, Communication, 70th AEA conference on Industrial Property Economics, 'Trademarks and Patents' tenue à Alicante en Espagne en April 19-20.
 100. MACKUN P. et MACPHERSON A. D. [1997], 'Externally-Assisted Product Innovation in the Manufacturing Sector: The Role of Location, In-House R&D and Outside Technical Support', *Regional Studies*, vol.29, n°7, pp.655-671
 101. MACPHERSON A. D. [1994], 'The Impact of Industrial Process Innovation among Small Manufacturing Firms: Empirical Evidence from Western New York', *Environment and Planning A*, 26(3), march, pp.453-70.
 102. MADDALA G. S. [1983], *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press
 103. MAGEE S. P. [1977], 'Multinational corporations, the industry cycle and developpement.', *Journal of World Trade Law*, juillet-Aout, pp.297-319.
 104. MAIDIQUE M. A. et ZIRGER B. J. [1984], 'A study of success and failture in product innovation', *IEEE Transactions on engineering management*, vol.31, n°4, pp.149-157.

105. MALERBA F. et ORSENIGO L. [1993], 'Technological regimes and firm behavior', *Industrial and Corporate Change*, vol.2, n°1, pp.45-71.
106. MALERBA F. et ORSENIGO L. [1995], 'Schumpeterian patterns of innovation', *Cambridge Journal of Economics*, 19, pp.47-65.
107. MALERBA F. et ORSENIGO L. [1996], 'Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific', *Research Policy*, 25, pp.451-478.
108. MALERBA F. et ORSENIGO L. [1999], 'Technological entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data', *Research Policy*, vol.28, pp.643-660.
109. MALERBA F., ORSENIGO L. et PERETTO P. [1997], 'Persistence of innovative activities, sectoral patterns of innovation and international technological specialization', *Industrial Journal of Industrial Organization*, vol.15, pp.801-826.
110. MANSFIELD E. [1985], 'How rapidly does new industrial technology leak out?', *The Journal of Industrial Economics*, vol.XXXIV, n°2, pp.217-223
111. MANSFIELD E., RAPOPORT J., ROMEO A., WAGNER S. et BREADSLEY G. [1977], 'Social and private rates of return from industrial innovation', *The Quarterly Journal of Economics*, vol.XCI, may, pp.221-240.
112. MANSFIELD E., SCHWARTZ M. et WAGNER S. [1981], 'Imitation costs and patents : an empirical study', *The Economic Journal*, vol.91, december, pp.907-918.
113. MARCH J. G. [1991], 'Exploration and exploitation in organizational learning', *Organization Science*, vol.2, pp.71-87.
114. MARJIT S. et BELADI H. [1998], 'Product versus Process Patents: A Theoretical Approach', *Journal of Policy Modeling*, 20(2), April, pp.193-99.
115. MARTINEZ-ROS E. et LABEAGA J. M. [1999], *Differences in the decision to carry out process and product innovations: The Spanish case*, Contribution au TSER Network on Innovation and Economic Change, Delft, 12-13 February.
116. MEHRAN F. [1989], 'Analysis of discrete longitudinal data: infinite lag Markov models', *Statistical Data Analysis and Inference*, pp.533-541.
117. MENARD S. [1995], *Applied Logistic Regression Analysis*, Sage University Paper series on Quantitative Application in the Social Sciences, Thousand Oaks, CA:Sage, 07-106
118. MILGROM P. et ROBERTS J. [1990], 'The economics of modern manufacturing : technology, strategy, and organization', *The American Economic Review*, june, pp.511-528.
119. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE DE LA RECHERCHE et DE LA TECHNOLOGIE [1997], *Recherche & Développement dans les entreprises : Résultats 1995*
120. MOATI P. [1992], *Hétérogénéité des Entreprises et Echange International*, Economica, Paris
121. MOHNEN P. [1997], 'Introduction: Input-Output Analysis of Interindustry R&D Spillovers', *Economic Systems Research*, vol.9, n°1, pp.3-8.
122. MUELLER D. C. [1967], 'The firm decision process : an econometric investigation', *The Quarterly Journal of Economics*, vol.81, pp.58-87.
123. NEGASSI S. [1997], *Inter and Intra-industry R&D spillovers, human capital and technological performance in France : An Empirical Study*, Document de travail du CESSEFI n°01/97.
124. NELSON R. R. [1995], 'Recent evolutionary theorizing about economic change', *Journal of Economic Literature*, vol.XXXIII, pp.48-90.
125. NELSON R. R. et WINTER S. G. [1982], *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press of Harvard University Press, London
126. NICOLAS F. [1996], 'Combined roles of process and product innovations in the Food industries', in *Economics of innovation : The case of food industry. Contributions to Economics*, ed. by Galizzi Giovanni and Venturini Luciano, Heidelberg: Physica, pp.341-353.
127. NONAKA I. [1995], 'Managing innovation as an organizational knowledge creation process', in *Technology Management and corporate strategies : a tricontinental perspective*, ed. Allouche J. and Pogorel G., Elsevier Science publishers, pp.73-109.
128. PAKES et ERICSON [1990], *Empirical implications of alternative models of firm dynamics*, National Bureau of Economic Research Working paper, n°2893.

129. PATEL P. et PAVITT K. [1994], 'Uneven and divergent technological accumulation among advanced countries: evidence and a framework of explanation', *Industrial and Corporate Change*, vol.3, n°3, pp.759-787.
130. PAVITT K. [1984], 'Sectoral patterns of technological change : toward a taxonomy and a theory', *Research Policy*, vol.13, n°6, pp.343-373.
131. PAVITT K. [1998], 'Technologies, Products and Organization in the Innovating Firm: What Adam Smith Tells Us and Joseph Schumpeter Doesn't', *Industrial and Corporate Change*, vol.7, n°3, September, pp.433-52.
132. PEARSON A. W. [1991], 'Managing innovation : an uncertainty reduction process', in *Managing Innovation*, ed. by Henry J. and Walker D., Sage Publication, pp.18-27.
133. PEGRAM G. G. [1975], 'A multinomial model for transition probability matrices', *Journal of applied probability*, vol.12, pp.498-506 ;
134. PEGRAM G. G. [1980], 'An autoregressive model for multilag Markov chains', *Journal of applied probability*, vol.17, pp.350-362.
135. POHLMEIER W. [1992], 'On the simultaneity of innovations and market structure', *Empirical Economics*, 17, pp.253-272.
136. RAFTERY A. E. [1985], 'A model for High-Order Markov chains', *Journal of the Royal Statistical Society B*, vol.47, n°3, pp.528-539.
137. RICHARD J- F. [1990], *Les activités mentales. Comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Armand Colin, Paris
138. ROMER P. M. [1986], 'Increasing returns and long run growth', *Journal of Political Economy*, vol.94, pp.1002-1037.
139. ROMER P. M. [1990], 'Endogeneous technological change', *Journal of Political Economy*, vol.98, n°5, pp.s71-s102.
140. ROTTMANN H. et RUSCHINSKI M. [1997], 'Beschäftigungswirkungen des technischen Fortschritts. Eine Paneldaten-Analyse für Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland', *Ifo-Studien*, 43(1), pp.55-70.
141. SAVIOTTI P. P. [1996], *Technological Evolution, Variety, and the Economy*, Edward Elgar Publishing, Hants, England
142. SCHERER F. M. [1965], 'Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions', *The American Economic Review*, vol.55, pp.1097-1123.
143. SCHERER F. M. [1982], 'Interindustry technology flows in the united states', *Research Policy*, vol.11, August, pp.227-245.
144. SCHERER F. M. [1983], 'Concentration, R&D, and productivity change', *Southern Economic Journal*, 50, juillet, pp.221-225.
145. SCHERER F. M. [1991], 'Changing perspectives on the firm size problem', in *Innovation and Technological Change*, ed. by Acs & Audretsch, Harvester Wheatsheaf, London, pp.24-38.
146. SCHINNARE A. P. et STEWMAN S. [1978], 'A class of Markov Models of Social Mobility with Duration Memory Patterns', *Journal of Mathematical Sociology*, vol.6, pp.61-86.
147. SCHMOOKLER J. [1962], 'Economic Sources of inventive activity', *Journal of Economic History*, vol.22, pp.1-10.
148. SCHMOOKLER J. [1966], *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, London
149. SCHUMPETER J. [1912], *Theory of Economic Development*, Harvard University Press, London
150. SHIEH S. [1993], 'Incentives for Cost-Reducing Investment in a Signalling Model of Product Quality', *Rand Journal of Economics*, 24(3), pp.466-77.
151. SINGER B. et SPILERMAN S. [1976], 'The representation of social processes by Markov models', *American Journal of Sociology*, vol.82, N°1, pp.1-54.
152. SINGER B. et SPILERMAN S. [1979], 'Clustering on the main diagonal in mobility matrices', *Sociological Methodology*, vol.10, pp.172-208.
153. SPENCE [1975], 'Monopoly, quality and regulation', *Bell Journal of Economics*, vol.6, pp.417-429.
154. SPILERMAN S. [1972], 'The analysis of mobility processes by the introduction of independent variables into a markov chain', *American Sociological Review*, vol.37, no3, june, pp.277-294.

155. STIEGLER G. J. [1961], 'The economics of information', *Journal of Political Economy*, vol.69, june, pp.213-225.
156. STRIEBEL [1975], *Optimal control of discrete time stochastic systems*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New-York
157. TAKEUCHI et NONAKA I. [1986], 'The new product development game', *Harvard Business Review*, vol.64, n°1, pp.137-146.
158. TEECE D. J. [1986], 'Profiting from technological innovation : implications for integration, collaboration, licensing and public policy', *Research Policy*, vol.15, n°6, pp.285-305.
159. TIROLE J. [1989], *Théorie de l'Organisation Industrielle*, Economica, Paris
160. TOWNSEND J., HENWOOD F., PAVITT K. et WYATT S. [1981], *Innovations in Britain since 1945*, Science Policy Research Unit, Occasional Paper n°16.
161. UTTERBACK J. M. [1994], *Mastering the Dynamics of Innovation : how companies can seize opportunities in the face of technological change*, President and Fellows of Harvard College
162. UTTERBACK J. M. et ABERNATHY W. J. [1975], 'A dynamic model of product and process innovation', *Omega*, vol.3, n°6, pp.639-656.
163. VEGA-REDONDO F. [1999], 'Markov-perfect industrial dynamics with technological path dependence', *Spanish Economic Review*, vol.1, n°1, pp.21-54
164. VERNON R. [1966], 'International investment and international trade in the product cycle', *The Quarterly Journal of Economics*, vol.LXXX, may, pp.190-207.
165. VON HIPPEL E. [1977], 'The dominant role of user in semiconductor and electronic subassembly process innovation', *IEEE Transactions on engineering management*, vol.EM-24, n°2, May, pp.60-77.
166. VON HIPPEL E. [1982], 'Appropriability of innovation benefit as a predictor of the source of innovation', *Research Policy*, vol.11, n°2, pp.95-115.
167. VON HIPPEL E. [1982]a, 'Get new product from customers', *Harvard Business Review*, March-April, pp.117-122.
168. YIN X. et ZUSCOVITCH E. [1998], 'Is firm size conducive to R&D choice? A strategic analysis of product and process innovations', *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol.35, pp.243-262.
169. YOUNG A. [1991], 'Learning by doing and the dynamic effects of international trade', *The Quarterly Journal of Economics*, Mai, pp.369-405.
170. YOUNG A. [1993], 'Invention and bounded learning by doing', *Journal of Political Economy*, vol.101, n°3, pp.443-472.
171. ZIMMERMANN K. F. [1987], 'Trade and Dynamic Efficiency', *Kyklos*, vol.40, n°1, pp.73-87.
172. ZIMMERMANN K. F. [1989], 'Innovative Activity and Industrial Structure', *Empirica*, vol.16, n°1, pp.85-110.

Annexes

ANNEXE I : Différentes définitions du concept d'opportunité technologique.

Plusieurs définitions peuvent être proposées du concept d'opportunité technologique comme :

'The set of production possibilities for translating research resources into new techniques of production that employ conventional inputs. Some theoretical treatments have thus represented technological opportunity as one or more parameters in a production function relating research resources to increments in the stock of knowledge, with the stock of knowledge entering in turn as an argument, along with conventional inputs, in the production function for output (Cf. Griliches, 79, Schankerman, 84). Related approaches treat

technological opportunity as the elasticity of unit cost with respect to R&D spending (Dasgupta, Stiglitz, 1980a, Spence, 84), as a shift parameter determining the location of an innovation possibility frontier representing the tradeoffs in the direction of technological change (Levin, 78), and as a shift parameter determining the location of a frontier describing the trade-off between the time and cost of an R&D project (Scherer, 84b).’ (Cohen [1995], pp.214-215).

Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], p.188, en proposent aussi un ensemble de définitions :

’Technological opportunities, which comprise the set of possibilities for technological advance, may be measured in terms of the distribution of values of improved production-function or product-attributes parameters that may be attained through R

&

D, or, alternatively, as the distribution of returns to R

&

D, given demand conditions, the current level of technology, and the appropriability regime. In search model of R

&

D activity, which analogizes R

&

D to drawing balls from an urn, technological opportunities describes the distribution of values of the balls in the urn. [...] In the other standard model of R

&

D that analogizes R

&

D to physical investment and the stock of knowledge to the stock of physical capital, technological opportunity corresponds to the function that maps the flow of R

&

D into increases in the stock of knowledge.’

ANNEXE II : Les principales enquêtes traitant des conditions sectorielles d'appropriation et des opportunités technologiques

Les études de Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987] et de Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995] reposent sur ladite enquête Yale (menée en 1983-84 aux Etats-Unis). Cette enquête a été spécifiquement conçue pour l'analyse des conditions d'appropriabilité et des opportunités technologiques à un niveau **sectoriel** : l'unité statistique est donc le secteur. Les individus interrogés (des cadres supérieurs impliqués dans la R et D) le sont en tant qu'experts de leur secteur d'activité et non en tant qu'employés d'une firme. L'exploitation qui en a par la suite été faite est surtout descriptive (usage de coefficients de corrélations) et économétrique.

Le travail de Pavitt [1984] est fondé sur la base de donnée de Townsend, Henwood, Pavitt et Wyatt [1981] qui recense 2000 innovations significatives entre 1945-1979. Une innovation y est définie comme «un produit ou processus de production nouveau ou amélioré commercialisé et utilisé au Royaume-Uni, qu'il y ait été développé ou non. ». Les innovations ont été identifiées par des **experts** reconnus de l'industrie et les informations concernant les firmes innovantes ont été collectées auprès des firmes elles-mêmes. Dans une toute autre perspective que l'enquête Yale, Pavitt [1984] cherche à opérer une classification des secteurs en fonction de trois principaux critères :

-

les déterminants des trajectoires technologiques sectorielles : sources du processus technologique, sensibilité de l'utilisateur au prix ou à la qualité, moyens d'appropriation utilisés (différenciation horizontale, secret, brevet, savoir-faire, connaissance des utilisateurs, économies d'échelle dynamiques et statiques, ...);

-

les objectifs vers lesquels tendent les progrès : réduction de coût, production de biens plus performants ;

-

les caractéristiques générales de la trajectoire : source des technologies de process, importance relative accordée aux innovations de process ou de produits, taille des firmes innovantes, intensité et direction de la diversification technologique.

ANNEXE III : L'enquête innovation 1990

1. Descriptif

-

L'enquête Innovation, associée à l'Enquête Annuelle d'Entreprise (EAE) sur l'industrie du Service des statistiques Industrielles (SESSI) a été réalisée en 1991 sur l'ensemble des 25 000 entreprises industrielles de plus de 20 personnes. Jusqu'à présent, les investigations étaient très partielles et peu représentatives en raison des faibles taux de réponse. Pour la première fois, une enquête sur l'innovation couvre 90% du chiffre d'affaires industriel (exhaustive pour les entreprises de plus de 500 salariés et couvrant plus de 83% du chiffre d'affaires des PMI.

Le questionnaire portait pour les cinq dernières années sur :

- l'introduction d'innovations de produits, de procédés ;
- le rôle respectif du marché (market pull) et de la dynamique propre de la technologie (technology

push) ;

- les sources de l'innovation :

-- internes (R et D, études techniques, brevets détenus),

-- externes (achat de R et D, R et D du groupe, droits sur brevets),

-- intrants (*via* les équipements et matériaux),

- l'appréciation par l'entreprise de la position innovante de son activité et de la sienne propre ;

- la part dans son chiffre d'affaires et dans ses exportations des produits innovants de moins de cinq ans d'âge.

Les entreprises étaient également interrogées sur leurs projets d'innovations dans les cinq années à venir.

L'innovation technologique : définitions

Cette enquête vise à étudier les produits innovants (produits nouveaux ou produits anciens sensiblement améliorés) et les innovations de procédés (nouvelles techniques de production).

Un produit est considéré comme technologiquement innovant s'il donne lieu à la création d'un nouveau marché ou s'il peut se distinguer substantiellement de produits précédemment fabriqués, d'un point de vue technologique ou par les prestations rendues à l'utilisateur.

Ne sont pas concernées les innovations de nature purement esthétique ou de style (design) ; en revanche sont concernées, mais isolées, les innovations de conditionnement ou d'emballage.

Un procédé est considéré comme technologiquement innovant quand il met en oeuvre de nouvelles techniques, pour la production de produits innovants, mais aussi pour la production de produits déjà existants dans la gamme de l'entreprise.

L'entreprise est également interrogée sur :

- ses innovations technologiques de conditionnement ;

- ses innovations organisationnelles liées à l'innovation technologique ;

- ses innovations commerciales.

Source : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

Source : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

2. Reproduction du questionnaire original

E.A.E. 1990

X. L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'INDUSTRIE

NOM (ou raison sociale) :

Le correspondant habituel du SESSI dans votre entreprise :

n° de téléphone :

CETTE PARTIE EST A REMPLIR PAR UNE PERSONNE RESPONSABLE DES QUESTIONS D'INNOVATION, DE DEVELOPPEMENT, DE STRATEGIE, DE PAR LE CHEF D'ENTREPRISE LUI-MEME.

Nom de la personne ayant rempli le questionnaire : n° de téléphone :

PREMIERE DE NE PAS OMETTRE DE RENVoyer CE DOCUMENT AVEC L'ENSEMBLE DU QUESTIONNAIRE DE L'EAS 1990

Cette enquête vise à étudier
les innovations de produits
(produits nouveaux ou produits existants sensiblement améliorés)
et les innovations de procédés
(nouvelles techniques de production)

Un produit est considéré comme technologiquement innovant s'il donne lieu à la création d'un nouveau marché ou s'il peut se distinguer sensiblement de produits précédemment fabriqués, d'un point de vue technologique ou par les prestations rendues à l'utilisateur. Ne sont pas concernées les innovations de nature purement esthétique ou de style (design) ; au contraire sont concernées, mais exclues, les innovations de conditionnement ou d'emballage.

Un procédé est considéré comme technologiquement innovant quand il met en oeuvre de nouvelles techniques, pour la production de produits innovants, mais aussi pour la production de produits déjà existants dans la gamme de l'entreprise.

MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET
DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

SESSI

85 BD DU MONTPARNASSE
75270 PARIS CEDEX 06

Pour toutes questions concernant cette partie, contactez :

LES PRODUITS CONCERNES SONT CEUX FABRIQUES
PAR L'ENTREPRISE ELLE-MEME
SONT EXCLUS LES PRODUITS NE DONNANT LIEU A AUCUNE
INTERVENTION DE PRODUCTION

(Pour répondre au questionnaire, veuillez cocher le chiffre correspondant à la réponse adéquate)

1 DANS LES CINQ DERNIERES ANNEES (ENTRE LE 1ER JANVIER 1988 ET LE 31 DECEMBRE 1990)
L'ENTREPRISE A :

INNOVATION DE PRODUITS

amélioré substantiellement du point de vue technologique
des produits existants U1 oui [2] non [1]

introduit sur le marché des produits nouveaux technologiquement
innovants (non compris au titre du conditionnement) :

* produits nouveaux pour le marché U2 oui [2] non [1]

* produits nouveaux pour l'entreprise mais déjà
existants sur le marché U3 oui [2] non [1]

INNOVATION DE PROCÉDÉS

réalisés des "premières" de procédés technologiques U4 oui [2] non [1]

amélioré substantiellement du point de vue technologique des
procédés de production U5 oui [2] non [1]

INNOVATION DE CONDITIONNEMENT

crée ou amélioré substantiellement du point de vue technologique
des modes de conditionnement U6 oui [2] non [1]

AUTRES TYPES D'INNOVATIONS

introduit de substantielles innovations organisationnelles liées à
l'innovation technologique U7 oui [2] non [1]

introduit de substantielles innovations commerciales U8 oui [2] non [1]

Si vous avez répondu "non" à toutes les rubriques, veuillez répondre aux questions 4 et 6,
sinon, veuillez compléter intégralement le verso.

2 POUR VOTRE ENTREPRISE, ESTIMEZ-VOUS QUE L'INNOVATION EST DETERMINEE PAR :

0 non 1 un peu 2 moyennement 3 beaucoup

l'impulsion du marché (relations avec la clientèle, concurrence) V1 [0] [1] [2] [3]
 la dynamique propre de la technologie V2 [0] [1] [2] [3]

3 SOURCES DES INNOVATIONS : DANS VOTRE ENTREPRISE, L'INTRODUCTION DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES RESULTE :

d'une activité de recherche-développement permanente et organisée (au moins un scientifique ou chercheur/ingénieur en équivalent temps plein par an) :

* Interne à l'entreprise W1 [0] [1] [2] [3]
* Interne au groupe auquel appartient éventuellement l'entreprise W2 [0] [1] [2] [3]

d'une activité d'étude technique et de méthode dans l'entreprise (y compris recherche non permanente) W3 [0] [1] [2] [3]

d'une recherche-développement acquise à l'extérieur (organismes publics, professionnels ou privés de recherche, clients...) W4 [0] [1] [2] [3]

des brevets dont l'entreprise est titulaire W5 [0] [1] [2] [3]

des droits et licences d'industrialisation relatifs à des brevets, inventions, savoir-faire techniques, acquis à l'extérieur de l'entreprise W6 [0] [1] [2] [3]

de l'utilisation novatrice de biens d'investissement (installation, processus, matériels) W7 [0] [1] [2] [3]

de la mise en œuvre de matériaux et composants nouveaux pour l'entreprise W8 [0] [1] [2] [3]

4 CONSIDEREZ-VOUS QUE VOTRE ACTIVITE EST TECHNOLOGIQUEMENT :

non innovante X1 [0]
 faiblement innovante X1 [1]
 moyennement innovante X1 [2]
 fortement innovante X1 [3]

CONSIDEREZ-VOUS QUE VOTRE ENTREPRISE EST PAR RAPPORT A SON SECTEUR TECHNOLOGIQUEMENT :

non innovante X2 [0]
 faiblement innovante X2 [1]
 moyennement innovante X2 [2]
 fortement innovante X2 [3]

5 PART DU CHIFFRE D'AFFAIRES ET DES EXPORTATIONS DE L'ENTREPRISE POUR L'EXERCICE 1990 IMPUTABLE AUX PRODUITS TECHNOLOGIQUEMENT INNOVANTS DE MOINS DE CINQ ANS D'AGE*, QU'ILS SOIENT REALISES A L'AIDE DE PROCEDES ANCIENS OU NOUVEAUX :

C.A. des produits innovants		Exportations des produits innovants	
C.A. total		Exportations totales	
de 0 à 10%	Y1 [0]	de 0 à 10%	Y2 [0]
de 10 à 30%	Y1 [1]	de 10 à 30%	Y2 [1]
de 30 à 70%	Y1 [2]	de 30 à 70%	Y2 [2]
de 70 à 100%	Y1 [3]	de 70 à 100%	Y2 [3]

* lancés sur le marché depuis le 1er Janvier 1986

6 L'ENTREPRISE PREVOIT-ELLE L'INTRODUCTION D'INNOVATIONS DANS LES CINQ PROCHAINES ANNEES ?

0 oui 1 non [1]

SI OUI, INDIQUEZ L'IMPORTANCE DE CHACUNE DES RUBRIQUES

0 faible 1 faible 2 moyenne 3 forte

INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES

Produits technologiquement innovants (non compris au titre du conditionnement) Z1 [0] [1] [2] [3]
 Procédés de production technologiquement innovants Z3 [0] [1] [2] [3]
 Innovations de conditionnement Z4 [0] [1] [2] [3]

AUTRES TYPES D'INNOVATIONS

Innovation organisationnelle liée à l'innovation technologique Z5 [0] [1] [2] [3]
 Innovation commerciale Z6 [0] [1] [2] [3]

3. Identification des innovateurs de produit / procédés / produits & procédés

Le Tableau 61, reproduit les questions employées pour identifier les comportements innovants des firmes.

Tableau 61 : Les questions utilisées pour identifier les différents types de comportements innovants dans l'Enquête Innovation 1990

Dans les cinq dernières années (entre le 1er janvier 1986 et le 31 décembre 1990) l'entreprise a :

INNOVATIONS DE PRODUITS :

OUI NON

- Amélioré substantiellement du point de vue technologique des produits existants (U1)
- Introduit sur le marché des produits nouveaux technologiquement innovants (non compris au titre du conditionnement) :
 - * produits nouveaux pour le marché (U2)
 - * produits nouveaux pour l'entreprise mais déjà existants (U3)

INNOVATION DE PROCEDES :

- Réalisé des premières de procédés technologiques (U4)
- Amélioré substantiellement du point de vue technologique des procédés de production (U5)

A posteriori, pour chaque firme i nous construisons la variable y_i 'type de comportement innovant' comme suit :

- Si ($U_1=0$ et $U_2=0$) et ($U_4=0$ et $U_5=0$), alors $y_i=0$ (Non innovateur) ;
- Si ($U_1=1$ et $U_2=1$) et ($U_4=0$ et $U_5=0$), alors $y_i=1$ (innovateur de produits uniquement) ;
- Si ($U_1=0$ et $U_2=0$) et ($U_4=1$ et $U_5=1$), alors $y_i=2$ (innovateur de procédés uniquement) ;
- Si ($U_1=1$ et $U_2=1$) et ($U_4=1$ et $U_5=1$), alors $y_i=3$ (innovateur de procédés et produits) ;

4. Répartition des firmes en fonction de leur comportement innovant

Après nettoyage du fichier nous observons la répartition suivante reproduite dans le Tableau 62 des firmes en fonction de leur comportement innovant.

Tableau 62 : Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant dans l'enquête Innovation 1990

Type de comportement innovant	Données brutes				Données pondérées par le taux de sondage			
	Fréquence	Pourcentage	Fréquence	Pourcentage	Fréquence	Pourcentage	Fréquence	Pourcentage
			Cumulée	Cumulé			Cumulée	Cumulé
Non innovateurs ($y_i=0$)	7393	42.2%	7393	42.2	1064777	43.2%	1064777	43.2
Innovateurs de produits uniquement ($y_i=1$)	2038	11.6%	9431	53.8	288825	11.7%	1353602	54.9
Innovateurs de procédés uniquement ($y_i=2$)	1855	10.6%	11286	64.4	262215	10.6%	1615817	65.6
Innovateurs de produits & procédés ($y_i=3$)	6244	35.6%	17530	100.0	848463	34.4%	2464280	100.0

Les firmes appartenant aux naf° 10°, '11', '12', '13', '40', '41' et '296' ont été éliminées de l'échantillon (c'est à dire les industries extractives et l'armement).

Annexe IV : L'enquête communautaire sur l'innovation 1993 (CIS1)

1. Descriptif

•

L'enquête communautaire sur l'innovation a été réalisée en France en 1993 par le SESSI. Le questionnaire CIS est basé sur le manuel d'Oslo établi par l'OCDE. Depuis 1991, plusieurs pays européens ont ainsi réalisé des enquêtes similaires.

Les entreprises sont interrogées sur :

- les objectifs de l'innovation poursuivie ;
- les sources internes et externes de l'innovation ;
- les moyens d'acquisition des technologies utilisées ;
- les moyens de diffusion des technologies utilisées ;
- les partenaires pour travaux de R&D ;
- les motivations de telles relations en R&D ;
- la part dans le chiffre d'affaires et dans les exportations des produits innovants de moins de trois ans d'âge ;
- les projets d'innovation pour les trois années à venir.

En France, le questionnaire a été envoyé à un échantillon représentatif de plus de 4 500 entreprises industrielles de plus de 20 salariés ayant répondu à l'enquête SESSI 'Innovation 1991'. L'ensemble des firmes françaises de plus de 1 000 salariés a été interrogé ; le taux de sondage est de 1/2 pour les entreprises de 500 à 1 004 salariés, de 1/3 pour celles de 20 à 500 salariés. L'enquête Innovation 1991 couvrait une période de 5 ans (1986-1990) ; l'enquête CIS concerne uniquement les trois années 1990-1992. Le taux de réponse s'est élevé à 82% pour près de 95% du chiffre d'affaires concerné. Une entreprise est qualifiée d'innovante lorsqu'elle déclare avoir développé ou introduit des produits ou des procédés technologiquement innovants sur la période.

Un produit est considéré comme innovant s'il donne lieu à la création d'un nouveau marché ou s'il peut se distinguer substantiellement de produits précédemment fabriqués, d'un point de vue technologique ou par prestations rendues à l'utilisateur. Ne sont pas concernées les innovations de nature purement esthétiques ou de style (design) ; en revanche, sont concernées les innovations de conditionnement ou d'emballage.

Un procédé est considéré comme technologiquement innovant quand il met en oeuvre de nouvelles techniques pour la production de produits innovants, mais aussi pour la production de produits déjà existants dans la gamme de l'entreprise. [Note:

. **Source** : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

]

2. Reproduction du questionnaire original

REFERENCES : 8
Code APE :

SESSI

Pour tous renseignements concernant
cette enquête, vous pouvez contacter
M. Stéphane LAHULLERY
85 BOULEVARD DU
MONT-PARNASSE
75270 PARIS CEDEX 06
Tél : (1) 046 34 35 49

Tel :
Nom de la personne ayant rempli
le questionnaire :

MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET
DU COMMERCE EXTERIEUR
à l'attention de M. ROBIN
S E S S I
85 BOULEVARD DU
MONT-PARNASSE
75270 PARIS CEDEX 06

COCHER LES CASES
CORRESPONDANT A VOTRE REPONSE

INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Echelle d'importance : 0 : nulle, 1 : faible, 2 : moyenne, 3 : forte, 4 : très forte

1 - Durant les trois dernières années (1990, 1991, 1992), l'entreprise a-t-elle mis au point ou introduit ?	oui	non			
1.1 des produits technologiquement innovants					
1.2 des procédés technologiquement innovants					
<i>En cas de réponse négative aux deux questions 1.1. et 1.2., répondre uniquement à la question 9.</i>					
2 - Le ou les objectifs de l'innovation technologique sont de :	0	1	2	3	4
2.1 maintenir ou accroître votre part de marché en :					
2.1.1 remplaçant les produits devenus obsolètes					
2.1.2 améliorant la qualité des produits existants					
2.1.3 élargissant la gamme des produits					
2.1.4 se tournant vers de nouveaux marchés géographiques					
2.2 augmenter vos marges en :					
2.2.1 donnant plus de flexibilité à votre production					
2.2.2 réduisant les coûts salariaux					
2.2.3 diminuant les consommations de matériaux					
2.2.4 abaissant la consommation d'énergie					
2.2.5 réduisant le taux de rebut des produits					
2.2.6 réduisant le cycle de conception des produits					
2.3 réduire les atteintes à l'environnement					
2.4 améliorer les conditions de travail et la sécurité dans l'entreprise					
3 - L'innovation technologique résulte de connaissances scientifiques et techniques acquises via :	0	1	2	3	4
3.1 DES SOURCES INTERNES DE VOTRE ENTREPRISE					
3.1.1 Le service de la R & D, le service des études					
3.1.2 Autres départements					
3.2 DES SOURCES INTERNES DU GROUPE ALQUEL VOUS APPARTENEZ					
3.2.1 Le service de R & D, le service des études					
3.2.2 Autres départements					
3.3 DES SOURCES EXTERNES PUBLIQUES					
3.3.1 Laboratoires publics (CNRS, CEA, INRIA, etc)					
3.3.2 Universités					
3.4 D'AUTRES SOURCES EXTERNES					
3.4.1 Centres techniques de professions					
3.4.2 Prestataires de services de R & D					
3.4.3 Sociétés de consultants					
3.4.4 Fournisseurs de matériaux et de composants					
3.4.5 Fournisseurs d'équipements					
3.4.6 Clients					
3.4.7 Concurrents					
3.5 DES INFORMATIONS GENERALES					
3.5.1 Consultations de banques de données, brevets, modèles, etc					
3.5.2 Conférences, réunions, publications professionnelles					
3.5.3 Foires, expositions					

(y compris à l'intérieur du groupe auquel elle appartient) ?

ORIGINE (réponses multiples possibles)	FRANCE	CEE non France	EUROPE non CEE	USA	JAPON	AUTRES
4.1 R&D sous-traitée ou acquise						
4.2 R&D effectuée en coopération avec d'autres entreprises ou institutions						
4.3 Droit d'utiliser les inventions d'un tiers (brevets, licences)						
4.4 Analyse des produits concurrents						
4.5 Utilisation d'experts-consults						
4.6 Achat d'équipements						
4.7 Recrutement d'employés qualifiés						
4.8 Communication avec vos fournisseurs						
4.9 Communication avec vos clients						
4.10 Lors du rachat d'une autre entreprise, en totalité ou en partie						
4.11 Joint-ventures ou alliances stratégiques						
4.12 Echange de personnel						

5 - A l'inverse, votre entreprise a-t-elle transféré à des tiers (y compris à des entreprises du groupe) de nouvelles technologies par les voies suivantes ?

DESTINATION (réponses multiples possibles)	FRANCE	CEE non France	EUROPE non CEE	USA	JAPON	AUTRES
5.1 R&D réalisée pour le compte de tiers						
5.2 Droit d'utiliser vos inventions (dont cessions de brevets ou licences)						
5.3 Conseil et expertises pour d'autres entreprises						
5.4 Vente d'équipements						
5.5 Départ d'employés qualifiés						
5.6 Communication avec d'autres entreprises						
5.7 A l'occasion de la vente d'une partie de l'entreprise						
5.8 Joint-ventures ou alliances stratégiques						

6 - Dans le cas où vous avez eu recours à la sous-traitance ou coopération de R&D, quelles ont été vos motivations ?

	oui	non
6.1 Besoins en recherche fondamentale		
6.2 Besoins potentiels en R&D		
6.3 Recherches complémentaires à votre technologie		
6.4 Réaliser des projets de recherche que votre firme n'aurait pas été à même d'accomplir seule		
6.5 Disposer à moindres coûts de résultats de recherche		
6.6 Mettre en compétition votre recherche interne		
6.7 Mieux identifier les coûts de R&D		
6.8 C'est la politique du groupe		
6.9 Dissuader les concurrents potentiels		
6.10 Pratiquer une veille technologique		

7 - Quels sont vos sous-traitants ou partenaires de R&D ?

	oui	non
7.1 Laboratoire central de votre groupe		
7.2 Autres sociétés de votre groupe		
7.3 Clients		
7.4 Fournisseurs d'équipements		
7.5 Fournisseurs de matériaux et composants		
7.6 Concurrents		
7.7 Experts-consults		
7.8 Centres techniques		
7.9 Universités		
7.10 Autres laboratoires publics		

8 - Parc des produits technologiquement innovants (de moins de trois ans d'âge, qu'ils soient réalisés à l'aide de procédés anciens ou nouveaux) dans le chiffre d'affaires et les exportations en 1992 :

	de 0 à 10%	de 10 à 30%	de 30 à 70%	de 70 à 100%
8.1 C.A. des produits innovants				
C.A. total				
8.2 Exportation des produits innovants				
Exportation totale				

9 - Dans les trois prochaines années (1993, 1994 et 1995) votre entreprise a-t-elle l'intention d'introduire ou de mettre au point :

	oui	non
9.1 des produits technologiquement innovants		
9.2 des procédés technologiquement innovants		

3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés

Deux questions permettent dans cette enquête d'identifier le type de comportement innovant (noté y_i) d'une firme i :

Tableau 63 : Les questions utilisées pour identifier les différents types de comportements innovants dans l'enquête CIS1

Durant les trois dernières années (1990, 1991, OUI (1) NON (0) 1992) l'entreprise a-t-elle mis au point ou introduit ?

Q211 des produits technologiquement innovants

Q212 des procédés technologiquement innovants

Il est à noter qu'exactement les mêmes questions sont utilisées dans l'enquête propriété intellectuelle 1993 (Yale2) pour identifier les comportements innovants (voir annexe VI).

Nous construisons a posteriori pour chaque firme i la variable y_i 'type de comportement innovant' comme suit :

- Si Q211=0 et Q212=0 alors $y_i=0$ (non innovant)
- Si Q211=1 et Q212=0 alors $y_i=1$ (innovation de produit)
- Si Q211=0 et Q212=1 alors $y_i=2$ (innovation de procédé)
- Si Q211=1 et Q212=1 alors $y_i=3$ (innovation de produit&procédé)

4. Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant

Tableau 64 : Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant dans l'enquête CIS1

Type de comportement innovant	Données brutes				Données pondérées par le taux de sondage			
	Fréq.	Pct.	Fréq. Cumulée	Pct. Cumulé	Fréq.	Pct.	Fréq. Cumulée	Pct. Cumulé
Non innovateurs ($y_i=0$)	2181	56.8	2181	56.8	14303.86	61.2	14303.86	61.2
Innovateurs de produits uniquement ($y_i=1$)	486	12.7	2667	69.5	2853.604	12.2	17157.47	73.4
Innovateurs de procédés uniquement ($y_i=2$)	357	9.3	3024	78.8	2249.376	9.6	19406.84	83.0
Innovateurs de produits & procédés ($y_i=3$)	815	21.2	3839	100.0	3978.824	17.0	23385.67	100.0

Les firmes appartenant aux naf' 10', '11', '12', '13', '40', '41' et '296' ont été éliminées de l'échantillon (c'est à dire les industries extractives et l'armement).

ANNEXE V : L'enquête communautaire sur l'innovation 1997 (CIS2)

1. Descriptif

- Cette nouvelle enquête communautaire sur l'innovation a été réalisée en France en 1997 par le SESSI. Le questionnaire CIS2 est basé sur le manuel d'Oslo établi par l'OCDE et révisé en 1996. L'enquête est conduite dans les 15 pays de la communauté. Les entreprises sont interrogées sur :
 - la nature des innovations ;
 - la conduite de ces innovations ;
 - les dépenses d'innovation ;
 - le chiffre d'affaires en produits innovants ;
 - les sources internes et externes de l'innovation ;
 - la coopération pour innover ;
 - les objectifs de l'innovation ;
 - les obstacles à l'innovation.

En France, le questionnaire a été envoyé à un échantillon représentatif de plus de 5 000 entreprises industrielles de plus de 20 salariés. L'ensemble des firmes françaises de plus de 500 salariés a été interrogé ; l'enquête CIS2 comme CIS 1 porte sur une période sous revue de 3 ans, ici 1994 à 1996. Le taux de réponse s'élève à plus de 85% en nombre d'unités pour plus de 95% en CA. Les définitions de l'innovation utilisées dans cette enquête sont identiques à celles de l'enquête CIS 1 de 1993. [Note:

. **Source :** Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

]

2. Reproduction du questionnaire original

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE
Secrétariat d'État à l'Industrie
SESSI

STATISTIQUES OBLIGATOIRES
LOI DU 7 JUIN 1981
VISA N° 87 X 100 IN

L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Merci d'adresser votre réponse
par retour du courrier au :

Pour tous renseignements concernant
cette enquête, vous pouvez contacter

Secrétariat d'État à l'Industrie
SESSI
Centre d'enquêtes statistiques
BP 5137
14024 Caen Cedex

Cachet de l'entreprise

Nom du correspondant : Tél. :
Sa fonction : Fax :

Questionnaire à remplir pour l'entreprise elle-même et non pour le groupe auquel elle appartient éventuellement

- | | oui | non |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits technologiquement nouveaux (ou améliorés) pour votre entreprise ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Si oui, ces produits ont-ils été développés (réponses multiples possibles) ? | | |
| - principalement par d'autres entreprises ou organismes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - par votre entreprise avec d'autres entreprises ou organismes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - principalement par votre entreprise | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle introduit des procédés technologiquement nouveaux (ou améliorés) pour votre entreprise ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Si oui, ces procédés ont-ils été développés (réponses multiples possibles) ? | | |
| - principalement par d'autres entreprises ou organismes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - par votre entreprise avec d'autres entreprises ou organismes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - principalement par votre entreprise | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle eu des projets de produits ou de procédés nouveaux ou améliorés ? | | |
| - qui sont encore en cours de développement ou de mise sur le marché | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - qui ont été des échecs | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Si vous avez répondu NON aux 3 questions précédentes, passez à la question 12b

4. Ventilation du chiffre d'affaires en 1996 (en %)

- produits technologiquement nouveaux introduits entre 1994 et 1996
- produits technologiquement améliorés introduits entre 1994 et 1996
- autres produits (inchangés ou marginalement modifiés)
- Total du chiffre d'affaires 1996

	%
	%
	%
	100 %

5. Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits nouveaux (ou améliorés), non seulement pour elle-même mais aussi pour son marché ? oui non

Si oui, part de votre chiffre d'affaires 1996 due à ces produits nouveaux (ou améliorés) pour le marché en %

6. En 1996, votre entreprise a-t-elle été engagée dans les activités suivantes pour innover ?

	oui	non	Si oui, montant des dépenses (*) engagées en 1996 en millions de francs
- recherche et développement (R&D) interne à l'entreprise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
- R&D acquise à l'extérieur (y.c. à une autre entreprise du groupe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
- acquisition de machines et équipements liés aux innovations de produits ou procédés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
- acquisition d'autres technologies extérieures liées aux innovations de produits et de procédés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
- conception industrielle, autres préparatifs de la production, pour les produits technologiquement nouveaux et améliorés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
- formation liée directement à l'innovation technologique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
- commercialisation des produits technologiquement nouveaux ou améliorés (publicité phase de lancement...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MF <input type="text"/>
Total			MF <input type="text"/>

(*) Les dépenses couvrent des dépenses courantes (fraie de personnel, achats de services, consommations intermédiaires...) et des dépenses en capital (matériel et équipements, logiciels, terrains et bâtiments...)

Si votre entreprise a réalisé de la recherche et développement (R&D) en interne en 1996, quel effectif y a-t-elle consacré (en équivalent temps plein) ?

Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle été engagée dans une activité de R&D ?

- permanente oui non
- ponctuelle

7. En 1996, votre entreprise a-t-elle reçu, hors crédit d'impôt, des financements publics pour innover (subventions, prêts bonifiés, CIFRE, CORTECHS...)? oui non

8. Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle déposé au moins une demande de brevet en France ou à l'étranger ? oui non

9. Quels ont été les objectifs de l'innovation technologique de votre entreprise entre 1994 et 1996 ?

Objectifs de l'innovation	Importance			
	faible	faible	moyenne	forte
- remplacer des produits obsolètes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- améliorer la qualité des produits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- élargir la gamme de produits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- conquérir de nouveaux marchés ou accroître la part de marché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- réduire les atteintes à l'environnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- satisfaire aux législations, réglementations, normes, standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- conférer davantage de souplesse à la production	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- réduire ses coûts salariaux par unité produite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- réduire ses consommations de matière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Quelles ont été les principales sources d'information pour innover entre 1994 et 1996
 (pour initier de nouveaux projets ou contribuer à des projets existants) ?

Sources de l'innovation	source non utilisée	Importance		
		faible	moyenne	forte
- sources internes à l'entreprise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- autres entreprises appartenant au groupe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- concurrents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- clients	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- fournisseurs d'équipements et de logiciels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- fournisseurs de matières premières et de composants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- sociétés de conseils et de recherche marchande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- universités ou établissements d'enseignement supérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- organismes publics de recherche (CNRS, INRIA, INSERM...) ou institutions privées sans but lucratif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- publication de brevets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- conférences, réunions ou revues professionnelles bases de données et réseaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- foires et expositions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle eu des accords de coopération avec d'autres entreprises ou organismes pour des activités d'innovation ?

Si oui, avec quels partenaires et dans quels pays ?	oui		non		
	France	UE hors France	USA	Japon	Autres
- autres entreprises du même groupe	<input type="checkbox"/>				
- concurrents	<input type="checkbox"/>				
- clients	<input type="checkbox"/>				
- fournisseurs d'équipements et de logiciels	<input type="checkbox"/>				
- fournisseurs de matières premières et de composants	<input type="checkbox"/>				
- sociétés de conseil et de recherche marchande	<input type="checkbox"/>				
- universités ou établissements d'enseignement supérieur	<input type="checkbox"/>				
- organismes de recherche publics ou institutions privées sans but lucratif	<input type="checkbox"/>				

12.a Entre 1994 et 1996, un au moins de vos projets d'innovation ?

	oui	non
- a pris un retard important	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- a été abandonné	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- n'a pas même démarré	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12.b Entre 1994 et 1996, quels obstacles dans les projets d'innovation votre entreprise a-t-elle rencontrés ?

Obstacles	projet		
	retardé	abandonné	non démarré
- risque économique perçu comme excessif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- coûts d'innovation trop élevés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- absence de source appropriée de financement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- rigidités organisationnelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- manque de personnel qualifié	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- manque d'information sur la technologie (y compris trop grande complexité technologique)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- manque d'information sur les marchés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- législation, réglementation, normes, standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- manque de réactivité du client aux nouveaux produits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- échec de coopération	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Les innovations technologiques de produits et de procédés (TPP) couvrent les produits et procédés technologiquement nouveaux ainsi que les améliorations technologiques importantes de produits et de procédés qui ont été accomplies. Une innovation technologique de produits et de procédés (TPP) a été accomplie dès lors qu'elle a été introduite sur le marché (innovation de produits) ou utilisée dans un procédé de production (innovation de procédés).

Les innovations technologiques de produits et de procédés (TPP) font intervenir toutes sortes d'activités scientifiques, technologiques, organisationnelles, financières et commerciales. La firme innovante technologique de produits et de procédés (TPP) est une firme qui a réalisé des produits ou des procédés technologiquement nouveaux ou sensiblement améliorés au cours de la période considérée.

L'innovation technologique requiert une amélioration objective des performances du produit ou dans la manière dont il est fabriqué. A titre d'exemples, les changements suivants ne sont pas des innovations technologiques :

- * amélioration du produit qui le rend plus attractif pour le consommateur sans changer ses caractéristiques technologiques,
- * des changements technologiques mineurs du produit ou du procédé qui n'ont pas un degré suffisant de nouveauté,
- * lorsque la nouveauté du produit ou du procédé concerne uniquement ses caractéristiques esthétiques ou subjectives.

- Un produit technologiquement nouveau est un produit dont les caractéristiques technologiques ou les utilisations prévues présentent des différences significatives par rapport à ceux produits antérieurement. De telles innovations peuvent faire intervenir des technologies radicalement nouvelles, ou reposer sur l'association de technologies existantes dans de nouvelles applications, ou découler de la mise à profit de nouvelles connaissances.

- Un produit technologiquement amélioré est un produit existant dont les performances sont sensiblement augmentées ou améliorées. Un produit simple peut être amélioré (par amélioration des performances ou abaissement du coût) grâce à l'utilisation de composants ou de matériaux plus performants ; ou bien un produit complexe, qui comprend plusieurs sous-systèmes techniques intégrés, peut être amélioré au moyen de modifications partielles apportées à l'un des sous-systèmes.

- Il y a innovation technologique de procédés dans le cas de l'adoption de méthodes de production technologiquement nouvelles ou sensiblement améliorées, y compris les méthodes de livraison du produit. Ces méthodes peuvent impliquer des modifications portant sur l'équipement ou l'organisation de la production, ou une combinaison de ces modifications, et peuvent découler de la mise à profit de nouvelles connaissances. Ces méthodes peuvent viser à produire ou à livrer des produits technologiquement nouveaux ou améliorés - qu'il est impossible de produire ou de livrer à l'aide de méthodes classiques - ou essentiellement à augmenter le rendement de production ou l'efficacité de la livraison de produits existants.

- Dépenses d'innovation :

* La recherche et le développement expérimental (R&D) englobe les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme de connaissances ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour concevoir de nouvelles applications, comme des produits ou procédés nouveaux. La construction et l'essai d'un prototype représentant souvent la phase la plus importante du développement expérimental. Le développement de logiciels entre dans la catégorie des activités de R&D, dans la mesure où il fait intervenir un progrès scientifique ou technologique.

* L'acquisition de machines et d'équipements (inclus les logiciels incorporés) liés aux innovations de produits ou de procédés.

* L'acquisition d'autres technologies extérieures liées aux innovations de produits et de procédés prend la forme de brevets, inventions non brevetées, licences, divulgation de savoir-faire, marques, études de conception, modèles et services informatiques ainsi que d'autres services scientifiques et techniques, et logiciels non incorporés liés à l'innovation technologique.

* La conception industrielle, les préparatifs de la production pour le produit technologiquement innovant recouvrent les plans et dessins destinés à définir les procédures, les spécifications techniques et les caractéristiques de fonctionnement nécessaires à la production de produits technologiquement nouveaux et à la mise en œuvre de procédés nouveaux. Elle inclut également les modifications de procédures de production et de contrôle de la qualité, de méthodes et de normes ainsi que les logiciels associés requis pour fabriquer des produits innovants ou pour utiliser des procédés innovants.

* La formation directement liée à l'innovation technologique inclut des dépenses internes et l'acquisition de services de formation extérieure.

* La commercialisation des produits technologiquement nouveaux ou améliorés englobe les activités liées au lancement de produits ou de procédés technologiquement nouveaux. Elle inclut des études de marché préliminaires, la publicité en phase de lancement, mais exclut la constitution de réseaux de distribution pour commercialiser l'innovation.

- La coopération pour innover recouvre une participation active dans des accords de Recherche et Développement ou des projets d'innovation avec d'autres organisations. Cela n'implique pas nécessairement que le partenaire tire un bénéfice commercial de cet accord. De la pure sous-traitance de R&D dans laquelle il n'y a pas participation active n'est pas considérée comme de la coopération.

3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés

Tableau 65 : Les questions utilisées pour identifier les différents types de comportements innovants dans l'enquête CIS2

	OUI	NON
1		
Q1L1	Entre 1994 et 1996 votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits technologiquement nouveaux (ou améliorés) pour votre entreprise ?	
	Si oui, ces produits ont-ils été développés (réponses multiples)	

possibles) ?

Q1L2 - Principalement par d'autres entreprises ou organismes

Q1L3 - Par votre entreprise avec d'autres entreprises ou organismes

Q1L4 - Principalement par votre entreprise

2

Q2L1 **Entre 1994 et 1996 votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des procédés technologiquement nouveaux (ou améliorés) pour votre entreprise ?**

Si oui, ces procédés ont-ils été développés (réponses multiples possibles) ?

Q2L2 - Principalement par d'autres entreprises ou organismes

Q2L3 - Par votre entreprise avec d'autres entreprises ou organismes

Q2L4 - Principalement par votre entreprise

NB : Dans le questionnaire original adressé aux firmes, ces questions sont complétées en annexe par un récapitulatif précisant le sens des expressions 'innovation technologique de produit et de procédé' (TPP), par 'produit technologiquement nouveau', 'technologiquement amélioré' et par 'innovation technologique de procédé'. Ces éléments de définition sont supposés guider le répondant.

Source : Questionnaire de l'enquête CIS2 SESSI

Nous construisons alors a posteriori pour chaque firme i la variable y 'type de comportement innovant' comme suit :

- si Q1L1=0 et Q2L1=0 alors $y_i=0$ (non innovant);
-
- si Q1L1=1 et Q2L1=0 alors $y_i=1$ (innovation de produit);
-
- si Q1L1=0 et Q2L1=1 alors $y_i=2$ (innovation de procédé);
-
- si Q1L1=1 et Q2L1=1 alors $y_i=3$ (innovation de produit&procédé);

4. Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant

Tableau 66 : Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant dans l'enquête CIS2

Type de comportement innovant	Données brutes				Données pondérées par le taux de sondage			
	Fréq.	Pct.	Fréq. Cumulée	Pct. Cumulé	Fréq.	Pct.	Fréq. Cumulée	Pct. Cumulé
Non innovateurs ($y_i=0$)	2086	48.7	2086	48.7	12506.7	58.6	12506.7	58.6
Innovateurs de produits uniquement ($y_i=1$)	556	13.0	2642	61.7	2571.525	12.0	15078.23	70.6
Innovateurs de procédés uniquement ($y_i=2$)	181	4.2	2823	65.9	876.5308	4.1	15954.76	74.7
Innovateurs de produits & procédés ($y_i=3$)	1459	34.1	4282	100.0	5399.002	25.3	21353.76	100.0

Les firmes appartenant aux naf' 10', '11', '12', '13', '40', '41' et '296' ont été éliminées de l'échantillon (c'est à dire les industries extractives et l'armement)

Source : CIS2 SESSI.

Annexe VI : L'enquête Yale2

1. Descriptif

-

L'enquête 'Appropriation technologique' a été réalisée en 1993 par le SESSI.

L'enquête 'appropriation technologique', dite 'YALE2', en référence à une enquête effectuée aux Etats-Unis sur le même sujet au début des années 80, s'inscrit dans un projet international en vertu duquel des enquêtes similaires sont menées aux Etats-Unis, au Japon, et auprès des 800 plus grandes entreprises européennes.

En France, le questionnaire a été adressé à un échantillon représentatif de 2 622 entreprises industrielles de plus de 50 salariés, ayant répondu à l'enquête SESSI 'Innovation 1991'. L'ensemble des entreprises françaises de plus de 1 000 salariés a été interrogé ; le taux de sondage est de 1/2 pour les entreprises de 500 à 1 000 salariés, de 1/3 pour les entreprises de 50 à 500 salariés. Le taux de réponse, très satisfaisant, s'élève à 73%.

La période de référence sur laquelle les entreprises étaient interrogées couvre trois années, de 1990 à 1992.

Le questionnaire

L'entreprise répondait (le plus souvent selon une échelle qualitative à cinq modalités, de négligeable à essentielle) aux questions suivantes :

- les modes de protection des innovations technologiques (efficacité des moyens pour empêcher ou dissuader les concurrents d'imiter leurs innovations, les moyens de rendre difficile ou peu rentable l'imitation, l'existence de contrefaçons ou d'espionnage industriel, la possibilité pour les ingénieurs de diffuser des aspects non confidentiels des nouvelles technologies).
- le recours à la protection par brevet (les objectifs du recours, les déficiences du brevet, l'existence d'un service de propriété industrielle, la fréquence de dépôt).
- la recherche en université et dans les laboratoires publics
- la communication, actuelle et envisagée, entre la Recherche-Développement et les autres fonctions de l'entreprise
- les soutiens des autorités publiques françaises et communautaires et les obstacles à la rentabilité de l'innovation sur les marchés étrangers
- les sources de l'innovation

Définitions

Une entreprise est qualifiée d'innovante lorsqu'elle déclare avoir développé ou introduit des produits ou des procédés technologiquement innovants sur la période.

Une entreprise est considérée comme déposante lorsqu'elle déclare avoir déposé une ou plusieurs demandes de brevet dans au moins une des quatre catégories suivantes : purement français, européen, américain, japonais. [Note:

. **Source :** Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

]

2. Reproduction du questionnaire original

RECOURS A LA PROTECTION PAR BREVETS

6 - Au cours de ces trois dernières années, avez-vous :

	oui	non
6.1 déposé des enveloppes Soieau		
déposé des demandes de brevet		
6.2 purement français		
6.3 européen (éventuellement par voie PCT)		
6.4 américain (éventuellement par voie PCT)		
6.5 japonais (éventuellement par voie PCT)		

Si vous n'avez fait aucune demande de brevet, veuillez passer directement à la question 11.

	oui	non
7 - Pour le dépôt et la gestion de vos brevets, disposez-vous d'un service de propriété industrielle (soit propre à votre firme, soit appartenant au groupe dont vous faites partie) ?		

8 - Déposez-vous des brevets pour (distinguer innovations de produits et innovations de procédés) :

	Produits		Procédés	
	oui	non	oui	non
8.1 dissuader vos concurrents d'imiter vos inventions				
8.2 éviter que vos concurrents ne vous fassent un procès en contrefaçon				
8.3 améliorer votre position dans les négociations avec d'autres firmes grâce à la certification légale de vos découvertes				
8.4 percevoir des revenus (par licence ou cession de brevets)				
8.5 évaluer, ou récompenser, le travail de vos chercheurs				
8.6 accéder aux marchés étrangers dont la réglementation impose la licence des nouvelles technologies à une firme nationale				

9 - Vous arrive-t-il de différer une demande de brevet, parce que vous préférez disposer d'une avancée technologique plus importante :

	oui	non
9.1 pour vos innovations de produits ?		
9.2 pour vos innovations de procédés ?		

10 - Fréquence de dépôt

	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
10.1 Pour quel pourcentage des produits nouveaux introduits sur le marché par votre firme entre 1990 et 1992 avez-vous déposé une demande de brevet ?					
10.2 Pour quel pourcentage des procédés nouveaux introduits sur le marché par votre firme entre 1990 et 1992 avez-vous déposé une demande de brevet ?					

11 - Dans quelle mesure les brevets présentent-ils pour les innovations de votre firme les déficiences suivantes ?

	0	1	2	3	4
11.1 Un brevet est trop coûteux à déposer et à entretenir					
11.2 Un brevet est trop coûteux à défendre					
11.3 Le dépôt d'un brevet n'empêche pas vos concurrents de vous imiter					
11.4 Un brevet divulgue trop d'informations					

QUESTIONNAIRE SUR L'APPROPRIATION TECHNOLOGIQUE (SUITE)

RECHERCHE EN UNIVERSITE ET DANS LES LABORATOIRES PUBLICS

12 - Pour ses innovations, votre firme tire-t-elle profit de la recherche publique, française ou étrangère, par l'une ou l'autre des voies suivantes (plusieurs réponses possibles par ligne) :

	France	Europe	USA	Japon
12.1 Publications, rapports techniques et séminaires scientifiques ou techniques				
12.2 Embauche de jeunes chercheurs ou de boursiers CEFRE				
12.3 Contacts personnels entre les salariés de votre firme et des chercheurs de laboratoires publics ou universitaires				
12.4 Contrats de recherche avec des laboratoires publics ou des universités				
12.5 Accès à la recherche publique par l'intermédiaire d'une filiale de votre groupe				

Si vous n'avez coché aucune réponse pour cette question, veuillez passer directement à la question 14.

13 - En quoi consistent les résultats de la recherche publique auxquels votre firme a accès ?

	0	1	2	3	4
13.1 Connaissances générales issues de la recherche fondamentale					
13.2 Connaissances directement applicables à votre activité					
13.3 Instruments et techniques de recherche					
13.4 Premières versions ou prototypes de produits nouveaux					

R&D ET AUTRES FONCTIONS DE L'ENTREPRISE

14 - Quelle est l'intensité de la communication entre la R&D et les fonctions suivantes dans votre entreprise ?

	Actuellement					Envisagée pour les trois années à venir				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
14.1 Mercatique (marketing)										
14.2 Service des ventes										
14.3 Etudes										
14.4 Méthodes										
14.5 Production										

15 - Quels sont les moyens utilisés pour assurer une meilleure communication entre la R&D et les autres fonctions dans votre entreprise ?

	oui	non
15.1 Rotation du personnel entre services		
15.2 Equipes mixtes (groupes de projet, etc.)		
15.3 Communications écrites ou orales systématiques		
15.4 Regroupement du service de R&D avec un autre service de l'entreprise		

SOUTIENS ET OBSTACLES A LA RENTABILITE DE L'INNOVATION

16 - Dans quelle mesure les pratiques suivantes des autorités publiques françaises et communautaires sont-elles bénéfiques pour l'activité innovatrice de votre firme?

	0	1	2	3	4
16.1 Aides publiques à la recherche (crédits d'impôt, subventions, etc.)					
16.2 Commandes publiques (y c. militaires) de biens innovants					
16.3 Politique de soutien à la recherche publique					
16.4 Fourniture d'informations ou d'assistances technique					
16.5 Promotion de la coopération en matière de recherche (entre firmes, ou entre firmes et instituts de recherche)					
16.6 Mise en place d'agences chargées de rassembler de l'information technologique sur les innovations mises au point dans d'autres pays					

17 - Dans quelle mesure votre firme doit-elle faire face aux problèmes suivants sur les marchés étrangers (européens, nord-américains, japonais) :

	Europe				USA				Japon						
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
17.1 La copie de vos nouvelles technologies par des concurrents locaux															
17.2 Un comportement discriminatoire de l'office des brevets ou des tribunaux locaux															
17.3 Une politique d'achats publics discriminatoire envers les firmes étrangères															
17.4 Des contraintes et des normes défavorisant vos produits innovants															

SOURCES DE L'INNOVATION

18 - Dans quelle mesure l'innovation technologique résulte-t-elle de connaissances scientifiques et techniques en provenance :

	0	1	2	3	4
18.1 Des services de R&D ou d'étude internes à votre entreprise					
18.2 Des autres départements de votre entreprise					
18.3 Du groupe auquel vous appartenez					
18.4 Des laboratoires publics ou des universités					
18.5 De vos fournisseurs					
18.6 De vos clients					
18.7 De la consultation de banques de données, brevets, modèles, etc.					
18.8 Des foires et expositions, conférences, publications professionnelles					

19 - Votre entreprise a-t-elle acquis de nouvelles technologies - y compris en provenance du groupe - par l'une ou l'autre des voies suivantes (plusieurs réponses possibles par ligne) :

	France	Europe	USA	Japon
19.1 R&D sous traitée ou acquise				
19.2 Droits d'utiliser les inventions de tiers (dont cession ou licence de brevets)				
19.3 Analyse des produits concurrents				
19.4 Communications avec vos fournisseurs				
19.5 Communications avec vos clients				

3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés dans l'enquête Yale2

Tableau 67 : Les questions utilisées pour identifier les différents types de comportements innovants dans l'enquête Yale2

Durant les trois dernières années (1990, 1991, OUI (1) NON (0) 1992) l'entreprise a-t-elle mis au point ou introduit ?

aQ211 des produits technologiquement innovants

aQ212 des procédés technologiquement innovants

Nb. : exactement les mêmes questions sont utilisées dans l'enquête communautaire sur l'innovation 1993 (CIS1) pour identifier les comportements innovants.

Nous construisons alors a posteriori pour chaque firme i la variable y 'type de comportement innovant' comme suit :

- Si aQ211=0 et aQ212=0 alors $y_i=0$ (non innovant)
-
- Si aQ211=1 et aQ212=0 alors $y_i=1$ (innovation de produit)
-
- Si aQ211=0 et aQ212=1 alors $y_i=2$ (innovation de procédé)
-
- Si aQ211=1 et aQ212=1 alors $y_i=3$ (innovation de produit & procédé)

3. Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant

Tableau 68 : Répartition des firmes selon leur type de comportement innovant dans l'enquête Yale2

Type de comportement innovant	Données brutes				Données pondérées par le taux de sondage			
	Fréq.	Pct.	Fréq. Cumulée	Pct. Cumulé	Fréq.	Pct.	Fréq. Cumulée	Pct. Cumulé
Non innovateurs ($y_i=0$)	778	43.9	778	43.9	4599.71	49.3	4599.71	49.3
Innovateurs de produits uniquement ($y_i=1$)	317	17.9	1095	61.7	1626.47	17.4	6226.18	66.7
Innovateurs de procédés uniquement ($y_i=2$)	147	8.3	1242	70.0	791.77	8.5	7017.95	75.2
Innovateurs de produits & procédés ($y_i=3$)	532	30.0	1774	100.0	2315.03	24.8	9332.98	100.0

Les firmes appartenant aux naf° 10°, '11', '12', '13', '40', '41' et '296' ont été éliminées de l'échantillon (c'est à dire les industries extractives et l'armement).

ANNEXE VII : L'enquête Compétence

1. Descriptif

-

L'enquête compétence pour innover a été réalisée par le SESSI en 1997 auprès des entreprises industrielles françaises (un échantillon de 5 000 firmes sur les 22 000 de plus de 20 personnes). Le taux de réponses s'est élevé à 83% en nombre d'unités et à plus de 95% en chiffre d'affaires. Les entreprises étaient interrogées sur la détention d'une liste de 73 compétences élémentaires regroupées en 9 grandes compétences complexes.

Pour chacune de ces compétences élémentaires, l'entreprise devait également mentionner si l'exercice de cette compétence relevait de procédures spécifiques ou renvoyait à une pratique informelle.

De même, pour chacune des compétences élémentaires, l'entreprise devait mentionner si la compétence était exercée en interne ou donnait lieu à une sous-traitance extérieure. [Note:

. **Source :** Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

]

2. Reproduction du questionnaire original



Ministère de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications

QUESTIONNAIRE ENQUÊTE LES COMPÉTENCES POUR INNOVER

Ministère de l'Industrie
SESSI
Centre d'Enquêtes Statistiques
Rue Claude Bloch
A21 95
14024 Caen Cedex

Le SESSI

contact pour (tous renseignements) :

Téléphone : 16 (1) 43 19 45 14 Télécopie : 16 (1) 49 19 25 58
Téléphone : 16 (1) 31 45 74 39 Télécopie : (16) 31 45 74 84

MERCI DE RÉPONDRE AVANT LE



Nom du correspondant :
Sa fonction :
Téléphone :
Télécopie :

Cachet et signature de l'entreprise

Ce questionnaire s'adresse aux DIRECTIONS GÉNÉRALES TECHNIQUES de votre entreprise. Le répondant doit avoir une bonne connaissance des activités techniques de l'entreprise ainsi qu'une vue générale sur l'emploi, les investissements et la stratégie poursuivie par l'entreprise. Les informations recueillies doivent concerner VOTRE ENTREPRISE DANS SON ENSEMBLE (unité juridique) : c'est à dire pour l'ensemble de vos établissements. Si une réponse globale vous pose problème, veuillez contacter le correspondant du SESSI (voir ci-dessus) afin d'établir une stratégie de collecte plus adaptée.

Vu l'avis favorable du Conseil National de l'Information Statistique, cette enquête recueille d'intérêt général, est obligatoire. Visez N°95 / 02 du Ministère de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications et du Service chargé de l'Économie régionale pour l'année 1994. Aux termes de l'article 6 de la loi n°101771 du 7 juin 1981 relative au logement, la conservation et le secret en matière de statistiques, les renseignements fournis en réponse au présent questionnaire ne pourront en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle fiscal ou de recensement économique, à moins qu'ils aient été soumis à un autre titre que celui de réponse ou une réponse admettant implicitement l'entraîneur, l'application d'une sanction administrative. Ce questionnaire est soumis à l'obligation d'information, au format et aux modalités de recueil qui résultent de la loi n°101771 du 7 juin 1981 relative au logement. Elle est garantie en tant qu'écrite et de confidentialité pour les données et documents. Ce questionnaire est soumis à la loi n°101771 du 7 juin 1981 relative au logement.

Veuillez cocher la (les) case (s) correspondante (s)

Durant les trois dernières années, 1994, 1995 et 1996, votre entreprise...

	oui	non
1- A-t-elle réalisé des innovations technologiques de produits ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2- A-t-elle réalisé des innovations technologiques de procédés ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3- A-t-elle réalisé des innovations d'esthétique et de design ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4- A-t-elle réalisé des innovations purement commerciales ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5- Est-elle qualifiée ou en cours de qualification ISO 9000 ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DANS LES DOMAINES DE COMPETENCES QUI SUIVENT :
I) INSERER L'INNOVATION DANS LA STRATEGIE D'ENSEMBLE DE L'ENTREPRISE

Apprécier les capacités de l'entreprise à se transformer :

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Contrôlez-vous la qualité et l'efficacité de la production ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Évaluez-vous technologiquement les produits que l'entreprise est susceptible de produire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Évaluez-vous les procédés que l'entreprise est susceptible d'adopter ? ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Évaluez-vous les organisations que l'entreprise est susceptible d'adopter ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Faites-vous un bilan technologique de l'entreprise ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Faites-vous un inventaire des compétences du personnel ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Favorisez-vous la vision globale de l'entreprise par chaque employé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

II) SUIVRE, PREVOIR ET AGIR SUR L'EVOLUTION DE SES MARCHES

Suivre les produits concurrents

Connaitre la demande latente non satisfaite et les réactions du client à l'introduction d'innovations :

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Analysez-vous les produits concurrents ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Analysez-vous les brevets déposés par les concurrents ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Analysez-vous les publications des ingénieurs des concurrents ? ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Analysez-vous la nature (segmentation) et les besoins de la clientèle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Recueillez-vous auprès du service après-vente ou des distributeurs les réactions de la clientèle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Utilisez-vous le produit comme support d'information sur la satisfaction du client (enquêtes d'emballage)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Faites-vous des tests de consommateur final ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Identifiez-vous les besoins émergents ou les comportements de consommation pionniers ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

III) DEVELOPPER LES INNOVATIONS

Agir sur l'organisation et le temps

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Structurez-vous l'entreprise autour de ses projets d'innovation ? ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Impliquez-vous tous les services dans les projets dès leur initiation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Testez-vous le produit ou le procédé innovant dans son contexte opérationnel ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Favorisez-vous le travail en équipe ou en commun pour innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Favorisez-vous la mobilité entre les services pour innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Analysez-vous les défauts et les pannes des nouveaux procédés ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Vous procurez-vous rapidement des équipements technologiquement nouveaux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Vous procurez-vous rapidement des approvisionnements technologiquement nouveaux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IV) ORGANISER ET DIRIGER LA PRODUCTION DE CONNAISSANCE

Favoriser et canaliser la créativité

Évaluer les résultats de la production de connaissance

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Incitez-vous la formulation d'idées nouvelles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Laissez-vous un certain degré d'autonomie à chacun pour innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Valorisez-vous dans l'évaluation individuelle l'originalité et la créativité propre ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Acceptez-vous des composants créés non directement produits ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Récompensez-vous les idées originales lorsqu'elles sont retenues ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Motivez-vous les rejets ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Procédez-vous à une mise en commun des connaissances ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Évaluez-vous votre production collective de savoir par rapport aux concurrents de l'entreprise ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Évaluez-vous la contribution de chacun à la production du savoir ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

V) S'APPROPRIER LES TECHNOLOGIES EXTERIEURES

Identifier, évaluer et absorber les technologies extérieures :

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Connaissez-vous les technologies des concurrents ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Connaissez-vous les technologies du futur (veille technologique) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Testez-vous les technologies extérieures ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Faites-vous de la R&D ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Sous-traitez-vous ou acquérez-vous de la R&D ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Effectuez-vous de la R&D en coopération avec d'autres entreprises ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Effectuez-vous de la R&D en coopération avec des institutions publiques de R&D ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Utilisez-vous les inventions d'un tiers (brevets, licences) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Recrutez-vous des employés de haute qualification scientifique pour innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 - Avez-vous acheté des entreprises, en totalité ou en partie, pour innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 - Participez-vous à des joint-ventures, à des alliances stratégiques et autres formes de coopération pour innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - Êtes-vous sous-traitant pour des composants hautement technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - Absorberez-vous la connaissance incorporée aux équipements et aux composants innovants ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VI) GERER ET DEFENDRE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE

Brevets, dessins et modèles, marques

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Innovez-vous en permanence et/ou accélérez-vous le rythme des innovations ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Choisissez-vous de déposer (ou de ne pas déposer) un titre de propriété industrielle en fonction du bénéfice global de l'entreprise ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Intégrez-vous le risque de copie et imitation dès la conception des produits ou procédés ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4 - Surveillez-vous l'existence et la diffusion des copies et imitations ?	<input type="checkbox"/>					
5 - Compentez-vous judiciairement la copie et l'imitation ?	<input type="checkbox"/>					
6 - Agissez-vous de manière à dévaloriser les copies et imitations aux yeux des clients et de la distribution ?	<input type="checkbox"/>					
7 - Identifiez-vous vos savoirs et savoir-faire stratégiques ?	<input type="checkbox"/>					
8 - Identifiez-vous les personnes détenant les savoirs stratégiques ?	<input type="checkbox"/>					
9 - Sensibilisez-vous le personnel au caractère stratégique et confidentiel de ces savoirs ?	<input type="checkbox"/>					
10-Contrôlez-vous la communication sur les savoirs stratégiques ?	<input type="checkbox"/>					
11-Motivez-vous spécifiquement les personnes détenant les savoirs stratégiques (rémunérations, carrières) ?	<input type="checkbox"/>					
12-Garantissez-vous en cas de départ la conservation par l'entreprise du maximum des savoirs stratégiques ?	<input type="checkbox"/>					

VII) GERER LES RESSOURCES HUMAINES DANS UNE PERSPECTIVE D'INNOVATION

Recruter, évaluer, former

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Repérez-vous les spécialistes actuels et à venir sur le marché ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Évaluez-vous, à l'embauche, la propension à innover ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Évaluez-vous, à l'embauche, la capacité à travailler en équipe ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Rendez-vous transparente l'évaluation de chacun et la récompense des meilleurs ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Rendez-vous transparentes les règles de mobilité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Évaluez-vous les besoins en formation de chacun ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Sensibilisez-vous chacun à demander et choisir une formation adaptée ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Évaluez-vous les retombées de la formation sur l'innovation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10-Récompensez-vous les formations utiles à l'entreprise ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VIII) FINANCER L'INNOVATION

Évaluer les coûts et trouver les financeurs

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Anticipez-vous l'ensemble des coûts liés à une innovation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Évaluez-vous a posteriori le coût d'anciennes innovations ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Connaissez-vous les modes de financement privés et publics de l'innovation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Communiquez-vous en direction des financeurs potentiels de l'innovation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IX) VENDRE L'INNOVATION

un produit innovant, la firme innovante

			à l'aide de procédures spécifiques		en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise	
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
1 - Avez-vous une stratégie d'offre promotionnelle spécifique pour le nouveau produit ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Déterminez-vous la cible, le média et le type de message de la publicité pour le nouveau produit ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Donnez-vous une image "innovante et d'avant-garde" à l'entreprise (locaux, communication, documents publiés) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Identification des innovateurs de produits / procédés / produits & procédés

Tableau 69 : Les questions utilisées pour identifier les différents types de comportements innovants dans l'enquête Compétence

Durant les trois dernières années, 1994, 1995, 1996, votre entreprise ... OUI (1) NON (0)

- 1 A-t-elle réalisé des innovations technologiques de produits ?
- 2 A-t-elle réalisé des innovations technologiques de procédés ?
- 3 A-t-elle réalisé des innovations d'esthétique et de design ?
- 4 A-t-elle réalisé des innovations purement commerciales ?
- 5 Est-elle qualifiée ou en cours de qualification ISO9000 ?

Nous construisons alors a posteriori pour chaque firme i la variable y 'type de comportement innovant' comme suit :

- si $1=0$ et $2=0$ alors $y_i=0$ (non innovateur);
-
- si $1=1$ et $2=0$ alors $y_i=1$ (innovateur de produit uniquement);
-
- si $1=0$ et $2=1$ alors $y_i=2$ (innovateur de procédé uniquement);
-
- si $1=1$ et $2=1$ alors $y_i=3$ (innovateur de produit & procédé);

ANNEXE VIII : L'enquête CIS2, une enquête atypique ?

Un rapide survol descriptif de la distribution des comportements innovants observés dans CIS2 nous a amenés à ne pas retenir cette enquête dans notre travail. Elle semble en effet produire des résultats sujets à questionnement sous deux rapports :

- En premier lieu une comparaison avec des enquêtes françaises similaires indique une distribution particulièrement 'atypique' des différents types de comportements innovants.
-
- Secondement, lorsqu'on apparie cette enquête avec l'enquête compétence qui porte sur la même période on observe pour les firmes présentes dans les deux échantillons un faible niveau de concordance dans leurs réponses à des questions pourtant très proches.

1. Comparaison de la distribution des comportements innovants dans l'enquête CIS2 avec d'autres enquêtes apparentées

Nous avons comparé la distribution des comportements innovants déclarés dans différentes enquêtes françaises depuis le début des années 90. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 70 ci-dessous.

Tableau 70 : Comparaison de la distribution des comportements innovants selon différentes enquêtes

Type de comportement	Sur données brutes					Après correction du taux de sondage				
	Inno90	CIS1	Yale2*	CIS2	Compétence	Inno90	CIS1	Yale2*	CIS2	Compétence
Période de référence	[86-90]	[90-92]	[90-92]	[94-96]	[94-96]	[86-90]	[90-92]	[90-92]	[94-96]	[94-96]
Non innovateurs ($y_i=0$)	42,2	56,8	43,9	48,7	42,2	43,2	61,2	49,3	58,6	50,8
Innovateurs de produits uniquement ($y_i=1$)	11,6	12,7	17,9	13	14,8	11,7	12,2	17,4	12	14,7
Innovateurs de procédés	10,6	9,3	8,3	4,2	9,5	10,6	9,6	8,5	4,1	10

uniquement

($y_i=2$)

Innovateurs de produits & procédés ($y_i=3$)

35,6	21,2	30	34,1	33,5	34,4	17	24,8	25,3	24,5
------	------	----	------	------	------	----	------	------	------

* ne porte que sur les firmes de 50 salariés et plus

Les résultats de ces enquêtes ne sont pas tous directement comparables. Il y a différentes raisons à cela :

-

Les périodes d'investigations ne sont pas les mêmes. On peut ainsi s'attendre à ce que les différentes distributions observées dans des enquêtes réalisées à des dates différentes soient, au moins partiellement, le produit de situations conjoncturelles particulières.

-

Les questions employées pour identifier les comportements innovants ne sont pas strictement les mêmes d'un questionnaire à l'autre. Ce point est particulièrement frappant pour l'enquête innovation 1990.

-

Les durées d'observation varient. En particulier l'enquête Innovation 90 porte sur une période de 5 ans alors que les autres couvrent des périodes de 3 ans. Il est ainsi logique d'observer une plus forte proportion de firmes innovantes dans l'enquête Innovation 90 que dans les autres.

-

Les populations parents ne sont pas toujours les mêmes. En particulier l'enquête Yale2 ne s'adresse qu'aux firmes de plus de 50 salariés. Par rapport aux trois autres enquêtes adressées aux firmes de plus de 20 salariés il est logique d'observer une sur représentation des firmes innovantes et un biais en faveur des comportements d'innovation de produits et de produits & procédés qui sont plus fréquemment observés chez des grandes firmes que chez les petites.

Malgré ces différences notables deux conclusions 'appréciatives' générales fortes peuvent être dégagées :

-

La première porte sur la distribution des comportements innovants parmi les firmes industrielles françaises au cours des années 86-96. **Quelle que soit l'enquête considérée les proportions des différents comportements innovants peuvent être classées dans le même ordre croissant : procédé < produit < produit & procédé < non-innovation.**

-

L'enquête CIS2 recense une proportion extrêmement faible d'innovateurs de procédés (4%) alors que dans les autres enquêtes elle est 2 voire 2,5 fois plus élevée. De telles différences de proportions (du simple au double) ne s'observent pas pour les autres types de comportements innovants. Cette 'sous-représentation' des comportements d'innovation de procédés traduit à notre sens sans doute plus une spécificité de l'enquête CIS2 que le reflet d'une disparition totale des innovateurs de procédés purs. Ce point de vue va être étayé dans le paragraphe suivant.

2. Comparaison des réponses relatives au type de comportement innovant dans les enquêtes CIS2 et Compétence

Comme indiqué dans leurs fiches signalétiques respectives, les enquêtes CIS2 et Compétence (Annexe V et Annexe VII) couvrent des périodes de temps comparables [1994-1996] et emploient des définitions proches de l'innovation. Autrement dit les firmes sondées simultanément dans les deux enquêtes devraient faire les mêmes déclarations. La proportion de firmes déclarant les mêmes comportements innovants dans les deux enquêtes serait alors une indicatrice de cohérence des réponses ou au moins de fiabilité. En toute logique on peut a priori prévoir une forte similitude des réponses^{note226}.

Contrairement à toute attente, ainsi que l'indiquent le Tableau 71 et le Tableau 72 ci-dessous pour les 3414 firmes présentes à la fois dans les enquêtes CIS2 et compétence, la proportion de firmes ayant déclaré des comportements innovants identiques est de seulement 60%.

Tableau 71 : Croisement des enquêtes CIS2 et Compétence (données brutes)

Fréquence Pourcentage Pourcentage en ligne Pourct. Col. CIS2	Données brutes				Total
	Compétences				
	Non innovateur	Innovateur de produit uniquement	Innovateur de procédé uniquement	Innovateur de produit & procédé	
Non innovateur	1088	162	159	229	1638
	31.87	4.75	4.66	6.71	47.98
	66.42	9.89	9.71	13.98	
	78.61	31.89	47.46	19.29	
Innovateur de produit uniquement	100	143	27	181	451
	2.93	4.19	0.79	5.30	13.21
	22.17	31.71	5.99	40.13	
	7.23	28.15	8.06	15.25	
Innovateur de procédés uniquement	45	14	49	37	145
	1.32	0.41	1.44	1.08	4.25
	31.03	9.66	33.79	25.52	
	3.25	2.76	14.63	3.12	
Innovateur de produit et procédés	151	189	100	740	1180
	4.42	5.54	2.93	21.68	34.56
	12.80	16.02	8.47	62.71	
	10.91	37.20	29.85	62.34	
Total	1384	508	335	1187	3414
	40,5414,889,8134,77				

Tableau 72 : Croisement des enquêtes CIS2 et Compétence (données pondérées)

Fréquence	Données corrigée du taux de sondage				
Pourcentage					
Pourcentage en ligne	Compétences				
Pourct. Col.					
CIS2	Non innovateur	Innovateur de produit uniquement	Innovateur de procédé uniquement	Innovateur de produit & procédé	Total
Non innovateur	1497.4	189.09	177.31	241.68	2105.5
	43.86	5.54	5.19	7.08	61.67
	71.12	8.98	8.42	11.48	
	81.94	38.98	49.69	32.46	
Innovateur de produit uniquement	124.73	140.87	25.293	115.2	406.08
	3.65	4.13	0.74	3.37	11.89
	30.71	34.69	6.23	28.37	
	6.82	29.04	7.09	15.47	
Innovateur de procédés uniquement	46.52	15.14	54.736	23.598	139.99
	1.36	0.44	1.60	0.69	4.10
	33.23	10.81	39.10	16.86	
	2.55	3.12	15.34	3.17	
Innovateur de produit et procédés	158.88	140.04	99.505	364	762.43
	4.65	4.10	2.91	10.66	22.33
	20.84	18.37	13.05	47.74	
	8.69	28.87	27.88	48.89	
Total	1827,54	485,13	356,84	744,47	3414

53,5314,2110,4521,81

L'examen plus attentif des tableaux croisés montre deux phénomènes surprenants :

-

Les déclarations de non-innovation sont environ 7% plus nombreuses dans l'enquête CIS2 que dans l'enquête Compétence.

-

La catégorie des innovateurs de procédés uniquement serait très mal appréhendée (14% des firmes déclarant des innovations de procédés dans l'enquête compétence déclareraient aussi des innovations de procédés dans l'enquête CIS2). Ces innovateurs seraient sous représentés dans l'enquête CIS2 dans laquelle ils sont très souvent classés comme non-innovants.

Comment expliquer ces deux phénomènes ?

Deux explications peuvent être invoquées, il est difficile de savoir laquelle est prépondérante (si tant est que l'une domine l'autre) :

- Les termes sont laissés à la libre appréciation de chacun des répondants dans l'enquête Compétence alors que dans l'enquête CIS2, en fin de questionnaire un feuillet précise le sens des principaux termes employés^{note227}. En circonscrivant mieux l'innovation on aurait ainsi limité le nombre de déclarations d'innovations. Ceci signifierait que les représentations subjectives des firmes en matière d'innovation sont plus souples que ce que suggère l'analyse économique. La forte 'sous-représentation' des innovateurs de procédés s'expliquerait par l'écart particulièrement fort qui existerait entre des conceptions subjectives très larges et une définition économique plus étroite.
-

Les déclarations de comportement innovant interviennent en début de questionnaire et servent à 'filtrer' les répondants. Les firmes ne déclarant pas d'innovation sont ainsi priées de se reporter directement en fin de questionnaire alors que les autres doivent répondre à l'ensemble des questions. Ce principe de 'filtrage' à partir des déclarations d'innovation est commun aux deux questionnaires mais l'incitation à biaiser les réponses pour être reporté en fin de questionnaire n'est pas la même. En effet, dans l'enquête CIS2 les firmes innovantes sont amenées à fournir des **indications quantitatives** relatives à leurs dépenses de recherche alors que dans l'enquête Compétence aucune précision quantitative n'est demandée. Compte tenu de la difficulté à fournir ce type d'indications chiffrées, on peut alors supposer que l'incitation à biaiser les réponses serait plus importante dans CIS2 que dans Compétence. Cette hypothèse est compatible avec l'observation d'une 'sur-représentation' des comportements non innovants dans CIS2 par rapport à Compétence. En outre, on peut penser que le coût supplémentaire d'une réponse quantitative est lié à la taille des firmes (*via* entre autres l'existence d'un service statistique spécialisé). Or nous savons par ailleurs que les innovateurs de procédés sont en moyenne de taille inférieure aux innovateurs de produits et de produits & procédés. On comprendrait ainsi mieux pourquoi la population des innovateurs de procédés est très fortement 'sous-représentée' dans CIS2 par rapport non seulement à l'enquête compétence mais aussi par rapport aux autres enquêtes françaises sur le sujet (Innovation 90, CIS1, Yale2).

Les éléments qui viennent d'être évoqués militent en faveur d'une utilisation limitée des données de l'enquête CIS1 pour l'étude des types de comportements innovants adoptés par les firmes. D'une part la distribution des déclarations de comportements innovants ne serait pas vraiment représentative des comportements effectivement adoptés (en particulier les comportements d'innovation de procédés seraient sous représentés). D'autre part, dans la mesure où elle semble présenter des spécificités difficilement contrôlables en termes de filtre et d'annexe avec définitions, la comparaison des résultats avec ceux des autres enquêtes semble compromise ou au moins peu opportune.

ANNEXE IX : Croisement des enquêtes CIS1 et Yale2

Comme indiqué en Annexe VI, les enquêtes CIS1 et Yale2 ont été réalisées la même année et portent sur les mêmes périodes de temps ([1990-1992]). Qui plus est, les questions employées pour identifier les comportements innovants sont comparables. Les réponses des firmes ayant été simultanément sondées dans les deux enquêtes peuvent donc être comparées (soit un total de 239 firmes de plus de 50 salariés). En l'absence d'effet propre à chaque questionnaire les déclarations des firmes devraient être identiques dans les deux enquêtes. La possibilité de comparer les résultats de ces deux enquêtes sera d'autant plus forte que la proportion de réponses concordantes sera élevée. Le tableau 73 et le tableau 74 synthétisent les résultats obtenus selon que l'on tient compte des taux de sondage ou non. Dans les deux cas on constate que plus de 90% des firmes sondées simultanément dans les deux enquêtes ont des déclarations cohérentes.

Tableau 73 : Croisement des enquêtes CIS1 et Yale2 (données brutes)

Fréquence	Données brutes
Pourcentage	

Pourct. en ligne Pourct. col	Yale 2		Innovateur de produit & procédé	Total
	Non innovateur uniquement	Innovateur de procédé uniquement		
CIS1 Non innovateur	36	0	3	38
	14.64	0.00	1.26	15.90
	92.00	0.00	7.89	
	97.22	0.00	1.97	
Innovateur de produit uniquement	029	0	2	31
	0.1113	0.00	0.84	12.97
	0.9055	0.00	6.45	
	0.7050	0.00	1.32	
Innovateur de procédé uniquement	10	11	0	12
	0.400	4.60	0.00	5.02
	8.80	91.67	0.00	
	20.80	100.00	0.00	
Innovateur de produit & procédé	011	0	147	158
	0.460	0.00	61.51	66.11
	0.606	0.00	93.04	
	0.7050	0.00	96.71	
Total	360	11	152	239
	156.74	4,6	63,6	

Tableau 74 : Croisement des enquêtes CIS1 et Yale2 (données pondérées)

Fréquence Pourcentage Pourcentage en ligne Pourct. Col.	Données corrigée du taux de sondage				
	Non innovateur	Innovateur de produit uniquement	Innovateur de procédé uniquement	Innovateur de produit & procédé	Total
CIS1 Non innovateur	37.378	0	0	3.1732	40.551
	15.63	0	0	1.33	16.96
	92.17	0	0	7.83	
	98.28	0	0	2.19	
Innovateur de produit uniquement	0	32.637	0	0.8747	33.511
	0	13.65	0	0.37	14.01
	0	97.39	0	2.61	

	0	70.92	0	0.6	
Innovateur de procédé uniquement	0.6525	0	10.441	0	11.094
	0.27	0	4.37	0	4.64
	5.88	0	94.12	0	
	1.72	0	100	0	
Innovateur de produit & procédé	0	13.38	0	140.59	153.97
	0	5.6	0	58.79	64.39
	0	8.69	0	91.31	
	0	29.08	0	97.2	
Total	38	46	10.45	144.6	239
	15.9	19.24	4.37	6.49	

Cette forte cohérence indique que les déclarations de comportement innovant ont suivi la même logique dans les deux enquêtes (à quelques différences marginales près). Les populations d'innovateurs de produits, de procédés, de produits & procédés et de non innovants sont donc déterminées suivant des règles similaires dans les deux enquêtes. Ceci nous permet de comparer les résultats des deux enquêtes.

Annexe X : Distribution des comportements innovants par secteurs

Tableau 75 : Distribution des comportements innovants par secteurs (données brutes)

Secteur	Effectif sondé	Proportions 1		Produits	Procédés	Produits & Procédés
		Innovant	Non innovant			
14 Autres industries extractives	75	0,23	0,77	0,04	0,09	0,09
17 Industrie textile	216	0,37	0,63	0,09	0,11	0,17
18 Industrie de l'habillement et des fourrures	234	0,15	0,85	0,05	0,06	0,04
19 Industrie du cuir et de la chaussure	99	0,27	0,73	0,04	0,13	0,10
20 Travail du bois et Fab. d'articles en bois	132	0,25	0,75	0,06	0,08	0,11
21 Industrie du papier et du carton	145	0,38	0,62	0,09	0,08	0,21
22 Edition, imprimerie, reproduction	271	0,31	0,69	0,04	0,17	0,09
23 Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	16	0,81	0,19	0,25	0,06	0,50
24 Industrie chimique	170	0,64	0,36	0,20	0,07	0,37
244 Pharmacie	65	0,58	0,42	0,15	0,12	0,31
25 Industrie du caoutchouc et des plastiques	229	0,51	0,49	0,11	0,06	0,34
26 Fab. d'autres produits minéraux non métalliques	135	0,50	0,50	0,14	0,12	0,24
261 Verre	34	0,47	0,53	0,03	0,12	0,32

27	Métallurgie	103	0,50	0,50	0,07	0,15	0,28
28	Travail des métaux	717	0,32	0,68	0,08	0,10	0,13
29	Fab. de machines et équipements	419	0,61	0,39	0,24	0,10	0,27
31	Fab. de machines et appareils électriques	148	0,69	0,31	0,28	0,03	0,38
32	Fab. d'équipements de radio, télévision et communication	76	0,63	0,37	0,18	0,09	0,36
33	Fab. d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	166	0,66	0,34	0,29	0,02	0,35
34	Industrie automobile	99	0,56	0,44	0,18	0,08	0,29
35	Fab. d'autres matériels de transport	44	0,57	0,43	0,18	0,11	0,27
353	Aéronaut	22	0,82	0,18	0,14	0,14	0,55
36	Fab. de meubles ; industries diverses	210	0,32	0,68	0,09	0,07	0,16
	Total	3825	0,43	0,57	0,13	0,09	0,21

1 Les calculs de fréquences et de proportions sont effectués sur données brutes.

N.B. : pour trois secteurs (24 , 26 et 35) nous avons effectué une scission en deux afin de rendre nos résultats comparables avec ceux des enquêtes sur la R&D. Nous distinguons ainsi les secteurs 24 / 241, 26 / 261 et 35 / 351.

Source : CIS1 SESSI

ANNEXE XI : Principales caractéristiques descriptives des comportements innovants et des objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1

Nous proposons dans cette annexe une analyse descriptive des comportements innovants (a) et des objectifs de l'innovation (b) dans l'enquête CIS1.

1. Les types de comportements innovants

Ce premier paragraphe sera structuré en 4 points. Dans un premier point nous présentons la distribution brute des comportements innovants. Nous explorons ensuite l'impact de l'appartenance sectorielle sur le type de comportement innovant avant de nous pencher sur l'effet de la taille des firmes. Finalement, nous présentons un premier croisement de la variable type de comportement innovant et des variables relatives aux objectifs / questionnements ayant initié le changement technologique.

a. Distribution des comportements innovants

Le Tableau 76 ci-dessous indique la répartition des firmes par type de comportement innovant dans l'enquête CIS1.

Tableau 76 : Répartition des firmes innovantes dans l'enquête CIS1 par type de comportement innovant

Type d'innovation	Données brutes (1)			Données corrigées du taux de sondage		
	Fréquence	Proportion du total	Proportion de la population innovante	Fréquence	Proportion du total	Proportion de la population innovante

Non innovante	2 177	0,57		2 342	0,61	
Produit	482	0,13	0,29	463	0,12	0,31
Procédé	356	0,09	0,22	367	0,10	0,25
Produit&procédé	810	0,21	0,49	650	0,17	0,44
Total CIS1	3825 (2)			3822 (2)		

(1) Il s'agit de fréquences absolues non pondérées par le taux de sondage.

(2) Le total sur données brutes n'est pas égal au total sur données pondérées car pour 3 observations les pondérations sont invalides

Source : CIS1 SESSI

On observe que la majorité des firmes sondées se déclarent non innovantes (61%). Parmi les firmes innovantes ce sont celles qui innoveront en produits & procédés qui représentent le principal effectif (17% de l'effectif sondé et 44% des firmes innovantes). Viennent ensuite les innovateurs de produits uniquement (31% des firmes innovantes) et finalement les innovateurs de procédés uniquement (25% des firmes innovantes).

b. Appartenance sectorielle et type de comportement innovant

Les études sur le cycle de vie du produit suggèrent déjà depuis longtemps l'idée selon laquelle en fonction de leurs principaux secteurs d'activités toutes les firmes n'auraient pas les mêmes probabilités d'innovation en produits et en procédés. Le tableau 77 ci-dessous confirme cette idée.

Tableau 77 : Distribution des comportements innovants par secteur

Secteur	Effectif sondé	Somme des pondérations normalisées	Proportions dans le secteur 1				
			Innovant	Non innovant	Produits	Procédés	Produits & Procédés
14 Autres industries extractives	75	60,30	0,21	0,79	0,04	0,09	0,07
17 Industrie textile	216	244,33	0,37	0,63	0,10	0,11	0,16
18 Industrie de l'habillement et des fourrures	234	246,63	0,14	0,86	0,05	0,06	0,03
19 Industrie du cuir et de la chaussure	99	90,15	0,24	0,76	0,05	0,13	0,07
20 Travail du bois et Fab. d'articles en bois	132	129,55	0,24	0,76	0,06	0,07	0,11
21 Industrie du papier et du carton	145	115,27	0,34	0,66	0,09	0,08	0,17
22 Edition, imprimerie, reproduction	271	333,49	0,30	0,70	0,04	0,18	0,08
23 Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	16	8,89	0,79	0,21	0,27	0,08	0,44
24 Industrie chimique	170	144,33	0,58	0,42	0,22	0,08	0,29
244 Pharmacie	65	49,10	0,58	0,42	0,18	0,13	0,27
25 Industrie du caoutchouc et des plastiques	229	227,91	0,47	0,53	0,11	0,06	0,30

26	Fab. d'autres produits minéraux non métalliques	135	125,94	0,48	0,52	0,15	0,11	0,21
261	Verre	34	33,99	0,23	0,77	0,01	0,12	0,09
27	Métallurgie	103	82,43	0,40	0,60	0,08	0,17	0,16
28	Travail des métaux	717	787,01	0,29	0,71	0,08	0,10	0,11
29	Fab. de machines et équipements	419	410,71	0,57	0,43	0,24	0,10	0,24
31	Fab. de machines et appareils électriques	148	133,33	0,61	0,39	0,26	0,03	0,32
32	Fab. d'équipements de radio, télévision et communication	76	84,56	0,54	0,46	0,21	0,12	0,21
33	Fab. d'instr. médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	166	155,99	0,64	0,36	0,29	0,02	0,33
34	Industrie automobile	99	90,47	0,47	0,53	0,18	0,09	0,21
35	Fab. d'autres matériels de transport	44	33,50	0,51	0,49	0,19	0,12	0,20
353	Aéronaut	22	15,60	0,73	0,27	0,08	0,23	0,42
36	Fab. de meubles ; industries diverses	210	218,55	0,30	0,70	0,08	0,07	0,15
Total		3825	3 822					
Proportion dans l'échantillon				0,43	0,67	0,31	0,25	0,44
Proportions moyennes (moyennes des 23 proportions sectorielles)				0,39	0,61	0,12	0,10	0,17

1 Les calculs de fréquences et de proportions sont effectués sur données pondérées. Le même tableau à partir de données brutes est reproduit en annexe X, tableau 75.

N.B. : pour trois secteurs (24 , 26 et 35) nous avons effectué une scission en deux afin de rendre nos résultats comparables avec ceux des enquêtes sur la R&D. Nous distinguons ainsi les secteurs 24 / 244, 26 / 261 et 35 / 353.

Source : Enquête CIS1 SESSI

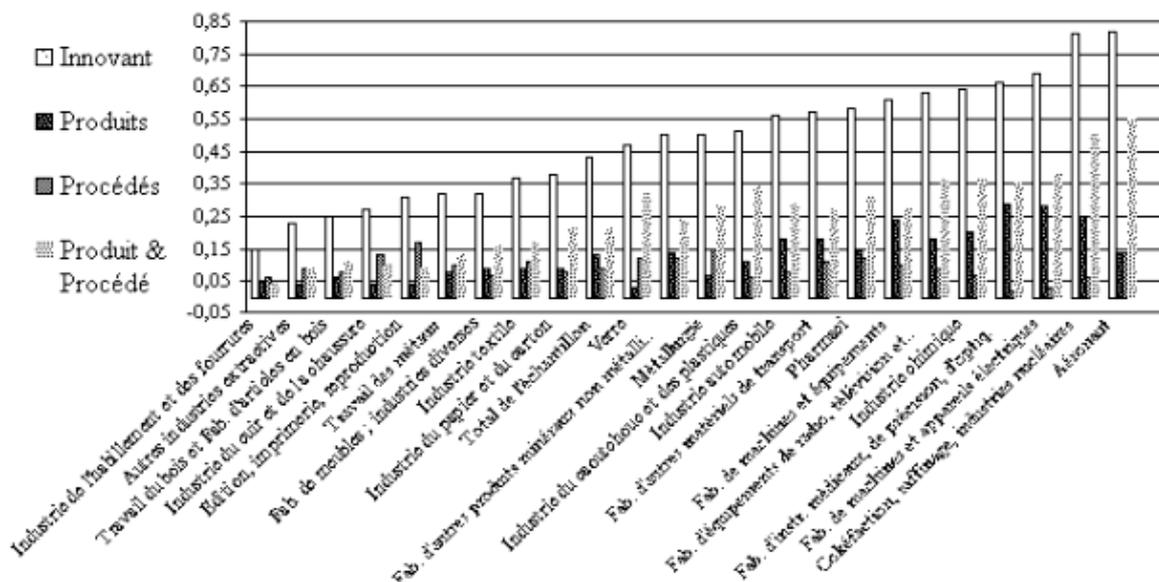


Figure 25 : Distribution des types de comportement innovant par secteur dans l'enquête CIS1

[Note:

2. Source : CIS1 SESSI et Tableau 77

]

Bien que notre objectif ici ne soit pas de proposer une analyse sectorielle approfondie de l'innovation, quelques faits marquants méritent d'être soulignés. Le tableau 77 montre en particulier que selon les secteurs la proportion globale de firmes innovantes varie très fortement (elle va d'un minimum de 15% de firmes innovantes dans l'industrie de 'l'Habillement et des fourrures' à un maximum de 82% dans 'l'Aéronautique').

Tableau 78 : Corrélations entre types de comportements innovants au niveau sectoriel (CIS1)

Types de comportements innovants (exprimés en % du nombre total de firmes dans le secteur)			
	% Innovantes	% Produit	% Procédé
% Produit	0,82(1)		
	0,00 (2)-		
% Procédé	0,04	-0,42	
	0,86	0,05	
% Produit & Procédé	0,96	0,73	-0,04
	0,00	0,00	0,85

Nombre d'observations = 23 secteurs

(1) coefficients de corrélation de Pearson
calculés sur données sectorielles

(2) Prob> |R| sous Ho:Rho=0

Source : CIS1 SESSI et tableau 77

En outre comme le suggère la figure 25 et l'indique explicitement le tableau 78 ci-dessus la proportion globale de firmes innovantes dans les secteurs (*variable que l'on peut interpréter comme une mesure des opportunités*

technologiques sectorielles) s'accompagne aussi d'une évolution qualitative des comportements innovants. C'est ainsi qu'on trouve dans les secteurs où la proportion de firmes innovantes est la plus élevée les plus fortes proportions de firmes innovantes en produits et en produits & procédés. On observe par ailleurs une forte complémentarité entre innovations de produits & procédés et innovations de produits qui ne se retrouve pas avec l'innovation de procédés. Finalement, les proportions sectorielles d'innovateurs de produits uniquement et de procédés uniquement tendraient à être négativement corrélées. Ces éléments convergent pour indiquer (conformément aux études sur le cycle de vie du produit) que les comportements d'innovation de procédés s'observent essentiellement dans des secteurs peu dynamiques d'un point de vue technologique (caractérisés par de faibles niveaux d'opportunités technologiques) alors que les comportements d'innovation de produits et de produits & procédés seraient en revanche beaucoup plus présents dans les secteurs technologiquement dynamiques (offrant de fortes opportunités technologiques).

Dans une perspective micro-économique, il importera donc par la suite de contrôler explicitement cette composante sectorielle. Ce contrôle peut être réalisé de trois manières différentes :

-
- en estimant pour chaque secteur l'ensemble des coefficients du modèle,
-
- à l'aide de variables muettes sectorielles qui captent des 'effets fixes sectoriels',
-
- en incluant une ou des variables représentatives des différences structurelles existant entre les secteurs.

La première méthode est la plus 'fidèle' mais elle nécessite l'estimation d'un nombre très important de coefficients. Elle est à ce titre rarement employée faute d'observations. La seconde technique est plus économe en termes d'observations mais peut parfois aussi se révéler trop exigeante en observations lorsque l'échantillon à disposition est très restreint. Dans ces cas-là, la troisième méthode peut être d'une grande utilité puisque (au prix souvent d'une réduction du pouvoir prédictif du modèle) elle permet de contrôler le nombre de variables structurelles employées. En outre, alors que les deux premières techniques ont uniquement la capacité de déceler des différences intersectorielles mais pas de les expliquer, cette dernière méthode permet de proposer et de tester des variables explicatives. Dans notre cas, l'utilisation de la variable 'proportion sectorielle de firmes innovantes' plutôt que d'un jeu de variables muettes sectorielles entraîne certes une réduction de la vraisemblance du modèle mais permet en revanche une interprétation économique des résultats en termes d'opportunité technologique sectorielle (sur ce sujet voir l'annexe XII).

c. Taille des firmes et type de comportement innovant

Tableau 79 : Distribution des comportements innovants en fonction de la taille des firmes dans l'enquête CIS1

Taille	Nb.	Nb.	Pct.	Distribution des firmes innovantes			
				Quantile (2)	Obs.(1)	Obs. r	Obs. r
1 Petite	157	183,86	12,43%	24%	32%	34%	34%
2	210	239,15	16,16%	31%	32%	29%	38%
3 médiane	268	299,86	20,27%	39%	40%	29%	31%
4	328	336,78	22,76%	43%	33%	22%	45%
5 Grande	685	419,94	28,38%	58%	22%	18%	60%
Total	1 648	1479,6					

Proportion dans l'échantillon	43%	31%	25%	44%
Proportions moyennes (moyennes des 5 quantiles)	39%	32%	26%	42%

(1) Nb. Obs. : effectif brut de firmes innovantes observées dans chaque classe de taille ; Nb. Obs. r : effectif de firmes innovantes observé dans chaque classe de taille après redressement par le taux de sondage. Compte tenu des méthodes d'échantillonnage (plus fort taux de sondage des grandes firmes que des petites), de la taille supérieure à la moyenne des firmes innovantes et de la normalisation des pondérations à la taille de l'échantillon on observe mécaniquement que l'effectif innovant après redressement (1480) est plus faible que l'effectif innovant sondé brut (1648).

(2) Les quantiles sont définis au niveau sectoriel de la NAF à deux indices. On en a calculé 5 (5*20%) sur la base des Chiffres d'affaires hors taxes en 1992 de l'ensemble des firmes répertoriées dans l'EAE et composant chacun des secteurs pris en compte dans l'étude.

(3) Le pourcentage de firmes innovantes est défini par rapport à l'ensemble des firmes sondées (innovantes + non innovantes).

(4) Les pourcentages de firmes innovantes en produits, procédés et produits & procédés sont uniquement définis par rapport à l'ensemble des firmes innovantes.

Source : CIS1 SESSI EAE 1992

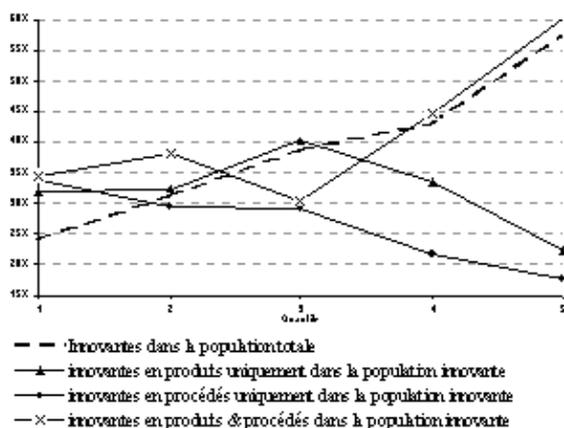


Figure 26 : Evolution des comportements innovants en fonction de la taille(1) des firmes dans l'enquête CIS1

[Note:

2. (1) La taille est mesurée de manière discrète par le quantile d'appartenance des firmes. Nous distinguons 5 quantiles définis pour chaque secteur de la NAF à deux indices. Le quantile 1 correspond aux 20% des firmes les plus petites ; le quantile 5 aux 20% des plus grandes firmes.

Source : CIS1 SESSI, données extraites du tableau 83

]

Trois remarques peuvent être faites sur le tableau 79 et la figure 26 qui se confirment même lorsque l'on affine la mesure de la taille des firmes en utilisant des déciles (annexe XIII). Premièrement, la proportion de firmes innovantes en procédés uniquement décroît en fonction de la taille des firmes à partir d'un maximum observé chez les plus petites firmes (quantile 1). Secondement, la proportion de firmes innovantes en produits uniquement suit une évolution en parabole avec un maximum pour des tailles médianes (quantile 3). Finalement, la proportion de firmes innovantes en produits & procédés est stable voire décroissante pour les firmes de taille inférieure ou égale à la médiane (quantile 3) puis augmente fortement au-delà.

Ces éléments militent en faveur d'une prise en compte explicite (et pas forcément linéaire) de la taille des firmes pour la modélisation des types de comportements innovants. On note aussi par contraste avec les conclusions théoriques que la taille des firmes^{note230} semble exercer un effet défavorable sur l'innovation de procédé.

d. Types de comportements innovants et objectifs de l'innovation

Dans une perspective dorénavant explicitement tournée vers la modélisation des comportements innovants en fonction des objectifs des firmes, le tableau 80 ci-dessous présente pour chaque type de comportement innovant les scores moyens apportés aux différents objectifs du changement technologique ainsi que leur classement.

Tableau 80 : Les types de comportements innovants et objectifs de l'innovation. Moyennes dans l'enquête CIS1.

	Q211(1)	Q212	Q213	Q214	Q221	Q222	Q223	Q224	Q225	Q226	
	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCon	Total
Produit	Moy. 1,59	2,15	2,67	1,74	1,23	0,93	0,95	0,54	1,09	1,03	1,39
	Rang 4	2	1	3	5	9	8	10	6	7	
Procédé	Moy. 0,91	2,24	1,49	1,18	1,87	1,35	1,03	0,72	1,45	1,50	1,37
	Rang 9	1	4	7	2	6	8	10	5	3	
Produit&procédé	Moy. 1,83	2,54	2,77	1,85	1,99	1,60	1,41	1,03	1,86	1,74	1,86
	Rang 6	2	1	5	3	8	9	10	4	7	

(1) Toutes les moyennes sont calculées à partir des données corrigées du taux de sondage.

Des statistiques descriptives plus détaillées (distinguant à un premier niveau les secteurs puis à un second niveau les types de comportements innovants) sont reportées en annexe XIV, tableau 91.

Source : CIS1 SESSI

Sur tous les objectifs, les innovateurs de produits & procédés présentent des moyennes supérieures aux innovateurs de produits uniquement et de procédés uniquement. Ceci traduit clairement les fortes préoccupations innovantes de cette population de firmes pour laquelle l'innovation doit apporter des réponses à un vaste spectre de questions.

Il n'en va pas de même des innovateurs de produits uniquement et de procédés uniquement qui semblent beaucoup plus polarisés comme l'indiquent les statistiques de rang dans le tableau 80 et la figure 27 :

-

l'extension de la gamme de produits, la lutte contre l'obsolescence et la conquête de nouveaux marchés semblent être les traits distinctifs des innovateurs de produits ;

-

la qualité des produits, la flexibilité de la production et de manière générale la réduction des coûts semblent plus préoccuper les innovateurs de procédés.

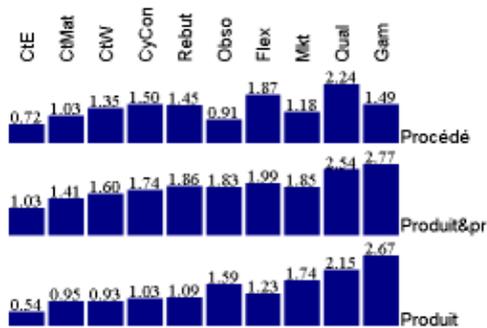


Figure 27 : Les objectifs de l'innovation suivant les types de comportement innovant (CIS1)

[Note:

3. Source : CIS1 SESSI (tableau 80)

]

2. Les objectifs de l'innovation technologique

Nous procéderons à une analyse descriptive des objectifs de l'innovation en quatre étapes :

-

étude unidimensionnelle de la distribution des réponses des firmes pour chaque objectif,

-

mise en évidence de l'influence de l'appartenance sectorielle sur le niveau et la structure des objectifs de l'innovation,

-

caractérisation de l'impact de la taille des firmes sur le niveau et la structure des objectifs de l'innovation,

-

étude des corrélations entre les différents objectifs de l'innovation.

a. Analyse unidimensionnelle des objectifs de l'innovation technologique

Tableau 81 : Répartition et moyenne des objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1

Niveau Q211(1) Q212 Q213 Q214 Q221 Q222 Q223 Q224 Q225 Q226

2. Les objectifs de l'innovation technologique

de rép.	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCon
0 nulle	38,72	18,02	17,47	34,19	31,09	40,25	45,73	56,78	38,20	40,20
1 faible	12,25	5,59	5,87	13,62	13,76	16,89	16,63	19,74	13,09	13,76
2 moyenne	18,29	20,51	18,60	19,28	20,39	20,38	17,51	13,66	18,48	17,13
3 forte	19,19	35,71	33,09	18,81	21,19	15,00	15,11	6,58	19,14	17,79
4 très forte	11,55	20,16	24,96	14,10	13,56	7,48	5,01	3,24	11,09	11,11
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Moyenne	1,53	2,34	2,42	1,65	1,72	1,33	1,17	0,80	1,52	1,46
Variance	1,89	1,64	1,71	1,92	1,85	1,59	1,49	1,09	1,85	1,86
Rang (2)	5	2	1	4	3	8	9	10	6	7

(1) Toutes les statistiques sont calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés suivant leur importance de 0 à 4.

(2) Il s'agit du rang des moyennes (1 correspond à la plus forte moyenne, 10 à la plus faible)

Source : CIS1 SESSI

Au regard du tableau 81, il apparaît clairement que les firmes n'accordent pas la même valeur à l'ensemble des objectifs qui leur ont été suggérés. Les deux principaux objectifs sont ceux d'extension de la gamme des produits (Q213) et d'amélioration de la qualité des produits (Q212). Ces deux objectifs obtiennent des scores moyens supérieurs à 2 loin devant les autres objectifs. Les objectifs les moins plébiscités sont liés à la réduction des coûts (coûts de l'énergie, des matières et du travail). Ainsi, en ce qui concerne l'industrie manufacturière dans son ensemble, **le changement technologique vise moins une réduction pure et simple des coûts dans une perspective de 'compétitivité prix' qu'une amélioration de la qualité des produits et d'extension de la gamme dans une vision plus 'qualitative' de la concurrence.**

b. Les spécificités sectorielles des objectifs de l'innovation technologique

Tableau 82 : Les spécificités sectorielles des objectifs de l'innovation technologique. Moyennes sectorielles dans l'enquête CIS1.

NAF Secteur	Q211 ¹	Q212	Q213	Q214	Q221	Q222	Q223	Q224	Q225	Q226	Total
	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCon	
14 Autres industries extractives	0,47	2,19	1,88	0,99	1,08	0,59	0,38	1,02	1,84	0,61	1,11
17 Industrie textile	1,39	2,13	2,19	1,42	1,73	1,32	1,03	0,94	1,41	1,50	1,51
18 Industrie de l'habillement et des fourrures	1,33	2,51	1,80	1,13	2,07	1,31	1,13	0,49	1,20	1,38	1,43
19 Industrie du cuir et de la chaussure	0,95	2,29	2,04	1,22	1,55	1,52	1,24	0,50	1,68	1,47	1,45
20 Travail du bois et Fab. d'articles en bois	1,48	2,29	2,13	1,81	2,06	1,17	1,57	0,80	1,47	1,42	1,62
21 Industrie du papier et du carton	1,49	2,53	2,38	1,27	1,60	1,12	1,30	0,87	1,53	1,11	1,52
22 Edition, imprimerie, reproduction	1,27	2,04	1,76	1,02	1,93	1,37	1,24	0,56	1,03	1,79	1,40
23 Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	1,61	2,38	2,53	2,17	2,01	1,02	0,71	1,30	1,88	1,50	1,71
24 Industrie chimique	1,74	2,28	2,68	1,48	1,65	1,15	1,21	0,82	1,51	1,20	1,57

244	Pharmacie	1,48	2,33	3,08	2,08	1,47	1,30	1,00	0,80	1,52	1,57	1,66
25	Industrie du caoutchouc et des plastiques	1,56	2,61	2,57	1,55	1,82	1,67	1,55	1,05	1,99	1,62	1,80
26	Fab. d'autres produits minéraux non métalliques	1,14	2,13	2,47	1,73	1,69	1,33	1,06	0,96	1,66	0,97	1,51
261	Verre	1,18	1,85	2,00	1,12	0,87	1,46	0,48	0,83	1,53	0,63	1,19
27	Métallurgie	1,05	2,40	1,99	1,24	1,78	1,33	1,25	1,44	1,95	1,40	1,58
28	Travail des métaux	1,37	2,34	2,35	1,75	1,82	1,37	1,00	0,69	1,49	1,28	1,55
29	Fab. de machines et équipements	1,55	2,31	2,43	1,75	1,29	1,00	1,08	0,82	1,34	1,38	1,50
31	Fab. de machines et appareils électriques	2,10	2,43	2,79	2,06	1,92	1,83	1,56	0,82	1,97	1,76	1,93
32	Fab. d'équipt. radio, télévision et com.	2,10	2,81	2,45	1,77	1,91	1,41	1,22	0,62	1,44	1,80	1,75
33	Fab. d'instr. médic., précision, optiq. horloge	1,85	2,30	2,87	2,00	1,63	1,27	1,06	0,47	1,35	1,64	1,64
34	Industrie automobile	1,73	2,51	2,37	2,08	2,12	1,52	1,60	1,17	1,63	2,03	1,88
35	Fab. d'autres matériels de transport	1,46	2,79	2,81	2,01	1,95	1,15	0,53	0,75	0,76	0,92	1,51
353	Aéronaut	1,49	2,62	2,94	2,27	1,03	0,63	0,66	0,57	1,08	1,31	1,46
36	Fab. de meubles ; industries diverses	1,69	2,35	2,75	1,61	2,25	1,66	1,29	0,84	2,03	1,72	1,82
	<i>Ensemble des secteurs (moyenne)</i>	<i>1,53</i>	<i>2,34</i>	<i>2,42</i>	<i>1,65</i>	<i>1,72</i>	<i>1,33</i>	<i>1,17</i>	<i>0,80</i>	<i>1,52</i>	<i>1,46</i>	<i>1,59</i>
	<i>Ensemble des secteurs (rang de la moyenne) 2</i>	<i>5</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	

1 Toutes les moyennes sont calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés suivant leur importance sur une échelle de 0 à 4.

2 Le rang 1 correspond à la valeur la plus élevée, 10 à la valeur la plus faible.

Des statistiques descriptives plus détaillées (distinguant à un premier niveau les secteurs puis à un second niveau les types de comportements innovants) sont reportées en annexe XIV, tableau 91.

Source : CIS1 SESSI

Une lecture attentive du tableau 82 permet de faire deux remarques :

•

Entre secteurs il existe des différences importantes en termes d'intensité moyenne des objectifs de l'innovation (par exemple l'intensité moyenne est de 1,1 dans les 'Autres industries extractives' contre 1,93 dans l'industrie de 'Fabrication de machines et appareils électriques'). Deux facteurs au moins peuvent expliquer ce phénomène. Premièrement, l'innovation ne représente sans doute pas les mêmes enjeux dans différents secteurs. Deuxièmement, il est probable que des objectifs très spécifiques à certains secteurs pourraient être omis dans le questionnaire expliquant le faible niveau moyen des réponses pour les secteurs concernés et inversement le fort niveau moyen des réponses pour les secteurs pour lesquels le questionnaire est bien adapté.

•

Malgré un classement quasiment systématique en 1^{ère} ou 2^{ème} position des objectifs d'amélioration de la qualité et d'extension de la gamme des produits, les autres objectifs présentent des importances relatives très variables selon les secteurs (voir en annexe XIV le tableau 92 et la figure 29). En dépit

d'un certain consensus sur les principaux objectifs de l'innovation technologique, il existe donc une certaine hétérogénéité des objectifs du changement technologique entre secteurs.

Notre but n'étant pas de proposer une étude sectorielle des objectifs de l'innovation, nous ne développerons donc pas plus ce sujet. Les quelques éléments descriptifs soulignés ici suffisent néanmoins pour justifier dans une perspective micro-économique la nécessité de 'contrôler' la composante sectorielle des objectifs de l'innovation.

c. Objectifs de l'innovation technologique et taille des firmes

La dimension sectorielle n'est pas la seule a priori susceptible d'affecter de manière structurelle les objectifs de l'innovation. La taille des firmes peut aussi constituer un élément important. Nous avons calculé à partir de l'EAE 1992 dans chaque secteur (défini à l'aide de la NAF à deux indices) les chiffres d'affaires correspondant à une partition des firmes en 5 quantiles de 20% (pour les détails de la procédure voir les notes de bas de page n°228 et 229).

Il est alors possible de représenter le lien entre les objectifs du changement technologique et la taille (ici mesurée de manière catégorielle par le quantile d'appartenance). Le tableau 83 synthétise les résultats.

Tableau 83 : Les objectifs innovation en fonction de la taille des firmes. Moyennes(1) par quantiles dans l'enquête CIS1

Taille	Nb.	Nb.	Pct.	Obso	Qual	GamMkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	RebuCyCon	Moyenne		
Quantile(3)	Obs.	Obs. r	Obs. r	MQ21	MQ21	MQ21	MQ21	MQ21	MQ21	MQ21	MQ21	MQ21		
	(2)											ligne		
1 Petite	157	183,86	12,43%	1,30	2,24	2,16	1,55	1,49	0,99	0,77	0,71	1,23	1,39	1,38
2	210	239,15	16,16%	1,39	2,34	2,44	1,72	1,84	1,17	0,96	0,63	1,37	1,40	1,53
3 médiane	268	299,86	20,27%	1,44	2,33	2,46	1,62	1,67	1,27	0,97	0,60	1,36	1,31	1,50
4	328	336,78	22,76%	1,58	2,23	2,39	1,59	1,61	1,35	1,22	0,79	1,49	1,37	1,56
5 Grande	685	419,94	28,38%	1,72	2,49	2,52	1,72	1,89	1,58	1,57	1,08	1,87	1,70	1,81
Effectif total	1 648	1479,6												
Moyennes des quantiles				1,42	2,33	2,40	1,64	1,70	1,28	1,11	0,77	1,47	1,44	1,56
Moyennes de l'échantillon				1,53	2,34	2,42	1,65	1,72	1,33	1,17	0,80	1,52	1,46	1,59

(1) Toutes les moyennes sont calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés suivant leur importance de 0 à 4.

(2) Nb. Obs. : taille de l'échantillon brut observé dans chaque classe de taille ; Nb. Obs. r : effectif observé dans chaque classe de taille après redressement par le taux de sondage (les firmes innovantes sont de taille supérieure à la moyenne et le taux de sondage appliqué aux firmes de grande taille est supérieur à celui appliqué aux firmes de petite taille. Etant donné que nous avons normalisé les pondérations à la taille de l'échantillon on observe mécaniquement que l'effectif innovant observé après redressement (1480) est plus faible que l'effectif innovant sondé brut (1648).

(3) Les quantiles sont définis au niveau sectoriel de la NAF à deux indices. On en a calculé 5 (5*20%) sur la

base des Chiffres d'affaires hors taxes en 1992 de l'ensemble des firmes répertoriées dans l'EAE et composant chacun des secteurs pris en compte dans l'étude.

Source : CIS1 SESSI, EAE 1992

On observe plusieurs faits marquants :

- les firmes de grande taille (par rapport à leur secteur d'origine) ont tendance à plus innover que les autres. Dans les quantiles 1 et 2 on retrouve ainsi 28,6% des firmes innovantes contre 51,14% pour les quantiles 4 et 5. Les firmes innovantes ont donc majoritairement une taille supérieure aux tailles médianes de leurs secteurs d'appartenance.
- L'intensité des objectifs de l'innovation est en moyenne d'autant plus grande que les firmes sont de taille élevée comme l'indique la colonne 'Moyenne ligne'.
- Le classement des différents objectifs est quasiment identique d'un quantile à l'autre. On note cependant une exception : l'objectif correspondant à la question Q214 'conquête de nouveaux marchés géographiques' classé en 3ème ou 4ème position dans les quantiles 1 à 4 est placé en 7ème position par les firmes du quantile 5 qui privilégieraient en revanche plus l'objectif de réduction des rebuts (Q225).

De manière générale il n'y aurait donc pas de différences importantes dans la structure des objectifs des firmes selon leur taille. On observerait essentiellement des différences dans l'intensité globale avec laquelle ces objectifs sont poursuivis. Ceci traduirait que l'innovation représente un enjeu plus important pour des firmes de grandes tailles que pour celles plus petites.

Une telle analyse doit cependant être relativisée. Lorsqu'on prend en compte l'appartenance sectorielle des firmes on obtient en effet une vision plus complexe de la relation taille ↔

questionnement / objectifs technologiques comme l'indique le tableau 84.

Tableau 84 : Les objectifs de l'innovation en fonction de la taille des firmes. Moyennes des écarts aux moyennes sectorielles(1) par quantiles dans l'enquête CIS1

Taille	Nb.	Nb.	Pct.	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCor
Quantile(3)	Obs.	Obs. r	Obs. r	MQ211	MQ212	MQ213	MQ214	MQ221	MQ222	MQ223	MQ224	MQ225	MQ226
	(2)												
1 Petite	157	183,86	12,43%	1,30	2,24	2,16	1,55	1,49	0,99	0,77	0,71	1,23	1,39
2	210	239,15	16,16%	1,39	2,34	2,44	1,72	1,84	1,17	0,96	0,63	1,37	1,40
3 médiane	268	299,86	20,27%	1,44	2,33	2,46	1,62	1,67	1,27	0,97	0,60	1,36	1,31
4	328	336,78	22,76%	1,58	2,23	2,39	1,59	1,61	1,35	1,22	0,79	1,49	1,37
5 Grande	685	419,94	28,38%	1,72	2,49	2,52	1,72	1,89	1,58	1,57	1,08	1,87	1,70
Total	1 648	1479,6											
Moyenne des quantiles				1,49	2,33	2,40	1,64	1,70	1,27	1,10	0,76	1,46	1,43
Moyenne de l'échantillon				1,53	2,34	2,42	1,65	1,72	1,33	1,17	0,80	1,52	1,46

(1) Toutes les moyennes sont calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés sur leur importance de 0 à 4. Les réponses individuelles ont préalablement été centrées sur les moyennes sectorielles.

(2) Nb. Obs. : taille de l'échantillon brut observé dans chaque classe de taille ; Nb. Obs. r : effectif observé dans chaque classe de taille après redressement par le taux de sondage (les firmes innovantes sont de taille supérieure à la moyenne et le taux de sondage appliqué aux firmes de grande taille est supérieur à celui appliqué aux firmes de petite taille. Etant donné que nous avons normalisé les pondérations à la taille de l'échantillon on observe mécaniquement que l'effectif innovant observé après redressement (1480) est plus faible que l'effectif innovant sondé brut (1648).

(3) Les quantiles sont définis au niveau sectoriel de la NAF à deux indices. On en a calculé 5 (5*20%) sur la base des données d'affaires hors taxes en 1992 de l'ensemble des firmes répertoriées dans l'EAE et composant chacun des secteurs pris en compte dans l'étude.

Source : CIS1 SESSI, EAE 1992

d. L'interdépendance entre les objectifs de l'innovation technologique

Dans quelle mesure les différents objectifs du changement technologique sont-ils liés entre eux ? Cette question est particulièrement importante dans la mesure où de nombreuses études empiriques ont depuis longtemps déjà mis l'accent sur le caractère multidimensionnel du changement technologique et sur les complémentarités qui existent entre ces divers facteurs. Ce problème de la 'multicolinéarité' ne facilite souvent pas l'utilisation des techniques économétriques standards qui se fondent sur des hypothèses fortes d'indépendance entre variables exogènes.

Comme nous pouvons le constater à la lecture de la matrice des corrélations reproduite dans le tableau 85, les différents objectifs de l'innovation ne sont pas indépendants.

Tableau 85 : Coefficients de corrélation de Pearson entre les objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1

	Q211	Q212	Q213	Q214	Q221	Q222	Q223	Q224	Q225	Q226
	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCon
Q211		0,27	0,18	0,23	0,22	0,20	0,27	0,17	0,20	0,18
Obso										
Q212	0,27(1)		0,12	0,18	0,26	0,26	0,30	0,26	0,36	0,30
QualProd										
Q213	0,18	0,12		0,33	0,12	0,07	0,13	0,11	0,13	0,15
Gam										
Q214	0,23	0,18	0,33		0,19	0,14	0,18	0,23	0,20	0,18
Mkt										
Q221	0,22	0,26	0,12	0,19		0,46	0,35	0,32	0,41	0,40
FlexProd										
Q222	0,20	0,26	0,07	0,14	0,46		0,43	0,38	0,41	0,38
CtW										
Q223	0,27	0,30	0,13	0,18	0,35	0,43		0,49	0,49	0,36
CtMat										
Q224	0,17	0,26	0,11	0,23	0,32	0,38	0,49		0,48	0,34
CtE										
Q225	0,20	0,36	0,13	0,20	0,41	0,41	0,49	0,48		0,45
Rebut										
Q226	0,18	0,30	0,15	0,18	0,40	0,38	0,36	0,34	0,45	
CyCon										

Nb. Obs. 1648

(1) Coefficient de corrélation de Pearson calculé sur données pondérées par le taux de sondage.

Nb. : Tous les coefficients sont très hautement significatifs ($P(Rho > |R|) < 0,0001$ Sous $H_0: Rho=0$ (i.e. le coefficient de corrélation de Pearson est nul).

On obtient des résultats quasiment identiques lorsqu'on neutralise la dimension sectorielle en calculant des coefficients de corrélation partielle

(cf. annexe XV)

Source : CIS1 SESSI

En premier lieu on constate que les coefficients de corrélation sont tous positifs. Cela signifie qu'il n'existe pas d'antagonisme évident entre les différents objectifs. Secondement, ils sont tous très hautement significatifs sans que pour autant leurs valeurs absolues soient particulièrement élevées (elles culminent à 0,49). Ce constat peut s'interpréter comme suit :

bien qu'il existe des dépendances étroites entre les différents objectifs de l'innovation technologique au sein des firmes (coefficients de corrélation significatifs), ces objectifs ne sont pas pour autant totalement réductibles les uns aux autres (le niveau du coefficient de corrélation n'est pas extrêmement fort

). Finalement on observe aussi que les corrélations sont beaucoup plus élevées entre les objectifs relatifs à la réduction des coûts qu'entre les objectifs caractéristiques d'un questionnement tourné vers le marché.

ANNEXE XII : La prédiction des comportements innovants à l'aide de la proportion sectorielle de firmes innovantes

La prise en compte (ou plutôt la neutralisation) des spécificités sectorielles dans le comportement des variables économiques se fait souvent à l'aide de modèles à effets variables et à effets fixes (par l'adjonction de variables muettes sectorielles). La plus répandue des deux procédures est la seconde qui consiste à introduire une variable muette par secteur. Cette technique présente cependant deux inconvénients majeurs. Le premier tient à la multiplication du nombre de variables exogènes à introduire dans le modèle (autant que de secteurs moins 1). Le second problème est plutôt d'ordre théorique dans la mesure où les coefficients associés aux variables muettes permettent de mesurer des différences intersectorielles mais pas d'en expliquer l'origine. D'un certain point de vue ces coefficients mesurent l'ampleur de notre ignorance.

Dans notre cas nous avons souligné^{note231} l'existence d'une forte corrélation entre la structure sectorielle des comportements innovants (la variable endogène) et la proportion de firmes innovantes dans ces mêmes secteurs. Autrement dit, il serait possible d'utiliser la variable 'proportion sectorielle de firmes innovantes' plutôt qu'un ensemble d'indicatrices sectorielles. Le pouvoir explicatif de ce modèle allégé serait moindre mais d'une part son traitement statistique serait plus facile (du fait de la réduction du nombre de variables exogènes) et d'autre part une interprétation économique des résultats serait possible en termes d'intensité des opportunités technologiques sectorielles.

A titre de comparaison entre ces deux méthodes nous reproduisons les résultats obtenus dans un modèle logistique multinomial dont la variable dépendante est le type de comportement innovant adopté par les firmes innovantes. Il prend trois modalités {innovation de produit uniquement, innovation de procédé uniquement, innovation de produit & procédé}. Les variables exogènes sont dans un premier temps un jeu de 23 variables muettes sectorielles et dans un second temps la 'proportion sectorielle de firmes innovantes' évaluée pour le secteur d'appartenance de chaque firme au niveau de la NAF à deux indices. En résumé nous reproduisons les estimations issues de deux spécifications :

Y=f(constante + 22 indicatrices sectorielles) dont les coefficients estimés et le tableau de prédiction sont respectivement reportés dans le tableau 86 et le tableau 87.

Y=f(constante + 'proportion sectorielle de firmes innovantes') dont les coefficients estimés et le tableau de prédiction sont respectivement reportés dans le tableau 88 et le tableau 89.

Tableau 86 : Prédiction des comportements innovants à l'aide d'indicatrices sectorielles

	NAF	P(Iprod/ Iprod&proc)	P(Iproc/ Iprod&proc)
*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%			
Secteur			
Constante		-1,85***	0,29
Autres industries extractives	s14	1,346*	-0,04
Industrie textile	s17	1,372**	-0,636**
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	2,23****	0,239
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,438**	0,32
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	1,26*	-0,641*
Industrie du papier et du carton	s21	1,246*	-1,004****
Edition, imprimerie, reproduction	s22	1,127*	0,528*
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,334*	-1,997****
Industrie chimique	s24	1,573**	-1,63****
Pharmacie	s244	1,412**	-1,025****
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,859	-1,885****
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,528**	-0,912****
Métallurgie	s27	1,109*	-0,243
Travail des métaux	s28	1,43**	-0,433
Fabrication de machines et équipements	s29	1,848***	-1,155****
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	1,642***	-2,559****
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	1,82***	-0,858**
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	1,707***	-3,169****
Industrie automobile	s34	1,688***	-1,161****
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	1,804***	-0,795**
Aéronaut	s353	0,23	-0,912**
Fabrication de meubles ; industries diverses	s36	1,298**	-1,059****
Nombre d'observations = 1648 firmes innovantes	chi2(44) = 1233,45		
L0 (Log vraisemblance initiale)=-9648,9373	Prob > ; chi2 = 0.0000		
L1 (Log vraisemblance finale) = -9 032,21	Pseudo R ² (1-L1/L0) =0,0639		

NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante

* : significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Source : CIS1 SESSI

Tableau 87 : Table de prédiction des types de comportements innovants en fonction d'indicateurs sectorielles

Observé	Prédiction		
	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	39	443	482
	8	92	100
	17	31	29
Procédé	100	256	356
	28	72	100
	43	18	22
Produit & procédé	91	719	810
	11	89	100
	40	51	49
Total	230	1 418	1 648
	14	86	100
	100	100	100

Taux de bonne prédiction : 50%

Source : modèle du tableau 86

Tableau 88 : Prédiction des comportements innovants à l'aide de la proportion sectorielle de firmes innovantes

	P(Iprod/ Iprod&proc)	P(Iproc/ Iprod&proc)
Constante	-0,701****	1,156****
Proportion de firmes innovantes dans le secteur	0,775*	-4,144****

Nombre d'observations: 1648 firmes innovantes

chi2(2) =672,06

L0 (Log vraisemblance initiale)=-9648,9373

Prob > ; chi2 = 0.0000

L1 (Log vraisemblance finale)=-9 312,91

Pseudo R² (1-L1/L0) =0,0348

NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante

* : significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Source : CIS1 SESSI

Tableau 89 : Table de prédiction des types de comportements innovants en fonction d'indicateurs sectorielles

Observé	Prédiction		
	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	28,00	454	482
	5,81	94,19	100
	21,71	29,89	29,25
Procédé	49,00	307	356
	13,76	86,24	100
	37,98	20,21	21,6
Produit & procédé	52,00	758	810
	6,42	93,58	100

	40,31	49,90	49,15
Total	129,00	1519	1648
	7,83	92,17	100
	100	100,00	100

Taux de bonne prédiction : 49%

Source : modèle du tableau 88

Au regard des résultats il est clair que l'emploi d'une seule variable plutôt que d'un jeu d'indicatrices sectorielles entraîne une chute importante du gain de vraisemblance (de l'ordre de 46%) mais beaucoup moins forte du pouvoir prédictif du modèle (de l'ordre de 1%). Pour prédire le type de comportement innovant adopté par une firme lorsque le nombre de variables explicatives incorporables dans un modèle est restreint (du fait du trop faible nombre d'observations) et/ou que l'on désire expliciter l'origine de certains phénomènes, il peut donc être avantageux de préférer l'emploi de la variable ' Proportion de firmes innovantes dans le secteur' plutôt que d'indicatrices sectorielles.

Tableau 90 : Distribution des comportements innovants en fonction de la taille des firmes dans l'enquête CIS1

Taille	Nb.	Distribution des firmes innovantes			
Quantile (2)	Obs.(1)	INNO(3)	PROD(4)	PROC(4)	PROD & PROC(4)
1 Petite	64	20,5%	29,2%	38,9%	31,9%
2	28	27,2%	32,9%	30,5%	36,6%
3	7	31,0%	27,0%	34,2%	38,8%
4	11	30,7%	37,7%	25,1%	37,2%
5 Médiane	19	36,5%	42,1%	26,9%	31,0%
6	12	41,7%	38,5%	31,0%	30,5%
7	11	41,4%	30,8%	24,1%	45,1%
8	24	44,4%	35,9%	19,7%	44,4%
9	37	49,5%	23,1%	23,4%	53,5%
10 Grande	259	65,9%	21,7%	13,2%	65,2%
Total	1 648				
Proportion dans l'échantillon		43%	31%	25%	44%
Proportions moyennes (moyennes des 10 quantiles)		38,9%	31,9%	26,7%	41,4%

(1) Nb. Obs. : effectif brut de firmes innovantes observées dans chaque classe de taille.

(2) Les quantiles sont définis au niveau sectoriel de la NAF à deux indices. On en a calculé 10 (10*10%) sur la base des Chiffres d'affaires hors taxes en 1992 de l'ensemble des firmes répertoriées dans l'EAE et composant chacun des secteurs pris en compte dans

l'étude.

(3) Le pourcentage de firmes innovantes est défini par rapport à l'ensemble des firmes sondées (innovantes + non innovantes).

(4) Les pourcentages de firmes innovantes en produits, procédés et produits & procédés sont uniquement définis par rapport à l'ensemble des firmes innovantes.

Source : CIS1 SESSI EAE 1992

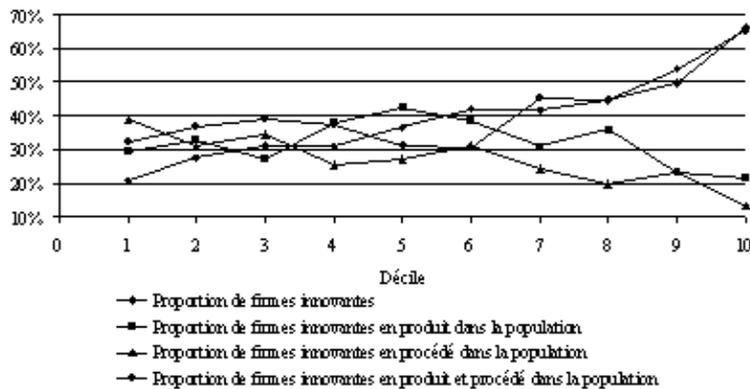


Figure 28 : Evolution des comportements innovants en fonction de la taille(1) des firmes dans l'enquête CIS1

[Note:

4. (1) La taille est mesurée de manière discrète par le quantile d'appartenance des firmes. Nous distinguons 10 quantiles définis pour chaque secteur de la NAF à deux indices. Le quantile 1 correspond aux 10% de firmes les plus petites ; le quantile 10 aux 10% plus grandes firmes.

Source : CIS1 SESSI, données extraites du tableau 90

]

ANNEXE XIV : Les objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1 : résultats détaillés par secteurs et par type de comportement innovant

Tableau 91 : Les objectifs présidant à l'innovation technologique. Moyennes par secteur et par type de comportement innovant dans l'enquête CIS1.

NAF	SECTEUR	Population	MQ211	MQ212	MQ213	MQ214	MQ221	MQ222	MQ223	MQ224	MQ225
			Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut
14	Autres industries extractives	Total	0,47	2,19	1,88	0,99	1,08	0,59	0,38	1,02	1,84
14	industries extractives	Produit	-	1,67	3,68	-	-	-	-	-	2,72
14	industries extractives	Procédé	0,75	2,26	0,90	0,75	1,95	1,15	0,30	1,55	1,06

14		Produit_Procede	0,39	2,42	2,05	1,90	0,62	0,23	0,70	0,97	2,31
17	Industrie textile	Total	1,39	2,13	2,19	1,42	1,73	1,32	1,03	0,94	1,41
17		Produit	1,81	2,38	2,83	1,95	1,32	0,85	0,91	0,76	0,99
17		Procede	0,91	1,83	1,20	0,70	2,04	1,50	1,31	1,02	1,63
17		Produit_Procede	1,46	2,19	2,49	1,59	1,76	1,49	0,91	1,00	1,51
18	Industrie de	Total	1,33	2,51	1,80	1,13	2,07	1,31	1,13	0,49	1,20
18	l'habillement et	Produit	1,67	2,60	1,86	1,78	1,40	1,10	1,05	0,45	0,79
18	des fourrures	Procede	0,56	2,64	1,24	0,68	2,38	0,98	1,02	0,23	1,32
18		Produit_Procede	2,14	2,17	2,64	0,95	2,52	2,16	1,42	0,98	1,57
19	Industrie du	Total	0,95	2,29	2,04	1,22	1,55	1,52	1,24	0,50	1,68
19	cuir et de la	Produit	0,74	2,75	1,98	0,74	1,24	0,74	1,00	0,25	0,25
19	chaussure	Procede	1,01	2,20	1,65	1,07	1,84	2,08	1,48	0,50	2,05
19		Produit_Procede	0,99	2,14	2,78	1,82	1,20	1,01	0,95	0,67	1,97
20	Travail du bois	Total	1,48	2,29	2,13	1,81	2,06	1,17	1,57	0,80	1,47
20	et fabrication	Produit	1,46	2,26	2,31	0,55	0,83	0,82	1,77	0,28	0,32
20	d'articles en	Procede	1,39	2,74	0,75	2,13	2,68	0,43	1,08	0,54	1,51
20	bois	Produit_Procede	1,55	1,98	2,99	2,29	2,30	1,88	1,81	1,26	2,08
21	Industrie du	Total	1,49	2,53	2,38	1,27	1,60	1,12	1,30	0,87	1,53
21	papier et du	Produit	1,48	1,81	2,89	1,40	0,89	0,56	0,78	0,50	1,13
21	carton	Procede	0,82	2,67	1,70	0,95	1,95	1,48	0,91	0,81	1,43
21		Produit_Procede	1,83	2,86	2,42	1,36	1,82	1,24	1,77	1,10	1,79
22	Edition,	Total	1,27	2,04	1,76	1,02	1,93	1,37	1,24	0,56	1,03
22	imprimerie,	Produit	1,22	1,82	2,79	0,82	1,17	0,42	0,75	0,04	0,22
22	reproduction	Procede	1,04	1,94	1,32	0,80	1,73	1,40	1,13	0,45	0,71
22		Produit_Procede	1,80	2,37	2,26	1,61	2,75	1,76	1,74	1,08	2,13
23	Cokéfaction,	Total	1,61	2,38	2,53	2,17	2,01	1,02	0,71	1,30	1,88
23	raffinage,	Produit	1,91	2,30	1,84	2,23	1,38	0,77	0,30	1,07	1,68
23	industries	Procede	-	-	4,00	-	4,00	-	-	-	-
23	nucléaires	Produit_Procede	1,72	2,86	2,68	2,53	2,03	1,36	1,08	1,67	2,35
24	Industrie	Total	1,74	2,28	2,68	1,48	1,65	1,15	1,21	0,82	1,51
24	chimique	Produit	1,59	2,07	2,87	1,58	1,19	0,96	0,99	0,45	1,17
24		Procede	1,14	2,98	1,24	0,58	1,45	1,57	1,26	1,19	1,85
24		Produit_Procede	2,01	2,26	2,90	1,65	2,05	1,19	1,36	1,01	1,68
244	Pharmacie	Total	1,48	2,33	3,08	2,08	1,47	1,30	1,00	0,80	1,52
244		Produit	1,61	2,41	3,28	1,56	0,54	0,67	0,73	0,63	1,14
244		Procede	0,98	2,24	1,97	2,22	2,11	1,41	0,98	1,03	1,44
244		Produit_Procede	1,65	2,31	3,49	2,36	1,77	1,65	1,18	0,80	1,79
25	Industrie du	Total	1,56	2,61	2,57	1,55	1,82	1,67	1,55	1,05	1,99
25	caoutchouc et	Produit	1,54	2,16	2,81	1,55	1,19	1,04	0,90	0,75	1,14
25	des plastiques	Procede	0,73	2,08	0,91	1,39	1,02	1,73	1,21	0,77	1,61
25		Produit_Procede	1,74	2,88	2,81	1,58	2,22	1,89	1,86	1,23	2,37
26	Fabrication	Total	1,14	2,13	2,47	1,73	1,69	1,33	1,06	0,96	1,66
26	d'autres	Produit	1,22	1,65	2,32	1,75	1,42	1,14	0,96	0,79	1,27

26	produits minéraux non métalliques	Procédé	0,59	1,91	2,51	1,82	1,78	1,18	0,72	0,71	1,48	
26		Produit_Procédé	1,38	2,60	2,55	1,67	1,85	1,54	1,31	1,22	2,04	
261	Verre	Total	1,18	1,85	2,00	1,12	0,87	1,46	0,48	0,83	1,53	
261		Produit	4,00	-	4,00	3,00	1,00	-	-	2,00	2,00	
261		Procédé	-	1,35	0,65	0,24	-	1,43	-	-	1,07	
261		Produit_Procédé	2,30	2,81	3,47	2,02	2,01	1,73	1,19	1,75	2,06	
27	Métallurgie	Total	1,05	2,40	1,99	1,24	1,78	1,33	1,25	1,44	1,95	
27		Produit	1,92	1,87	1,56	1,06	1,21	0,89	0,47	0,82	0,89	
27		Procédé	0,45	2,34	1,56	1,00	1,79	1,29	1,02	1,70	2,10	
27		Produit_Procédé	1,26	2,71	2,64	1,57	2,05	1,59	1,86	1,48	2,31	
28	Travail des métaux	Total	1,37	2,34	2,35	1,75	1,82	1,37	1,00	0,69	1,49	
28		Produit	1,43	2,00	2,64	1,65	1,25	0,83	0,84	0,41	0,90	
28		Procédé	0,90	2,29	1,56	1,33	2,02	1,56	1,01	0,67	1,73	
28		Produit_Procédé	1,73	2,61	2,84	2,18	2,02	1,57	1,09	0,90	1,68	
NAF SECTEUR		Population		MQ211	MQ212	MQ213	MQ214	MQ221	MQ222	MQ223	MQ224	MQ225
			Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	
29	Fabrication de machines et équipements	Total	1,55	2,31	2,43	1,75	1,29	1,00	1,08	0,82	1,34	
29		Produit	1,35	2,05	2,42	1,64	0,94	0,68	0,72	0,52	0,98	
29		Procédé	1,04	2,22	1,83	1,63	1,44	0,63	1,12	0,72	1,62	
29		Produit_Procédé	1,98	2,61	2,69	1,91	1,59	1,48	1,41	1,16	1,57	
31	Fabrication de machines et appareils électriques	Total	2,10	2,43	2,79	2,06	1,92	1,83	1,56	0,82	1,97	
31		Produit	2,11	2,31	2,70	2,30	1,55	1,48	1,52	0,66	1,51	
31		Procédé	0,91	2,77	1,81	1,50	3,22	3,15	1,23	1,32	1,33	
31		Produit_Procédé	2,22	2,50	2,96	1,92	2,08	1,99	1,64	0,90	2,41	
32	Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	Total	2,10	2,81	2,45	1,77	1,91	1,41	1,22	0,62	1,44	
32		Produit	1,49	2,54	3,00	2,00	1,52	0,72	1,01	0,40	1,25	
32		Procédé	1,93	2,78	1,39	0,77	2,42	1,32	0,71	0,31	1,02	
32		Produit_Procédé	2,79	3,08	2,51	2,13	1,99	2,13	1,72	1,00	1,87	
33	Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	Total	1,85	2,30	2,87	2,00	1,63	1,27	1,06	0,47	1,35	
33		Produit	1,75	2,10	2,80	2,05	1,32	1,02	0,95	0,39	0,99	
33		Procédé	1,00	2,86	1,93	0,36	0,72	0,72	-	-	0,28	
33		Produit_Procédé	1,98	2,44	2,99	2,04	1,94	1,52	1,21	0,56	1,72	
34	Industrie automobile	Total	1,73	2,51	2,37	2,08	2,12	1,52	1,60	1,17	1,63	
34		Produit	2,18	2,47	2,86	2,27	1,63	1,37	1,61	0,94	1,31	
34		Procédé	0,40	2,49	0,67	1,35	1,63	1,18	0,65	0,83	1,26	
34		Produit_Procédé	1,91	2,55	2,65	2,23	2,74	1,80	1,98	1,52	2,05	
35	Fabrication d'autres matériels de transport	Total	1,46	2,79	2,81	2,01	1,95	1,15	0,53	0,75	0,76	
35		Produit	2,24	2,83	3,20	2,15	1,57	0,64	0,61	0,57	1,08	
35		Procédé	0,73	2,43	2,17	2,49	2,68	1,90	0,44	0,58	0,44	
35		Produit_Procédé	1,14	2,97	2,82	1,57	1,89	1,19	0,52	1,03	0,66	

353	Aéronaut	Total	1,49	2,62	2,94	2,27	1,03	0,63	0,66	0,57	1,08
353		Produit	2,05	3,13	3,69	1,61	0,92	0,92	0,49	0,31	0,68
353		Procede	0,14	3,35	2,63	3,00	0,33	0,09	0,09	0,09	0,47
353		Produit_Procede	2,11	2,14	2,96	2,01	1,43	0,86	1,00	0,88	1,49
36	Fabrication de	Total	1,69	2,35	2,75	1,61	2,25	1,66	1,29	0,84	2,03
36	meubles ;	Produit	2,01	2,36	3,24	2,21	1,86	1,67	1,33	0,82	2,08
36	industries	Procede	0,82	2,19	1,60	0,94	2,90	1,60	1,14	1,01	2,31
36	diverses	Produit_Procede	1,92	2,42	3,00	1,58	2,17	1,67	1,34	0,77	1,87

Tableau 92 : Les spécificités sectorielles des objectifs de l'innovation technologique. Rangs(1) des moyennes sectorielles dans l'enquête CIS1.

		Q211	Q212	Q213	Q214	Q221	Q222	Q223	Q224	Q225	Q226
NAF	Secteur	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCon
14	Autres industries extractives	9	1	2	6	4	8	10	5	3	7
17	Industrie textile	7	2	1	5	3	8	9	10	6	4
18	Industrie de l'habillement et des fourrures	5	1	3	8	2	6	8	10	7	4
19	Industrie du cuir et de la chaussure	9	1	2	8	4	5	7	10	3	6
20	Travail du bois et Fab. d'articles en bois	6	1	2	4	3	9	5	10	7	8
21	Industrie du papier et du carton	5	1	2	7	3	8	6	10	4	9
22	Edition, imprimerie, reproduction	6	1	4	9	2	5	7	10	8	3
23	Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	6	2	1	3	4	9	10	8	5	7
24	Industrie chimique	3	2	1	6	4	9	7	10	5	8
244	Pharmacie	6	2	1	3	7	8	9	10	5	4
25	Industrie du caoutchouc et des plastiques	7	1	2	8	4	5	8	10	3	6
26	Fab. d'autres produits minéraux non métalliques	7	2	1	3	4	6	8	10	5	9
261	Verre	5	2	1	6	7	4	10	8	3	9
27	Métallurgie	10	1	2	9	4	7	8	5	3	6
28	Travail des métaux	6	2	1	4	3	6	9	10	5	8
29	Fab. de machines et équipements	4	2	1	3	7	9	8	10	6	5
31	Fab. de machines et appareils électriques	3	2	1	4	6	7	9	10	5	8
32	Fab. d'équipt. radio, télévision et com.	3	1	2	6	4	8	9	10	7	5
33	Fab. d'instr. médic., précision, optiq. horloge	4	2	1	3	6	8	9	10	7	5
34	Industrie automobile	6	1	2	4	3	9	8	10	7	5
35	Fab. d'autres matériels de transport	5	2	1	3	4	6	10	9	8	7
353	Aéronaut	4	2	1	3	7	9	8	10	6	5
36		6	2	1	8	3	7	9	10	4	5

Fab. de meubles ; industries
diverses

Ensemble des secteurs (rang moyen)	5,7	1,6	1,6	5,3	4,3	7,2	8,3	9,3	5,3	6,2
Ensemble des secteurs (variance des rangs)	3,57	0,26	0,62	4,78	2,57	2,45	1,68	2,24	2,77	3,27

(1) Les rangs sont ceux des moyennes reportées dans le tableau 82. Ces moyennes ont été calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés suivant leur importance sur une échelle de 0 à 4. Pour les rangs : 1 correspond à la valeur la plus élevée, 10 à la valeur la plus faible.

Nb. : Une représentation graphique de ce tableau (après réorganisation des lignes et des colonnes suivant une ACP) est proposée dans la figure 29

Source : CIS1 SESSI

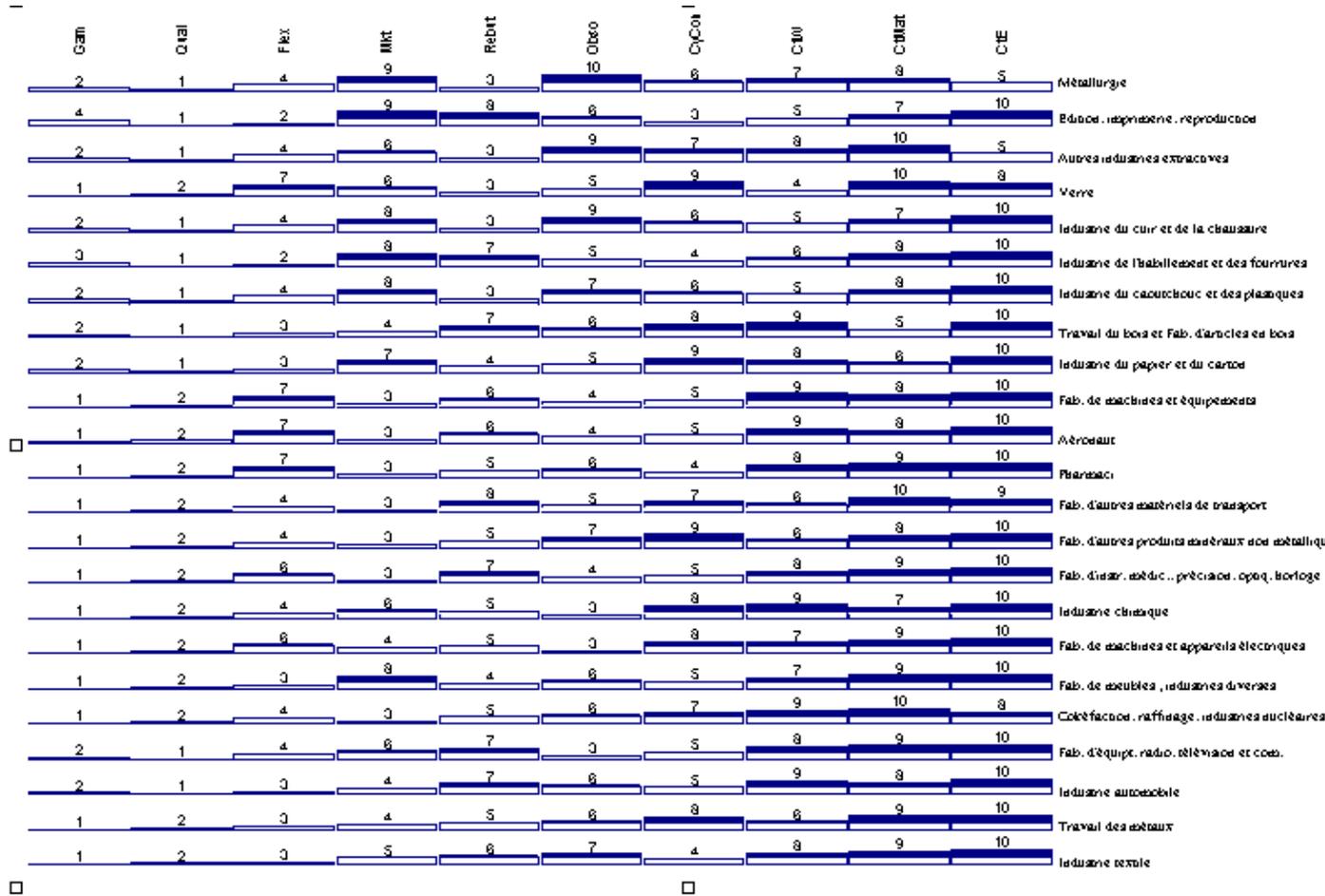


Figure 29 : Les spécificités sectorielles des objectifs de l'innovation technologique. Rangs(1) des moyennes sectorielles dans l'enquête CIS1.

[Note:

4. (1) Les rangs sont ceux des moyennes reportées dans le tableau 82. Ces moyennes ont été calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés suivant leur importance sur une échelle de 0 à 4. Pour les rangs : 1 correspond à la valeur la plus élevée, 10 à la valeur la plus faible.

Source : Les données utilisées dans cette figure proviennent du tableau 91. L'ordre des lignes et des colonnes a été modifié après prétraitement par une ACP

]

ANNEXE XV : Les corrélations entre objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1

Le tableau 85 présente les coefficients de corrélations de Pearson entre les objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1 tels qu'ils peuvent être calculés à partir des données brutes.

Retrouvons-nous des résultats similaires après neutralisation de la dimension sectorielle ? Le tableau 93 répond à cette question.

Tableau 93 : Coefficients de corrélation partielle de Pearson entre objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1 après neutralisation de la dimension sectorielle

	Q211	Q212	Q213	Q214	Q221	Q222	Q223	Q224	Q225	Q226
	Obso	Qual	Gam	Mkt	Flex	CtW	CtMat	CtE	Rebut	CyCon
Q211	1,00	0,27	0,16	0,22	0,22	0,20	0,26	0,18	0,20	0,17
Obso										
Q212	0,27	1,00	0,12	0,18	0,27	0,26	0,30	0,26	0,36	0,30
QualProd										
Q213	0,16	0,12	1,00	0,31	0,13	0,06	0,13	0,12	0,12	0,15
Gam										
Q214	0,22	0,18	0,31	1,00	0,20	0,14	0,19	0,23	0,20	0,18
Mkt										
Q221	0,22	0,27	0,13	0,20	1,00	0,45	0,35	0,33	0,41	0,39
FlexProd										
Q222	0,20	0,26	0,06	0,14	0,45	1,00	0,42	0,38	0,41	0,37
CtW										
Q223	0,26	0,30	0,13	0,19	0,35	0,42	1,00	0,49	0,49	0,35
CtMat										
Q224	0,18	0,26	0,12	0,23	0,33	0,38	0,49	1,00	0,47	0,35
CtE										
Q225	0,20	0,36	0,12	0,20	0,41	0,41	0,49	0,47	1,00	0,46
Rebut										
Q226	0,17	0,30	0,15	0,18	0,39	0,37	0,35	0,35	0,46	1,00
CyCon										

Nb. Obs. 1648

(1) Coefficient de corrélation de Pearson calculé sur données pondérées par le taux de sondage.

Nb. : Tous les coefficients sont très hautement significatifs ($P(Rho > |R|) < 0,0001$ Sous $H_0: Rho=0$ (i.e. le coefficient de corrélation de Pearson est nul).

Source : CIS1 SESSI

Si nous comparons ce tableau au tableau 85 nous n'observons que de très faibles différences. Elles sont de l'ordre de la deuxième décimale. Ceci signifie que, même lorsque les spécificités sectorielles dans la structure des objectifs de l'innovation sont retranchées, il subsiste une forte multicollinéarité entre les différents objectifs de l'innovation.

ANNEXE XVI : Rappels sur la régression logistique multinomiale (ou polytomique)

1. La méthode

L'un des outils économétriques les plus employés pour étudier les variables endogènes qualitatives non ordinales multinomiales à partir de données individuelles est la régression logistique multinomiale aussi qualifiée de polytomique. De nombreux manuels traitent du sujet de façon très complète (Maddala [1983], Gourrieroux [1988], Agresti [1990], Menard [1995], Green [1997]). Cette technique permet de prédire en fonction d'un certain nombre de variables indépendantes caractéristiques de chaque individu la probabilité d'occurrence d'une modalité particulière de la variable endogène considérée.

Cet objectif peut être noté comme suit :

$$\Pr (Y_i = k) = \frac{\exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jk}\right)}{\sum_{m=1}^r \exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jm}\right)}$$

Avec :

- y une variable endogène qualitative
- k représente une modalité particulière de la variable y. k ∈ {1, ..., r} r étant le nombre total de modalités de la variable y.
- x_{ij} est la valeur d'une variable explicative particulière x_j observée pour la firme i. j ∈ {0, ..., p}. p est le nombre total de variables explicatives.
- les β_{jk} sont les coefficients à estimer (un par modalité de y (soit r) et un par variable exogène x_j (soit p)). Au total r.p coefficients seraient à estimer.

Dans notre cas nous cherchons à modéliser la probabilité pour que le comportement innovant y d'une firme donnée i soit de type k ($\Pr(y_i=k)$) en fonction de différentes variables explicatives observées au niveau micro-économique (x_{ij}).

Le problème est qu'en l'état le modèle n'est pas identifiable car la probabilité pour que y prenne la modalité r peut être déduite des r-1 autres modalités. Il existe en effet différentes valeurs des β_{jk} aboutissant à des probabilités données de $y=1, \dots, y=k, \dots, y=r$. La solution consiste à fixer arbitrairement certains β_{jk} à 0 (par exemple les β_{jr}). La modalité r de la variable y sera dite modalité de 'base' ou de 'référence'.

Les probabilités d'innovation dans chacun des types considérés s'expriment alors de la manière suivante :

- pour $k < r$ (c'est à dire pour les modalités non références) :

$$\Pr(Y_i = k) = \frac{\exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jk}\right)}{1 + \sum_{m=1}^{r-1} \exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jm}\right)}$$

•

pour $k=r$ (c'est à dire pour la modalité de base) :

$$\Pr(Y_i = r) = \frac{1}{1 + \sum_{m=1}^{r-1} \exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jm}\right)}$$

Dans cette perspective les β_{jk} (j_1, \dots, j_{r-1}) s'expriment relativement aux β_{jr} . On ne mesure donc pas directement des changements de probabilité mais un changement de probabilité relative entre $\Pr(y=k)$ et $\Pr(y=r)$ qui est induit par les variations des variables exogènes x_j .

Les β_{jk} s'exprimeront donc de la manière suivante :

$$\frac{\Pr(y = k)}{\Pr(y = r)} = \frac{\frac{\exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jk}\right)}{1 + \sum_{m=1}^{r-1} \exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jm}\right)}}{\frac{1}{1 + \sum_{m=1}^{r-1} \exp\left(\sum_{j=0}^p x_{ij} \beta_{jm}\right)}} = \exp\left(\sum_{j=0}^p \beta_{jk}\right)$$

Ainsi formulé le modèle aboutit à l'estimation de $p \cdot (r-1)$ coefficients dont l'interprétation ne se fait pas en termes de probabilité simple mais de probabilité relative à un niveau donné de la variable endogène. L'estimation des coefficients est habituellement réalisée à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance.

2. L'hypothèse d'indépendance vis-à-vis d'une alternative non pertinente

La principale hypothèse faite par ce modèle est celle d'indépendance vis à vis d'une alternative non pertinente qui signifie que la suppression d'une des modalités de y n'agit pas sur les probabilités relatives associées aux $r-1$ modalités restantes (voir Gourieroux [1989], p.54).

ANNEXE XVII : Les principaux axes du questionnement technologique des firmes dans l'enquête CIS1 : Résultats détaillés d'une ACP

Tableau 94 : Répartition de l'inertie sur les axes factoriels

	Valeur propre	Difference d'inertie	Proportion de l'inertie totale
AXE1	3,58205	2,36831	36%
AXE2	1,21374	0,32001	12%
AXE3	0,89374	0,12167	9%
AXE4	0,77207	0,00984	8%
AXE5	0,76223	0,08312	8%
AXE6	0,67911	0,0644	7%
AXE7	0,61471	0,08583	6%
AXE8	0,52888	0,03103	5%
AXE9	0,49784	0,04219	5%
AXE10	0,45565		5%

Inertie totale : 10

ACP réalisée sur 1648 observations de firmes innovantes avec prise en compte des taux de sondage.

Source : CIS1 SESSI

Tableau 95 : Coordonnées des vecteurs propres de l'ACP

	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4	AXE 5	AXE 6	AXE 7	AXE 8	AXE 9	AXE 10
Q211 Obso	0,230	0,306	0,734	-0,036	0,389	0,197	-0,313	0,017	0,084	0,134
Q212 QualProd	0,293	0,051	0,476	0,044	-0,675	-0,189	0,406	0,037	0,116	-0,109
Q213 Gam	0,152	0,659	-0,324	0,161	-0,138	0,580	0,218	-0,019	0,053	0,075
Q214 Mkt	0,220	0,575	-0,201	-0,136	0,128	-0,704	-0,070	0,122	-0,168	-0,038
Q221 FlexProd	0,348	-0,100	-0,053	0,545	0,292	-0,148	0,149	-0,619	0,111	-0,210
Q222 CtW	0,350	-0,246	-0,057	0,229	0,354	0,006	0,430	0,626	-0,031	0,241
Q223 CtMat	0,376	-0,122	-0,010	-0,434	0,105	0,258	0,099	-0,043	-0,510	-0,553
Q224 CtE	0,359	-0,115	-0,220	-0,519	0,062	0,006	-0,019	-0,073	0,728	0,027
Q225 Rebut	0,393	-0,169	-0,097	-0,115	-0,219	0,013	-0,173	-0,297	-0,374	0,698
Q226 CyCon	0,348	-0,110	-0,159	0,363	-0,289	0,062	-0,661	0,336	0,072	-0,259

ACP réalisée sur 1648 observations de firmes innovantes avec prise en compte des taux de sondage.

Source : CIS1 SESSI

Tableau 97 : Les principaux axes du questionnement technologique des firmes innovantes (ACP à partir de l'enquête CIS1)

Récapitulatif (axes 1-5)

Variable		Coor (1)	Axe1			Axe2			Axe3			Coor
			Coor	contr.(2)	Qual.(3)	Coor	contr.	Qual.	Coor	contr.	Qual.	
Les objectifs de l'innovation technologique sont de maintenir ou accroître vos parts de marché en :	remplaçant les produits devenus obsolètes	EQ211	0,436	5,3%	19,0%	0,337	9,4%	11,4%	0,694	53,8%	48,1%	-0,032
	améliorant la qualité des produits existants	EQ212	0,554	8,6%	30,7%	0,057	0,3%	0,3%	0,450	22,7%	20,3%	0,038
	étendant la gamme des produits	EQ213	0,288	2,3%	8,3%	0,726	43,4%	52,7%	-0,306	10,5%	9,4%	0,141
	se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	EQ214	0,416	4,8%	17,3%	0,634	33,1%	40,1%	-0,190	4,0%	3,6%	-0,119
Les objectifs de l'innovation technologique sont d'accroître vos marges en :	donnant plus de flexibilité à votre production	EQ221	0,658	12,1%	43,3%	-0,110	1,0%	1,2%	-0,050	0,3%	0,2%	0,479
	réduisant les coûts salariaux	EQ222	0,663	12,3%	44,0%	-0,271	6,0%	7,3%	-0,054	0,3%	0,3%	0,201
	diminuant les consommations de matériaux	EQ223	0,712	14,2%	50,7%	-0,134	1,5%	1,8%	-0,010	0,0%	0,0%	-0,382
	abaissant la consommation d'énergie	EQ224	0,680	12,9%	46,3%	-0,126	1,3%	1,6%	-0,208	4,9%	4,3%	-0,456
	réduisant le taux de rebut des produits	EQ225	0,744	15,4%	55,3%	-0,186	2,8%	3,4%	-0,092	0,9%	0,8%	-0,101
	réduisant le cycle de conception des produits	EQ226	0,658	12,1%	43,3%	-0,121	1,2%	1,5%	-0,150	2,5%	2,3%	0,319
	Somme : 011				3,582			1,214			0,894	
Récapitulatif (axes 6-10)												
Variable		Coor	Axe6			Axe7			Axe8			Coor
			Coor	contr.	Qual.	Coor	contr.	Qual.	Coor	contr.	Qual.	
Les objectifs de l'innovation technologique sont de maintenir ou d'accroître vos parts de	remplaçant les produits devenus obsolètes	EQ211	0,162	3,9%	2,6%	-0,055	0,5%	0,3%	0,089	1,5%	0,8%	-0,119
	améliorant la qualité des produits existants	EQ212	-0,156	3,6%	2,4%	0,171	4,8%	2,9%	-0,014	0,0%	0,0%	0,037

marché en :	étendant la gamme des produits	EQ213	0,478	33,7%	22,9%	-0,245	9,8%	6,0%	0,012	0,0%	0,0%	0,060
	se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	EQ214	-0,580	49,6%	33,7%	0,318	16,5%	10,1%	0,027	0,1%	0,1%	0,082
Les objectifs de l'innovation technologique sont d'accroître vos marges en :	donnant plus de flexibilité à votre production	EQ221	-0,122	2,2%	1,5%	0,117	2,2%	1,4%	-0,450	38,3%	20,3%	0,078
	réduisant les coûts salariaux	EQ222	0,005	0,0%	0,0%	-0,015	0,0%	0,0%	-0,053	0,5%	0,3%	0,514
marges en :	diminuant les consommations de matériaux	EQ223	0,213	6,7%	4,5%	0,078	1,0%	0,6%	-0,031	0,2%	0,1%	-0,360
	abaissant la consommation d'énergie	EQ224	0,005	0,0%	0,0%	0,337	18,5%	11,4%	0,455	39,1%	20,7%	-0,022
	réduisant le taux de rebut des produits	EQ225	0,011	0,0%	0,0%	-0,136	3,0%	1,8%	-0,216	8,8%	4,7%	-0,260
	réduisant le cycle de conception des produits	EQ226	0,051	0,4%	0,3%	-0,519	43,7%	26,9%	0,244	11,3%	6,0%	0,051
Somme :						0,679		0,615			0,529	

(1) Coor : Coordonnées des variables sur les axes factoriels (vecteur propre * valeur propre).

(2) Contr. : Contribution des variables aux axes factoriels (valeur propre²).

(3) Qual. : Qualité de la représentation des variables sur les axes factoriels (Coor.²).

Source : ACP réalisée sur 1648 observations de firmes innovantes avec prise en compte des taux de sondage.CIS1 SESSI

ANNEXE XVIII : Construction a priori d'une typologie d'objectifs

La typologie d'objectifs proposée dans le Tableau 97 est construite à partir d'une partition subjective des objectifs de l'innovation. L'intérêt d'une telle procédure est sa proximité avec les typologies standards et évolutionnistes. En revanche, elle ne peut être justifiée qu'a posteriori au regard de son pouvoir explicatif lorsqu'elle est intégrée dans un modèle économétrique. Qui plus est, l'utilisation de ces variables dans un modèle économétrique n'est pas sans poser de problèmes puisqu'elles présentent entre elles une forte multicollinéarité (tableau 98).

Tableau 97 : Construction a priori d'une typologie d'objectifs

Objectif	Construction	Référent théorique standard	Référent théorique évolutionniste
Accroissement des Ventes	Mkt Score moyen des questions Q211 Q213 Q214 relatives à l'obsolescence, la gamme des produits, la conquête de nouveaux marchés.	Objectif d'accroissement des ventes	Questionnement relatif aux fins
Amélioration de la Flexibilité	Flex Score moyen des questions Q221 Q226 relatives à la flexibilité de la production et à la réduction du cycle de conception des produits.	Non classé	Questionnement relatif aux moyens
Amélioration de la Qualité	Qual Score moyen des questions Q212 Q225 relatives à l'amélioration de la qualité des produits et à la réduction des rebuts.	Non classé	Questionnement relatif aux moyens
Réduction des Coûts	CTS Score moyen des questions Q222 Q223 Q224 relatives à la réduction du coût du travail, des consommations d'énergie et des consommations intermédiaires.	Objectif de réduction des coûts	Questionnement relatif aux moyens

Tableau 98 : Matrice des corrélations entre objectifs du changement technologique définis selon une typologie a priori

	Mkt	Flex	Qual
	Obso	Qual	Gam
Mkt	1		
Flex	0.293 (1)	1	
Qual	0.315	0.518	1
Cost	0.299	0.562	0.568
Nb. Obs.	1648		

(1) Coefficient de corrélation de Pearson calculé sur données pondérées par le taux de sondage.

Nb. : Tous les coefficients sont très hautement significatifs ($P(Rho > ;R) < ;0,0001$ Sous $H_0: Rho=0$ (i.e. le coefficient de corrélation de Pearson est nul).

Source : CIS1 SESSI

ANNEXE XIX : L'impact des objectifs de l'innovation dans l'enquête CIS1 sur le type de comportement innovant : résultats économétriques détaillés.....

Sont successivement présentés et détaillés les résultats des VII modèles suivants où Y figure le type de comportement innovant adopté par les firmes innovantes {produit, procédé, produit & procédé} :

-
- Modèle I : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
-
- Modèle II : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \text{Q1}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
-
- Modèle III : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{NBINNO})$
-
- Modèle IV : $Y=f(\text{Q211}, \dots, \text{Q226}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
-
- Modèle V : $Y=f(\text{Q211}, \dots, \text{Q226}, \text{Q1}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
-
- Modèle VI : $Y=f(\text{Mkt}, \text{Flex}, \text{Qual}, \text{Cost}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
-
- Modèle VII : $Y=f(\text{Mkt}, \text{Flex}, \text{Qual}, \text{Cost}, \text{Q1}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

1. Modèle I : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 99 : Coefficients estimés du modèle I : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})$ = probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iproc})$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%,

**** à 0,1%

Intitulé	Nom	P(Iprod/Iprodoc) [1]	P(Iproc/Iprodoc) [2]	P(Iprod/Iproc) [3]
Constante	_cons	0,906	6,025****	-5,119****
Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)	PRIN1	-0,313****	-0,162****	-0,151****
Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)	PRIN2	0,209****	-0,744****	0,952****
Axe 3 : Relance des produits existants	PRIN3	0,103	-0,084	0,187**
Axe 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif	PRIN4	-0,26****	0,027	-0,287***
Axe 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des produits obsolètes.	PRIN5	0,008	-0,088	0,096
	PRIN6	0,023	-0,494****	0,518****

Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géographiques				
Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits	PRIN7	0,046	-0,025	0,071
Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la consommations d'énergie	PRIN8	0,036	-0,112	0,149
Axe 9 : Réduction des coûts salariaux vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN9	-0,136	-0,107	-0,029
Axe 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN10	-0,159	-0,256**	0,098
Log(CAHT92)	lnCAHT92	-0,245****	-0,486****	0,241****
Autres industries extractives	s14	1,183	-0,635	1,818
Industrie textile	s17	1,066	-1,479	2,545**
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	2,027	-0,596	2,623**
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,175	-0,203	1,378
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,952	-1,495	2,446**
Industrie du papier et du carton	s21	1,266	-1,417	2,683**
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,837	0,053	0,784
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,581	-2,244	3,825**
Industrie chimique	s24	1,618	-2,023**	3,641***
Pharmacie	s244	1,509	-1,249	2,758**
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,597	-2,761***	3,358***
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,3	-1,748*	3,048**
Métallurgie	s27	1,047	-0,495	1,542
Travail des métaux	s28	1,09	-1,315	2,406**
Fabrication de machines et équipements	s29	1,684	-2,013**	3,697****
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s31	1,556	-3,457****	5,013****
Fabrication de machines et appareils électriques	s32	1,771	-1,495	3,266***
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s33	1,551	-4,106****	5,657****
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s34	1,732	-1,819*	3,551***
Industrie automobile	s35	1,723	-1,442	3,164**
Fabrication d'autres matériels de transport	s353	-0,031	-1,165	1,134
Aéronaut	s36	1,062	-1,839**	2,901**
Nombre d'observations	1648			
Somme des pondérations	9010.9369			
L0 (Log vraisemblance initiale)	-9648,9373			

L1 (Log vraisemblance finale) -7673,0931
Pseudo R² (1-L1/L0) 0,2048
NB : le secteur 261 a été retranché afin de
permettre l'estimation d'une constante
Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992

Tableau 100 : Tests du chi² et de Wald sur le modèle I

Test du Chi ² sur l'ensemble du modèle :	LRchi2(66)=3951,69 Prob> ;chi2=0.0000
Test de Wald sur le Modèle complet (1)	F(66;1582)=6,62 Prob> ;F=0.0000
Test de Wald sur Produit / produit&procédé (2)	F(33;1615)=4,56 Prob> ;F=0.0000
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	F(33;1615)=7,45 Prob> ;F=0.0000
Test de Wald sur Produit / procédé (4)	F(33;1615)=8,24 Prob> ;F=0.0000

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur le modèle I

Tableau 101 : Tests de Wald pour les principaux coefficients estimés du modèle I

Test PRIN1=0	F(2 ; 1646)=36,3 Prob> ;F=0.0000
Test PRIN2=0	F(2 ; 1646)=72,44 Prob> ;F=0.0000
Test PRIN3=0	F(2 ; 1646)=2,43 Prob> ;F=0,0884
Test PRIN4=0	

F(2 ; 1646)=6,96
 Prob> ;F=0,001

Test PRIN5=0

F(2 ; 1646)=0,66
 Prob> ;F=0,5172

Test PRIN6=0

F(2 ; 1646)=15,02
 Prob> ;F=0.0000

Test PRIN7=0

F(2 ; 1646)=0,27
 Prob> ;F=0,7633

Test PRIN8=0

F(2 ; 1646)=0,89
 Prob> ;F=0,4113

Test PRIN9=0

F(2 ; 1646)=1,26
 Prob> ;F=0,2833

Test PRIN10=0

F(2 ; 1646)=3,16
 Prob> ;F=0,0429

lnCAHT92=0

F(2 ; 1646)=29,82
 Prob> ;F=0.0000

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/P(Iprod&proc) et P(Iproc)/P(Iprod&proc)).

Tableau 102 : Tableau de classification des observations pour le modèle I (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	216	47	219	482
	44,81	9,75	45,44	100
	55,67	14,83	23,22	29,25
Procédé	49	191	116	356
	13,76	53,65	32,58	100
	12,63	60,25	12,3	21,6
Produit & procédé	123	79	608	810
	15,19	9,75	75,06	100
	31,7	24,92	64,48	49,15
Total	388	317	943	1648
	23,54	19,24	57,22	100

	100	100	100	100
Taux de bonne prédiction :				61,59%

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 103 : Tableau de classification des observations pour le modèle I (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	1391,89	308,67	1116,98	2817,54
	0,49	0,11	0,4	1
	0,56	0,15	0,25	0,31
Procédé	332,1	1300,28	604,59	2236,98
	0,15	0,58	0,27	1
	0,13	0,61	0,14	0,25
Produit & procédé	774,43	507,98	2674,01	3956,42
	0,13	0,68	1	
	0,24	0,61	0,44	
Total	2498,42	2116,93	4395,58	9010,94
	0,28	0,23	0,49	1
	1	1	1	1
Taux de bonne prédiction :				59,55%

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 104 : Score de Brièrenote²³² pour le modèle I

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2861,329	49,03593
Brière produit (B_{prod})	1614,013	49,07805
Brière procédé (B_{proc})	407,0631	22,059
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	840,2534	27,04721

Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée = $2 * 9010,38 = 18021$

Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition = 6006

Référence en cas de prédiction en fonction des fréquences observées = 10091

En cas de prédiction parfaite le score est à 0

2. Modèle n° II : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \text{Q2}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 105 : Coefficients estimés du modèle II : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \text{Q2}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})$ = probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iproc})$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%,
**** à 0,1%

Intitulé	Nom	P(Iprod/Iprodoc) [1]	P(Iproc/Iprodoc) [2]	P(Iprod/Iproc) [3]
Constante	_cons	-1,667	0,951	-2,619**
Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)	PRIN1	-0,318****	-0,179****	-0,139****
Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)	PRIN2	0,21****	-0,736****	0,946****
Axe 3 : Relance des produits existants	PRIN3	0,091	-0,098	0,188**
Axe 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif	PRIN4	-0,277****	0,021	-0,298****
Axe 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des produits obsolètes.	PRIN5	0,007	-0,095	0,102
Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géographiques	PRIN6	0,02	-0,511****	0,53****
Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits	PRIN7	0,03	-0,037	0,067
Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la consommations d'énergie	PRIN8	0,037	-0,103	0,14
Axe 9 : Réduction des coûts salariaux vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN9	-0,13	-0,095	-0,035
Axe 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN10	-0,161	-0,251**	0,091
_ Petite taille	q2	0,008	-0,067	0,075
_ Taille moyenne	q3	0,4	0,161	0,239
_ Grande taille	q4	-0,171	-0,518*	0,347
_ Très grande taille	q5	-0,716***	-1,163****	0,447
Opportunités technologiques sectorielles	nbinnov			
Autres industries extractives	s14	1,333	-0,272	1,605
Industrie textile	s17	1,151	-1,157	2,308*
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	2,359	0,113	2,247*
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,333	0,203	1,131
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	1,192	-0,993	2,185*

Industrie du papier et du carton	s21	1,245	-1,4*	2,645**
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,916	0,366	0,551
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,144	-2,644**	3,788**
Industrie chimique	s24	1,44	-2,219***	3,659***
Pharmacie	s244	1,248	-1,608**	2,856**
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,718	-2,454*****	3,173***
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,425	-1,393*	2,818**
Métallurgie	s27	0,984	-0,512	1,496
Travail des métaux	s28	1,321	-0,78	2,101*
Fabrication de machines et équipements	s29	1,784	-1,711**	3,495***
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s31	1,576	-3,201*****	4,777*****
Fabrication de machines et appareils électriques	s32	1,774	-1,289	3,062**
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s33	1,639	-3,782*****	5,421*****
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s34	1,69	-1,779**	3,469***
Industrie automobile	s35	1,726	-1,263	2,989**
Fabrication d'autres matériels de transport	s353	-0,183	-1,341	1,158
Aéronaut	s36	1,184	-1,49**	2,674**
Nombre d'observations		1648		
Somme des pondérations		9010,9		
L0 (Log vraisemblance initiale)		-9648,9		
L1 (Log vraisemblance finale)		-7666,6		
Pseudo R ² (1-L1/L0)		0,20		

NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante
Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992

Tableau 106 : Tests du chi2 et de Wald sur le modèle II.

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

chi2(72)=3964,55
Prob>
;chi2=0.000

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(72; 1576)=6,22
Prob> ;F=0.000

Test de Wald sur Produit / Produit&Procédé (2)

F(36; 1612)=4,3
Prob> ;F=0.000

Test de Wald sur Procédé / Produit&Procédé (3)

F(36; 1612)=7,18

Prob> ;F=0.000

Test de Wald sur Produit / Procédé (4)

F(36; 1612)=7,54

Prob> ;F=0.000

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur le modèle II

Tableau 107 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle II

Test PRIN1=0

F(2; 1646)=38,34

Prob> ;F=0

Test PRIN2=0

F(2; 1646)=71,47

Prob> ;F=0

Test PRIN3=0

F(2; 1646) = 2.36

Prob > ; F = 0.0946

Test PRIN4=0

F(2; 1646)=7,7

Prob> ;F=0,0005

Test PRIN5=0

F(2; 1646) = 0.74

Prob > ; F = 0.4761

Test PRIN6=0

F(2; 1646)=15,83

Prob> ;F=0

Test PRIN7=0

F(2; 1646) = 0.20

Prob > ; F = 0.8193

Test PRIN8=0

F(2; 1646) = 0.78

Prob > ; F = 0.4588

Test PRIN9=0

F(2; 1646) = 1.13

Prob > ; F = 0.3217

Test PRIN10=0

$$F(2;1646)=3.10$$

$$\text{Prob} > ;F=0.0452$$

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iprod\&proc})$ et $P(\text{Iproc})/ P(\text{Iprod\&proc})$).

Tableau 108 : Tableau de classification des observations pour le modèle II (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	212	50	220	482
	43,98	10,37	45,64	100
	55,21	15,97	23,13	29,25
Procédé	46	184	126	356
	12,92	51,69	35,39	100
	11,98	58,79	13,25	21,6
Produit & procédé	126	79	605	810
	15,56	9,75	74,69	100
	32,81	25,24	63,62	49,15
Total	384	313	951	1648
	23,3	18,99	57,71	100
	100	100	100	100
Taux de bonne prédiction :				60,74%

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes $p(\text{Innovation de produit})$, $p(\text{Innovation de procédé})$, $p(\text{innovation de produit \& procédé})$.

Tableau 109 : Tableau de classification des observations pour le modèle II (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	1374,29	320,11	1123,13	2817,54
	49%	11%	40%	100%
	55%	16%	25%	31%
Procédé	318,39	1226,76	691,82	2236,98
	14%	55%	31%	100%
	13%	61%	15%	25%
Produit & procédé	789,67	479,97	2686,79	3956,42
	20%	12%	68%	100%
	32%	24%	60%	44%
Total	2482,35	2026,84	4501,74	9010,94
	28%	22%	50%	100%

100% 100% 100% 100%

Taux de bonne prédiction : 58,68%

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage.

La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 110 : Score de Brière pour le modèle II

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2849,79	48,94
Brière produit (B _{prod})	1603,61	49,33
Brière procédé (B _{proc})	408,74	22,01
Brière produit & procédé (B _{prodproc})	837,45	26,65
Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée=2*9010,38=18021		
Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition=6006		
Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.		

3. Modèle n° III : Y=f(PRIN1, ..., PRIN10, lnCAHT92, NBINNO)

Tableau 111 : Coefficients estimés du modèle III : Y=f(PRIN1, ..., PRIN10, lnCAHT92, NBINNO)

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={ innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé }

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Intitulé	Nom	P(Iprod/Iprodproc) [1]	P(Iproc/Iprodproc) [2]	P(Iprod/Iproc) [3]
Constante	_cons	1,588***	5,492****	-0,136***
Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)	PRIN1	-0,305****	-0,169****	0,898****
Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)	PRIN2	0,204****	-0,694****	0,173**
Axe 3 : Relance des produits existants	PRIN3	0,091	-0,082	-0,285***
Axe 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif	PRIN4	-0,262****	0,022	0,093
Axe 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des	PRIN5	0,011	-0,082	0,495****

produits obsolètes.

Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géographiques	PRIN6	0,022	-0,474*****	0,073
Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits	PRIN7	0,048	-0,025	0,144
Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la consommations d'énergie	PRIN8	0,042	-0,102	-0,018
Axe 9 : Réduction des coûts salariaux vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN9	-0,127	-0,11	0,098
Axe 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN10	-0,158*	-0,255**	0,18***
Ln(CAHT92)	LnCAHT92	-0,24*****	-0,42*****	5,485*****
Opportunités technologiques sectorielles	nbinnov	1,29***	-4,195*****	-3,904*****
Nombre d'observations	1648			
Somme des pondérations	9010.9			
L0 (Log vraisemblance initiale)	-9648,9			
L1 (Log vraisemblance finale)	-8008,0			
Pseudo R ² (1-L1/L0)	0,1701			

Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992

Tableau 112 : Tests du chi2 et de Wald sur le modèle III

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(24)=3281,68
Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(24;1624)=16,63
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / produit&procédé (2)

F(12;1636)=11,37
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)

F(12;1636)=19,51
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / procédé (4)

F(12;1636)=18,98
Prob> ;F=0.0000

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur le modèle III

Tableau 113 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle III

Test PRIN1=0

F(2;1646)=37,13

Prob> ;F=0

Test PRIN2=0

F(2;1646)=68,63

Prob> ;F=0

Test PRIN3=0

F(2;1646)=2,17

Prob> ;F=0,1149

Test PRIN4=0

F(2;1646)=7,19

Prob> ;F=0,0008

Test PRIN5=0

F(2;1646)=0,61

Prob> ;F=0,5439

Test PRIN6=0

F(2;1646)=15,38

Prob> ;F=0

Test PRIN7=0

F(2;1646)=0,29

Prob> ;F=0,7484

Test PRIN8=0

F(2;1646)=0,9

Prob> ;F=0,4069

Test PRIN9=0

F(2;1646)=1,18

Prob> ;F=0,3069

Test PRIN10=0

F(2;1646)=3,39

Prob> ;F=0,0338

Ln(CAHT92)

F(2;1646)=28

Prob> ;F=0

NBINNO

F(2;1646)=38,43

Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour

l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(Iprod)/P(Iprod&proc)$ et $P(Iproc)/P(Iprod&proc)$).

Tableau 114 : Tableau de classification des observations pour le modèle III (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	208	49	225	482
	43,15	10,17	46,68	100
	54,74	16,61	23,12	29,25
Procédé	51	179	126	356
	14,33	50,28	35,39	100
	13,42	60,68	12,95	21,6
Produit & procédé	121	67	622	810
	14,94	8,27	76,79	100
	31,84	22,71	63,93	49,15
Total	380	295	973	1648
	23,06	17,9	59,04	100
	100	100	100	100
				61.23

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes $p(\text{Innovation de produit})$, $p(\text{Innovation de procédé})$, $p(\text{innovation de produit \& procédé})$.

Tableau 115 : Tableau de classification des observations pour le modèle III (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	1339,37	321,46	1156,71	2817,54
	0,48	0,11	0,41	1
	0,54	0,16	0,25	0,31
Procédé	370,42	1194,83	671,73	2236,98
	0,17	0,53	0,3	1
	0,15	0,61	0,15	0,25
Produit & procédé	774,2	443,88	2738,34	3956,42
	0,2	0,11	0,69	1
	0,31	0,23	0,6	0,44
Total	2483,99	1960,17	4566,78	9010,94
	0,28	0,22	0,51	1
	1	1	1	1
				58.51

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage.

La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 116 : Score de Brière pour le modèle III

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2931,311	48,45251
Brière produit (B_{prod})	1659,198	49,46354
Brière procédé (B_{proc})	410,9359	21,88346
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	861,1771	27,55828

Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée = $2 \times 9010,38 = 18021$

Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition = 6006

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

4. Modèle IV : $Y=f(Q211, \dots, Q226, \ln CAHT92, SEC1, \dots, SEC23)$

Tableau 117 : Coefficients estimés du modèle IV : $Y=f(Q211, \dots, Q226, \ln CAHT92, SEC1, \dots, SEC23)$

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y = \{ \text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé} \}$

- $P(Iprod) / P(Iprod\&proc) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(Iproc) / P(Iprod\&proc) =$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(Iprod) / P(Iproc) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%,
**** à 0,1%

Intitulé	Nom	$P(Iprod/Iprodoc)$ [1]	$P(Iproc/Iprodoc)$ [2]	$P(Iprod/Iproc)$ [3]
Constante	_cons	0,906	6,025****	-5,119****
remplaçant les produits devenus obsolètes	q211-Obso	0,028	-0,369****	0,397****
améliorant la qualité des produits existants	q212-QualProd	0,025	0,023	-0,048
étendant la gamme des produits	q213-Gam	0,013	-0,616****	0,629****
se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	q214-MktGéo	0,059	-0,072	0,131*
donnant plus de flexibilité à votre production	q221-Flex	-0,206****	0,144**	-0,35****
réduisant les coûts salariaux	q222-CtW	-0,173***	-0,029	-0,144*
diminuant les consommations de matériaux	q223-CtMat	0,113*	0,067	0,046
abaissant la consommation d'énergie	q224-CtEner	-0,127	-0,052	-0,076
réduisant le taux de rebut des produits	q225-Rebut	-0,164****	-0,016	-0,148*
réduisant le cycle de conception des produits	q226-CyCon	-0,172***	0,06	-0,232***

Ln(CAHT92)	LnCAHT92	-0,245****	-0,486****	0,241****
Autres industries extractives	s14	1,183	-0,635	1,818
Industrie textile	s17	1,066	-1,479	2,545**
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	2,027	-0,596	2,623**
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,175	-0,203	1,378
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,952	-1,495	2,446**
Industrie du papier et du carton	s21	1,266	-1,417	2,683**
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,837	0,053	0,784
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,581	-2,244	3,825**
Industrie chimique	s24	1,618	-2,023**	3,641***
Pharmacie	s244	1,509	-1,249	2,758**
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,597	-2,761***	3,358****
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,3	-1,748*	3,048**
Métallurgie	s27	1,047	-0,495	1,542
Travail des métaux	s28	1,09	-1,315	2,406**
Fabrication de machines et équipements	s29	1,684	-2,013**	3,697****
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s31	1,556	-3,457****	5,013****
Fabrication de machines et appareils électriques	s32	1,771	-1,495	3,266***
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s33	1,551	-4,106****	5,657****
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s34	1,732	-1,819*	3,551***
Industrie automobile	s35	1,723	-1,442	3,164**
Fabrication d'autres matériels de transport	s353	-0,031	-1,165	1,134
Aéronaut	s36	1,062	-1,839**	2,901**
Nombre d'observations	1648			
Somme des pondérations	9010,9			
L0 (Log vraisemblance initiale)	-9648,9			
L1 (Log vraisemblance finale)	-7673,09			
Pseudo R ² (1-L1/L0)	0,204			
NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante				
Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992				

Tableau 118 : Tests du chi2 et de Wald sur le modèle IV

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(66)=3951,69
Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(66;1582)=6,62

Test de Wald sur Produit / Produit&Procédé (2)	Prob> ;F=0
	F(33;1615)=4,56
	Prob> ;F=0
Test de Wald sur Procédé / Produit&Procédé (3)	
	F(33;1615)=7,45
	Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / Procédé (4)	
	F(33;1615)=8,24
	Prob> ;F=0
(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle	
(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.	
(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.	
(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.	
Source : Tests effectués sur le modèle III	

Tableau 119 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle IV

Test q211	F(2;1646)=18,91
	Prob> ;F=0
Test q212	F(2;1646)=0,24
	Prob> ;F=0,7835
Test q213	F(2;1646)=54,32
	Prob> ;F=0
Test q214	F(2;1646)=1,84
	Prob> ;F=0,1592
Test q221	F(21;646)=11,16
	Prob> ;F=0
Test q222	F(21;646)=4,01
	Prob> ;F=0,0183
Test q223	F(21;646)=1,45
	Prob> ;F=0,2339
Test q224	

F(21;646)=1,25
 Prob> ;F=0,2865

Test q225

F(21;646)=3,61
 Prob> ;F=0,0273

Test q225

F(21;646)=6,13
 Prob> ;F=0,0022

lnCAHT92

F(21;646)=29,82
 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/ P(Iprod&proc) et P(Iproc)/ P(Iprod&proc)).

Tableau 120 : Tableau de classification des observations pour le modèle IV (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	216	47	219	482
	44,81	9,75	45,44	100
	55,67	14,83	23,22	29,25
Procédé	49	191	116	356
	13,76	53,65	32,58	100
	12,63	60,25	12,3	21,6
Produit & procédé	123	79	608	810
	15,19	9,75	75,06	100
	31,7	24,92	64,48	49,15
Total	388	317	943	1648
	23,54	19,24	57,22	100
	100	100	100	100
				61.59

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 121 : Tableau de classification des observations pour le modèle IV (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	1391,89	308,67	1116,98	2817,54

	0,49	0,11	0,4	1
	0,56	0,15	0,25	0,31
Procédé	332,1	1300,28	604,59	2236,98
	0,15	0,58	0,27	1
	0,13	0,61	0,14	0,25
Produit & procédé	774,43	507,98	2674,01	3956,42
	0,2	0,13	0,68	1
	0,31	0,24	0,61	0,44
Total	2498,42	2116,93	4395,58	9010,94
	0,28	0,23	0,49	1
	1	1	1	1
				59.55

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage.

La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 122 : Score de Brière pour le modèle IV

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2861,329	49,03593
Brière produit (B_{prod})	1614,013	49,07805
Brière procédé (B_{proc})	407,0631	22,059
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	840,2534	27,04721

Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée=2*9010,38=18021

Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition=6006

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

5. Modèle V : Y=f(Q211, ..., Q226, Q1, ..., Q5, SEC1, ..., SEC23)

Tableau 123 : Coefficients estimés du modèle V : Y=f(Q211, ..., Q226, Q1, ..., Q5, SEC1, ..., SEC23)

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

Intitulé	Nom	P(Iprod/Iprod&proc)	P(Iproc/Iprod&proc)	P(Iprod/Iproc)
		[1]	[2]	[3]
Constante	_cons	-1,667	0,951	-2,619**

remplaçant les produits devenus obsolètes	q211-Obso	0,024	-0,377****	0,402****
améliorant la qualité des produits existants	q212-QualProd	-0,035	0,018	-0,052
étendant la gamme des produits	q213-Gam	0,01	-0,619****	0,63****
se tournant vers de nouveaux marchés géographiques	q214-MktGéo	0,065	-0,061	0,126*
donnant plus de flexibilité à votre production	q221-Flex	-0,215****	0,132*	-0,347****
réduisant les coûts salariaux	q222-CtW	-0,184***	-0,037	-0,147*
diminuant les consommations de matériaux	q223-CtMat	0,114*	0,05	0,064
abaissant la consommation d'énergie	q224-CtEner	-0,113	-0,045	-0,068
réduisant le taux de rebut des produits	q225-Rebut	-0,163***	-0,021	-0,143*
réduisant le cycle de conception des produits	q226-CyCon	-0,167***	0,064	-0,231***
	q2	0,008	-0,067	0,075
	q3	0,4	0,161	0,239
	q4	-0,171	-0,518*	0,347
	q5	-0,716***	-1,163****	0,447
Autres industries extractives	s14	1,333	-0,272	1,605
Industrie textile	s17	1,151	-1,157	2,308*
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	2,359	0,113	2,247*
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,333	0,203	1,131
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	1,192	-0,993	2,185*
Industrie du papier et du carton	s21	1,245	-1,4*	2,645**
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,916	0,366	0,551
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,144	-2,644**	3,788**
Industrie chimique	s24	1,44	-2,219***	3,659***
Pharmacie	s244	1,248	-1,608**	2,856**
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,718	-2,454****	3,173****
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,425	-1,393*	2,818**
Métallurgie	s27	0,984	-0,512	1,496
Travail des métaux	s28	1,321	-0,78	2,101*
Fabrication de machines et équipements	s29	1,784	-1,711**	3,495***
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s31	1,576	-3,201****	4,777****
Fabrication de machines et appareils électriques	s32	1,774	-1,289	3,062**
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s33	1,639	-3,782****	5,421****
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s34	1,69	-1,779**	3,469***
Industrie automobile	s35	1,726	-1,263	2,989**
Fabrication d'autres matériels de transport	s353	-0,183	-1,341	1,158
Aéronaut	s36	1,184	-1,49**	2,674**
Nombre d'observations	1648			
Somme des pondérations	9010,9			
L0 (Log vraisemblance initiale)	-9648,9			
L1 (Log vraisemblance finale)	-7666,6			

Pseudo R² (1-L1/L0) 0,205

NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante
Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992

Tableau 124 : Tests du chi² et de Wald sur le modèle V

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(72)=3964,55
Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(72;1576)=6,22
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Produit&Procédé (2)

F(36;1612)=4,3
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Procédé / Produit&Procédé (3)

F(36;1612)=7,18
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Procédé (4)

F(36;1612)=7,54
Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur le modèle III

Tableau 125 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle V

Test q211

F(2;1646)=19,93
Prob> ;F=0

Test q212

F(2;1646)=0,32
Prob> ;F=0,7231

Test q213

F(2;1646)=55,01
Prob> ;F=0

Test q214

F(2;1646)=1,75

	Prob> ;F=0,1745
Test q221	
	F(2;1646)=11,13
	Prob> ;F=0
Test q222	
	F(2;1646)=4,43
	Prob> ;F=0,0121
Test q223	
	F(2;1646)=1,41
	Prob> ;F=0,2433
Test q224	
	F(2;1646)=1
	Prob> ;F=0,3673
Test q225	
	F(2;1646)=3,48
	Prob> ;F=0,0311
Test q226	
	F(2;1646)=5,98
	Prob> ;F=0,0026

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(Iprod)/P(Iprod\&proc)$ et $P(Iproc)/P(Iprod\&proc)$).

Tableau 126 : Tableau de classification des observations pour le modèle V (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	212	50	220	482
	43,98	10,37	45,64	100
	55,21	15,97	23,13	29,25
Procédé	46	184	126	356
	12,92	51,69	35,39	100
	11,98	58,79	13,25	21,6
Produit & procédé	126	79	605	810
	15,56	9,75	74,69	100
	32,81	25,24	63,62	49,15
Total	384	313	951	1648
	23,3	18,99	57,71	100

100 100 100 100
60.74

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 127 : Tableau de classification des observations pour le modèle V (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	1374,29	320,11	1123,13	2817,54
	0,49	0,11	0,4	1
	0,55	0,16	0,25	0,31
Procédé	318,39	1226,76	691,82	2236,98
	0,14	0,55	0,31	1
	0,13	0,61	0,15	0,25
Produit & procédé	789,67	479,97	2686,79	3956,42
	0,2	0,12	0,68	1
	0,32	0,24	0,6	0,44
Total	2482,35	2026,84	4501,74	9010,94
	0,28	0,22	0,5	1
	1	1	1	1
				58.68

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage.

La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 128 : Score de Brière pour le modèle V

	Somme	Std
Brière total (B_i)	2849,792	48,94178
Brière produit (B_{prod})	1603,61	49,32833
Brière procédé (B_{proc})	408,7351	22,01236
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	837,4471	26,65181

Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée=2*9010,38=18021

Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition=6006

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

6. Modèle VI : Y=f(Mkt, Flex, Qual, Cost, lnCAHT92, SEC1, ..., SEC23)

Tableau 129 : Coefficients estimés du modèle VI : Y=f(Mkt, Flex, Qual, Cost, lnCAHT92, SEC1, ..., SEC23)

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%,
**** à 0,1%

Intitulé	Nom	P(Iprod/Iprodoc) [1]	P(Iproc/Iprodoc) [2]	P(Iprod/Iproc) [3]
Constante	_cons	0,743	5,966****	-5,223****
Score moyen des questions Q211 Q213 Q214 relatives à l'obsolescence, la gamme des produits, la conquête de nouveaux marchés.	Mkt	0,123	-1,051****	1,174****
Score moyen des questions Q221 Q226 relatives à la flexibilité de la production et à la réduction du cycle de conception des produits.	Flex	-0,421****	0,181**	-0,602****
Score moyen des questions Q212 Q225 relatives à l'amélioration de la qualité des produits et à la réduction des rebuts.	Qual	-0,152**	0,036	-0,187**
Score moyen des questions Q222 Q223 Q224 relatives à la réduction du coût du travail, des consommations d'énergie et des consommations intermédiaires.	Cost	-0,2**	0,022	-0,221*
Ln(CAHT92)	lnCAHT92	-0,23****	-0,487****	0,258****
Autres industries extractives	s14	1,195	-0,53	1,724
Industrie textile	s17	1,088	-1,388*	2,476**
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	1,992	-0,594	2,585**
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,145	-0,163	1,309
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	1,011	-1,335	2,346**
Industrie du papier et du carton	s21	1,26	-1,287	2,546**
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,855	0,093	0,762
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,564	-2,229*	3,793**
Industrie chimique	s24	1,602	-1,947**	3,549****
Pharmacie	s244	1,465	-1,246	2,711**
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,608	-2,65***	3,258***
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,296	-1,655*	2,952***
Métallurgie	s27	1,043	-0,401	1,444

Travail des métaux	s28	1,087	-1,252	2,339**
Fabrication de machines et équipements	s29	1,684	-1,91**	3,594****
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s31	1,556	-3,374****	4,931****
Fabrication de machines et appareils électriques	s32	1,761	-1,415	3,176***
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s33	1,549	-3,997****	5,546****
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s34	1,721	-1,686*	3,407***
Industrie automobile	s35	1,72	-1,353	3,073**
Fabrication d'autres matériels de transport	s353	-0,057	-1,029	0,972
Aéronaut	s36	1,087	-1,745**	2,832***
Nombre d'observations	1648			
Somme des pondérations	9010.9			
L0 (Log vraisemblance initiale)	-9648,9			
L1 (Log vraisemblance finale)	-7818,1			
Pseudo R ² (1-L1/L0)	0,189			

NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante
Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992

Tableau 130 : Tests du chi2 et de Wald sur le modèle VI

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(54)=3661,53
Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(54;1594)=7,57
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Produit&Procédé (2)

F(27;1621)=5,39
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Procédé / Produit&Procédé (3)

F(27;1621)=8,7
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Procédé (4)

F(27;1621)=9,19
Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur le modèle III

Tableau 131 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle VI

Test Mkt

F(2;1646)=69,1

Prob> ;F=0

Test Flex

F(2;1646)=21,57

Prob> ;F=0

Test Qual

F(2;1646)=2,72

Prob> ;F=0,0663

Test Cost

F(2;1646)=2,67

Prob> ;F=0,0693

Test lnCAHT92

F(2;1646)=31,04

Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/P(Iprod&proc) et P(Iproc)/P(Iprod&proc)).

Tableau 132 : Tableau de classification des observations pour le modèle VI (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & Procédé	Total
Produit	482	213	44	225
	100	44,19	9,13	46,68
	29,25	55,61	14,62	23,34
Procédé	356	53	187	116
	100	14,89	52,53	32,58
	21,6	13,84	62,13	12,03
Produit & procédé	810	117	70	623
	100	14,44	8,64	76,91
	49,15	30,55	23,26	64,63
Total	1648	383	301	964
	100	23,24	18,26	58,5
	100	100	100	100
				62.08

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant

prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 133 : Tableau de classification des observations pour le modèle VI (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & Procédé	Total
Produit	1359,07	302,38	1156,09	2817,54
	0,48	0,11	0,41	1
	0,55	0,15	0,26	0,31
Procédé	359,92	1306,87	570,19	2236,98
	0,58	0,25	1	
	0,63	0,13	0,25	
Produit & procédé	767,51	464,04	2724,87	3956,42
	0,19	0,12	0,69	1
	0,31	0,22	0,61	0,44
Total	2486,51	2073,29	4451,14	9010,94
	0,28	0,23	0,49	1
	1	1	1	1
				59.83

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 134 : Score de Brière pour le modèle VI

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2903,237	48,5433
Brière produit (B_{prod})	1636,634	49,14309
Brière procédé (B_{proc})	416,4177	22,44497
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	850,1853	27,21879

Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée = $2 * 9010,38 = 18021$

Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition = 6006

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232

7. Modèle VII : $Y=f(\text{Mkt}, \text{Flex}, \text{Qual}, \text{Cost}, \text{Q1}, \dots, \text{Q5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 135 : Coefficients estimés du modèle VII : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN10}, \text{lnCAHT92}, \text{NBINNO})$

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}
- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,
- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,
- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

Intitulé	Nom	P(Iprod/Iprodoc) [1]	P(Iproc/Iprodoc) [2]	P(Iprod/Iproc) [3]
Constante	_cons	-1,661	0,93	-2,591**
Score moyen des questions Q211 Q213 Q214 relatives à l'obsolescence, la gamme des produits, la conquête de nouveaux marchés.	Mkt	0,121	-1,051*****	1,172*****
Score moyen des questions Q221 Q226 relatives à la flexibilité de la production et à la réduction du cycle de conception des produits.	Flex	-0,425*****	0,171**	-0,596*****
Score moyen des questions Q212 Q225 relatives à l'amélioration de la qualité des produits et à la réduction des rebuts.	Qual	-0,159**	0,028	-0,187**
Score moyen des questions Q222 Q223 Q224 relatives à la réduction du coût du travail, des consommations d'énergie et des consommations intermédiaires.	Cost	-0,197**	0,002	-0,199
_ Petite taille	q2	-0,005	-0,156	0,152
_ Taille moyenne	q3	0,39	0,073	0,318
_ Grande taille	q4	-0,174	-0,592**	0,418
_ Très grande taille	q5	-0,683*****	-1,221*****	0,538*
Autres industries extractives	s14	1,337	-0,123	1,46
Industrie textile	s17	1,164	-1,05	2,214**
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	2,304*	0,14	2,164*
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	1,298	0,276	1,021
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	1,243	-0,811	2,054*
Industrie du papier et du carton	s21	1,242	-1,243*	2,484**
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,936	0,434	0,502
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	1,138	-2,563**	3,701**
Industrie chimique	s24	1,433	-2,119*****	3,552*****
Pharmacie	s244	1,234	-1,567**	2,801**
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,724	-2,333*****	3,057*****
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	1,408	-1,291*	2,699**
Métallurgie	s27	0,963	-0,411	1,374
Travail des métaux	s28	1,296	-0,701	1,997*
Fabrication de machines et équipements	s29	1,78	-1,586**	3,366*****
	s31	1,577	-3,089*****	4,666*****

Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique				
Fabrication de machines et appareils électriques	s32	1,759	-1,193	2,951**
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s33	1,629	-3,644****	5,273****
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s34	1,679	-1,635**	3,314***
Industrie automobile	s35	1,728	-1,145	2,874**
Fabrication d'autres matériels de transport	s353	-0,197	-1,186	0,988
Aéronaut	s36	1,203	-1,373**	2,576**
Nombre d'observations	1648			
Somme des pondérations	9010,9369			
L0 (Log vraisemblance initiale)	-9648,9373			
L1 (Log vraisemblance finale)	-7817,3719			
Pseudo R ² (1-L1/L0)	0,1898			
NB : le secteur 261 a été retranché afin de permettre l'estimation d'une constante				
Source : SESSI CIS1, INSEE EAE1992				

Tableau 136 : Tests du chi² et de Wald sur le modèle VII

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(60)=3663,13
Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(60;1588)=7,03
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Produit&Procédé (2)

F(30;1618)=5,08
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Procédé / Produit&Procédé (3)

F(30;1618)=8,19
Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Procédé (4)

F(30;1618)=8,27
Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés

agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur le modèle III

Tableau 137 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle VII

Test Mkt

F(21;646)=70,48

Prob> ;F=0

Test Flex

F(21;646)=21,47

Prob> ;F=0

Test Qual

F(21;646)=2,8

Prob> ;F=0,0608

Test Cost

F(21;646)=2,42

Prob> ;F=0,0888

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/P(Iprod&proc) et P(Iproc)/P(Iprod&proc)).

Tableau 138 : Tableau de classification des observations pour le modèle VII (données brutes)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	220	47	215	482
	45,64	9,75	44,61	100
	55,84	15,51	22,61	29,25
Procédé	53	181	122	356
	14,89	50,84	34,27	100
	13,45	59,74	12,83	21,6
Produit & procédé	121	75	614	810
	14,94	9,26	75,8	100
	30,71	24,75	64,56	49,15
Total	394	303	951	1648
	18,39	57,71		100
	100	100		100
				61.59

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit &

procédé).

Tableau 139 : Tableau de classification des observations pour le modèle VII (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & Procédé	Total
Produit	1417,52	309,58	1090,44	2817,54
	0,5	0,11	0,39	1
	0,55	0,16	0,24	0,31
Procédé	360,9	1215,13	660,95	2236,98
	0,16	0,54	0,3	1
	0,14	0,61	0,15	0,25
Produit & procédé	781,11	461,4	2713,91	3956,42
	0,2	0,12	0,69	1
	0,31	0,23	0,61	0,44
Total	2559,53	1986,1	4465,3	9010,94
	0,28	0,22	0,5	1
	1	1	1	1
				59.33

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage.

La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 140 : Score de Brière pour le modèle VII

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2895,409	48,39001
Brière produit (B_{prod})	1627,881	49,34608
Brière procédé (B_{proc})	419,2846	22,45079
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	848,2439	26,82491

Score de Brière total = Max en cas de prédiction

systématiquement erronée = $2 * 9010,38 = 18021$

Référence en cas de prédiction en fonction d'une règle d'équi-répartition = 6006

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232

ANNEXE XX : Vérification de la stabilité des coefficients estimés associés aux objectifs de l'innovation dans CIS1 lorsque la taille et l'appartenance sectorielle varient

Le modèle Inote233 qui a servi de pierre de touche pour l'étude de l'impact des objectifs du changement technologique sur les comportements innovants adoptés par les firmes incluait deux types de variables contrôle : la taille des firmes et l'appartenance sectorielle. Ces variables étaient prises en compte car elles étaient susceptibles d'affecter les probabilités moyennes d'occurrence de certains types de comportements

innovants plutôt que d'autres. Une telle procédure ne permettait en revanche pas d'observer d'éventuelles différences de comportements des variables explicatives principales (les objectifs de l'innovation) en fonction précisément des conditions des variables contrôles. Nous proposons ainsi dans cette annexe de vérifier la stabilité de l'impact des principales variables explicatives mises en évidence dans le modèle I lorsque nous considérons séparément chaque quantile de CAHT en 1992 ou chaque secteur^{note234}. Nos commentaires seront très brefs dans la mesure où nous n'entendons ni approfondir la question de l'impact de la taille sur les objectifs du changement technologique, ni l'impact de l'appartenance sectorielle bien que dans chacune de ces deux directions des travaux spécifiques puissent être entrepris.

1. Comparaison de l'impact des objectifs du changement technologique en fonction de la taille des firmes

La taille des firmes est ici mesurée de manière discrète par leur quantile de CAHT en 1992 calculé par rapport à leur secteur d'origine. Nous avons ainsi défini 5 quantiles regroupant les firmes par tranche de 20% : Q1 regroupe les firmes qui par rapport à leur secteur font partie des 20% de firmes ayant le plus faible CAHT en 1992 ; ... ; Q5 regroupe les firmes qui dans leur secteur font partie des 20% de firmes ayant les plus forts CAHT en 1992. Cette mesure de la taille n'est donc pas absolue mais relative au secteur d'appartenance des firmes. Plus précisément nous avons estimé pour chacun des cinq quantiles le modèle suivant :

$$Y=f(\text{PIRN1}, \dots, \text{PRIN10}, \ln\text{CAHT92}, \text{NBINNO})$$

Ce modèle permet donc de prendre en compte l'impact de l'ensemble des objectifs du changement technologique mais aussi de contrôler la taille absolue des firmes ($\ln\text{CAHT92}$) et dans une certaine mesure le niveau des opportunités technologiques sectorielles dont elles bénéficient^{note235}.

Les résultats sont reportés dans le tableau 141. Malgré des coefficients estimés d'ampleurs souvent inégales nous observons au moins en ce qui concerne leurs signes une forte stabilité. Cette stabilité est particulièrement frappante pour PRIN2 dont la totalité des coefficients estimés sur les vecteurs [2] et [3] sont significatifs et cohérents avec les résultats obtenus pour l'ensemble des firmes. Les coefficients estimés associés à PRIN1 sont moins fréquemment significatifs mais ils confirment au moins pour les firmes de taille faible-moyenne (Q2 et Q3) l'hypothèse selon laquelle une intensification des questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts stimulerait l'innovation de procédés plutôt que de produits.

A l'image des résultats obtenus sur la population dans son ensemble on constate donc que quel que soit le quantile considéré une nette spécificité des questionnements sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes en faveur de l'innovation de produit plutôt que de procédé et un impact moins systématique des questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts en faveur des innovations de procédés plutôt que de produits.

Tableau 141 : Pour CIS1, estimation par quantile de CAHT92 de l'impact des principaux axes du questionnement technologique sur les comportements innovants

Régressions logistiques multinomiales sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

La variable dépendante est le type de comportement innovant adopté par les firmes : {produit, procédé, produit & procédé}

	P(Iprod/ Iprodoc) [1]					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
	quantiles confondus					
*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%						
Constante	_cons	1,586**	2,984	-1,287	3,505	-0,379

Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)	PRIN1	-0,00514**	0,169*	-0,286***	0,416***	0,357***
Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)	PRIN2	0,20361***	0,297*	0,007	0,363**	0,05
Axe 3 : Relance des produits existants	PRIN3	0,00,111	0,183	0,334**	-0,206	0,179
Axe 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif	PRIN4	-0,26259**	-0,152	-0,21	-0,615***	0,192
Axe 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des produits obsolètes.	PRIN5	0,00,1139	0,024	0,005	0,062	-0,001
Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géo.	PRIN6	0,00215	-0,102	0,068	0,079	0,031
Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits	PRIN7	0,04504	0,188	0,079	-0,037	-0,203
Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la conso. d'énergie	PRIN8	0,04321	0,017	-0,167	0,127	0,041
Axe 9 : Réduction des coûts salariaux vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN9	-0,02718	-0,226	-0,029	-0,289	-0,066
Axe 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN10	0,1589	-0,278	-0,377	-0,159	-0,159
Log(CAHT92)	lncaht92	-0,24391**	-0,337	0,11	-0,459*	-0,064
Opportunités technologiques sectorielles	nbinn0	1,29432**	0,065	0,772	2,098*	0,641

P(Iproc/ Iprodoc) [2]

Constante	_cons	5,4922493	3,313	-3,176	6,132	6,29****
Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)	PRIN1	0,160186*	0,075	-0,105	-0,245***	0,328****
Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)	PRIN2	2,690673***	-0,418***	-0,698***	0,837***	1,096****
Axe 3 : Relance des produits existants	PRIN3	0,082136	0,126	-0,097	-0,332	-0,179
Axe 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif	PRIN4	0,022077	0,079	0,051	0,075	-0,212
Axe 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des produits obsolètes.	PRIN5	0,082174	-0,292	-0,068	0,117	-0,069
Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géo.	PRIN6	0,470544*	-0,422*	-0,533***	0,583***	0,427***
Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits	PRIN7	0,025335	0,159	-0,117	0,002	-0,437**
Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la conso. d'énergie	PRIN8	0,102404	0,167	-0,032	-0,324	0,101
Axe 9 : Réduction des coûts salariaux vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN9	0,110573**	0,11	-0,023	-0,459*	0,229
Axe 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN10	0,256555	-0,405*	-0,378	-0,132	-0,22
Log(CAHT92)	lncaht92	-0,24332	-0,159	0,5	-0,44	-0,483***
Opportunités technologiques sectorielles	nbinn0	4,193133*	-4,977**	-4,907***	5,829***	5,112****

P(Iprod/ Iproc) [3]

Constante	_cons	-3,4043***	0,33	1,889	-2,626	-6,668****
Axe 1 : l'optimisation de la production (questions sur les moyens)	PRIN1	-0,03628*	-0,244**	0,181**	-0,171	-0,028
Axe 2 : la conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)	PRIN2	0,89834**	0,715**	0,705***	1,199***	1,145****
Axe 3 : Relance des produits existants	PRIN3	0,103246	0,057	0,431***	0,126	0,357**
	PRIN4	-0,28583*	-0,231	-0,26	-0,69***	0,02

Axe 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif						
Axe 5 : Amélioration de la qualité des produits existants vs. remplacement des produits obsolètes.	PRIN5	0,0936	0,317	0,072	-0,055	0,067
Axe 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géo.	PRIN6	0,49328**	0,32	0,601***	0,662***	0,458***
Axe 7 : Réduction du cycle de conception des produits	PRIN7	0,0737	0,029	0,196	-0,039	0,234
Axe 8 : Flexibilité vs. réduction de la conso. d'énergie	PRIN8	0,04725**	-0,151	-0,136	0,451*	-0,06
Axe 9 : Réduction des coûts salariaux vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN9	-0,0185	-0,336	-0,006	0,171	-0,295
Axe 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux	PRIN10	0,09864	0,126	0,001	-0,027	0,061
Log(CAHT92)	lncaht92	10,723	-0,177	-0,39	-0,02	0,419**
Opportunités technologiques sectorielles	nbino	5,48566***	5,042**	5,68***	7,927***	5,753***

(1) Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 figurent les quantiles de CAHT. Leur calcul est détaillé .

Nb. : un modèle différent a été estimé pour chaque quantile de CAHT92.

Source : SESSI CIS1, INSEE EAE 1992

2. Comparaison de l'impact des objectifs du changement technologique en fonction de l'appartenance sectorielle des firmes

Contrairement aux quantiles de CAHT, l'approche sectorielle se heurte à d'importantes difficultés d'estimations dues à la faiblesse des effectifs disponibles pour certains types de comportements innovants dans certains secteurs. Pour remédier à cet obstacle nous n'avons inclus dans nos estimations en plus de la taille (lnCAHT92) que les 5 composantes principales dont l'effet sur les comportements innovants était le plus manifeste dans le modèle I :

-
- PRIN 1 : L'optimisation de la production (questions sur les moyens)
-
- PRIN 2 : La conquête de nouveaux marchés (questions sur les fins)
-
- PRIN 4 : Amélioration des caractéristiques organiques vs mécaniques du processus productif
-
- PRIN 6 : Diversification vs. nouveaux espaces géographiques
-
- PRIN 10 : Réduction de rebut des produits vs. réduction des consommations de matériaux

Au total c'est le modèle suivant qui a été estimé pour chaque secteur :

$$Y=f(\text{PRIN1}, \text{PRIN2}, \text{PRIN4}, \text{PRIN6}, \text{PRIN10}, \text{lnCAHT92})$$

Le tableau 142 synthétise les résultats de ces estimations secteurs. Outre le faible nombre de coefficients estimés significatifs (ce qui est normal compte tenu du nombre souvent réduit d'observations pour certains secteurs) nous observons une étonnante stabilité du signe des coefficients qui correspond presque

systématiquement à ceux obtenus pour le modèle dans son ensemble (i.e. toutes industries confondues). En d'autres termes, l'hétérogénéité sectorielle ne nous semble pas suffisante pour remettre en question la généralité de nos résultats. En particulier, à l'exception des industries de 'Fabrication d'instruments médicaux de précision et d'horloge', l'impact de PRIN1 'les questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts' agirait en faveur de l'innovation de procédés plutôt que de produits. Inversement, PRIN2 'les questionnements sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes' favoriseraient systématiquement l'innovation de produit plutôt que de procédé. Les deux principales hypothèses théoriques se trouvent ainsi validées.

Tableau 142 : Estimation par secteur dans CIS1 de l'impact des principaux axes du questionnement technologique sur les comportements innovants

*: significatif à 10 %, Régressions logistiques multinomiales sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation innovant adopté par les firmes : {produit, procédé, produit & procédé}
 ** à 5%, *** à 1%,
 **** à 0,1%

		17	18	20	21	22	24	25	26	27
	Toutes indus. confondues	Indus. textile	Indus. de l'hab. et des four.	Trav. du bois et fabr. d'articles en bois	Indus. du papier et du carton	Edition, imprimerie, reprod.	Indus. chimique	Indus. du caoutch. et des plast.	Fabr. d'autres prod. Miné. non métalq.	Métallurgie
P(Iprod/ Iprodoc) [1]										
PRIN1	-0,305 ****	-0,091	-0,162	-1,272**	-0,415	-1,205****	-0,292*	-0,449****	-0,249	-0,382
PRIN2	0,184****	0,727**	0,453	-1,411*	0,702	1,377**	-0,052	0,403*	0,133	0,199
PRIN4	-0,25 ****	-0,697*	-1,688*	-2,599**	0,01	-0,2	-0,387	-0,384	-0,391	-0,469
PRIN6	0,001	0,067	-1,046	-0,82	0,094	0,279	0,094	-0,217	-0,2	-0,455
PRIN10	-0,163*	-0,112	-0,022	-3,775*	0,167	-2,213**	-0,227	0,159	-0,007	0,516
Incaht92	-0,216 ****	-0,536*	-0,331	-0,583	-0,293	0,701	-0,9 ****	-0,198	-0,231	-0,609**
_cons	1,949 ****	4,709	3,93	4,498	2,496	-9,348	10,109 ****	0,949	2,131	6,131
P(Iproc/Iprodoc) [2]										
PRIN1	-0,161 ****	0,01	-0,226	-0,873**	0,011	-0,471****	0	-0,696 ****	-0,179	-0,121
PRIN2	-0,666 ****	-0,924**	-0,454	-1,419****	-0,769*	-0,21	-1,512 ****	-0,452	0,103	-0,5
PRIN4	0,009	-0,094	-0,408	-2,392**	0,813	-0,289	0,063	-0,877*	0,153	-0,57
PRIN6	-0,449 ****	0,095	-0,999*	-2,552****	-0,431	-0,471	-0,579	-2,363 ****	-0,308	-0,472
PRIN10	-0,262**	-0,649	-0,243	-2,285*	-0,018	-0,928*	-0,771	-0,265	0,1	0,668
Incaht92	-0,503 ****	-0,416	0,385 ****	-0,76	-0,099	-0,509*	-0,491	-0,541*	-0,348	-0,73**
_cons	4,646 ****	3,692	2,418	7,017	-0,008	6,417**	3,593	2,718	3,043	8,39**
P(Iprod/Iproc) [3]										
PRIN1	-0,145 ****	-0,102	0,064	-0,399	-0,425	-0,733**	-0,292	0,247	-0,07	-0,261
PRIN2	0,85 ****	1,652 ****	0,907**	0,008	1,471**	1,587****	1,46 ****	0,855**	0,031	0,698

PRIN4	-0,259***	-0,603	-1,28**	-0,207	-0,803	0,089	-0,449	0,493	-0,544	0,101
PRIN6	0,45****	-0,028	-0,047	1,732*	0,525	0,75	0,673	2,147	0,108	0,017

PRIN10	0,099	0,537	0,221	-1,49	0,186	-1,285	0,544	0,425	-0,108	-0,152
Incaht92	0,287****	-0,12	-0,176	0,176	-0,194	1,209**	-0,409	0,343	0,116	0,121
_cons	-2,698****	1,018	1,512	-2,519	2,504	-15,765***	6,516	-1,769	-0,912	-2,259

Nb. : un modèle différent a été estimé pour chaque secteur. Ne sont reportés que les 17 secteurs (sur 23 potentiels dont la liste figure dans le , p.) pour lesquels le nombre d'observations dans chaque type de comportement innovant était suffisant pour estimer le modèle.

Source : SESSI CIS1, INSEE EAE 1992

3. Conclusion

Les éléments qui viennent d'être évoqués mettent en évidence la robustesse de nos principaux résultats concernant l'impact de PRIN1 'questionnement sur les moyens / objectif de réduction de coûts' et PRIN2 'questionnement sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes' sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé lorsque nous considérons indépendamment chaque quantile de CAHT92 ou chaque secteur (définis en NAF32). L'effet de PRIN2 en faveur de l'innovation de produit semble être particulièrement bien établi. L'effet de PRIN1 en faveur de l'innovation de procédé se vérifie aussi mais il semble moins systématique que celui de PRIN2.

ANNEXE XXI : L'impact des objectifs du changement technologique sur les comportements innovants dans l'enquête CIS2

Nous reproduisons dans cette annexe la même démarche que celle qui a été mise en oeuvre dans le Chapitre III à partir de l'enquête CIS1 pour l'étude de l'impact des objectifs de l'innovation technologique sur les comportements innovants.

Ces résultats sont reportés à titre indicatif. En effet comme nous le montrons en Annexe VIII l'identification des types de comportements innovants adoptés par les firmes dans cette enquête semble douteuse. Ce serait en particulier les innovateurs de procédés, bien souvent de taille inférieure aux innovateurs de produits et de produits & procédés qui seraient le plus fréquemment confondus avec des firmes non-innovantes qui n'ont par ailleurs pas été invitée à répondre aux questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique. Malgré ces difficultés, il est rassurant de constater que les résultats obtenus dans cette enquête aussi bien avec l'ACP qu'avec la régression confirment dans leurs grandes tendances les analyses effectuées sur CIS1. Nous concluons donc à une certaine robustesse de nos conclusions.

1. Les questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique

Neuf questions ont été posées aux firmes innovantes dans l'enquête CIS2 afin d'identifier les objectifs du changement technologique²³⁶. Elles sont reportées dans le tableau 143

Tableau 143 : Questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2

Quels ont été les objectifs de l'innovation technologique de votre entreprise entre 1994 et 1996 ?

Objectifs de l'innovation			Importance			
			Nulle	Faible	Moyenne	forte
Q9L1	Obso	- remplacer des produits obsolètes				
Q9L2	QualProd	- améliorer la qualité des produits				
Q9L3	Gam	- élargir la gamme des produits				
Q9L4	Mkt	- conquérir de nouveaux marchés ou accroître la part de marché				
Q9L5		- réduire les atteintes à l'environnement				
Q9L6	Legal	- satisfaire aux législations, réglementations, normes, standards				
Q9L7	Flex	- conférer davantage de souplesse à la production				
Q9L8	CtW	- réduire ses coûts salariaux par unité produits				
Q9L9	CtMat	- réduire ses consommations de matière				

Source : SESSI, questionnaire de l'enquête CIS2

Compte tenu de sa spécificité nous n'avons pas retenu dans nos analyses les réponses à la question Q9L5 relative aux atteintes à l'environnement.

Par ailleurs ces items peuvent être associés aux typologies standard et évolutionniste comme dans le tableau ci-dessous.

Tableau 144 : Classement des objectifs de l'innovation dans CIS2 dans les typologies évolutionniste et standard

	Typologie évolutionniste		Typologie standard	
	Questionnement sur les moyens	Questionnement sur les fins	Objectif de réduction de Coûts	Objectif d'accroissement des ventes
	Valorisation Interne	Valorisation Externe		
Q9L1 Obso	remplacer des produits obsolètes	x		x
Q9L2 QualProd	améliorer la qualité des produits	x		x
Q9L3 Gam		x		x

Q9L4	Mkt	élargir la gamme des produits conquérir de nouveaux marchés ou accroître la part de marché			x				x
Q9L6	Legal	satisfaire aux législations, réglementations, normes, standards	x		x		x		x
Q9L7	Flex	conférer d'avantage de souplesse à la production	x				x		
Q9L8	CtW	réduire ses coûts salariaux par unité produit	x				x		
Q9L9	CtM	réduire ses consommations de matière	x				x		

Nous noterons en particulier que la question Q9L4 'Mkt' traduit exactement ce qui dans les théories standards est supposé constituer l'objectif principal des comportements d'innovation de produit alors que les questions Q9L8 'CtW' et Q9L9 'CtMat' nous renseignent clairement sur des objectifs de réduction de coûts de production qui sont supposés induire des comportements d'innovation de procédé.

2. Résultats préliminaires d'une ACP sur les réponses des firmes innovantes aux questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2

Nous avons effectué une ACP sur les réponses fournies par 2196 firmes innovantes^{note237} aux questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2.

La matrice des corrélations reportée dans le tableau 145 indique essentiellement une forte corrélation entre les objectifs d'accroissement de la flexibilité dans la production et l'objectif de réduction des coûts salariaux.

Tableau 145 : Matrice des corrélations entre les différents objectifs du changement technologique dans l'enquête CIS2

	Q9L1	Q9L2	Q9L3	Q9L4	Q9L6	Q9L7	Q9L8	Q9L9
Q9L1 Obso	1,00							
Q9L2 QualProd	0,30	1,00						
Q9L3 Gam	0,14	0,19	1,00					
Q9L4 Mkt	0,12	0,22	0,47	1,00				
Q9L6 Legal	0,26	0,33	0,11	0,15	1,00			
Q9L7 Flex	0,17	0,33	0,11	0,20	0,38	1,00		
Q9L8 CtW	0,18	0,34	0,09	0,22	0,29	0,56	1,00	
Q9L9 Matiere	0,18	0,34	0,10	0,22	0,31	0,47	0,56	1,00

Source : SESSI CIS2

L'ACP en elle-même permet d'extraire 8 axes factoriels dont l'inertie se répartit comme indiqué dans le tableau 146. Ayant retenu 8 questions dans l'analyse, le seuil au-delà duquel nous pouvons considérer qu'un axe est déterminant est de 12% (1/8). Trois axes peuvent donc être qualifiés d'essentiels : les axes 1, 2 et 3 qui totalisent 65% de l'inertie totale du nuage de points.

Tableau 146 : Répartition de l'inertie sur les axes factoriels extraits d'une ACP effectuée sur les objectifs de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2

Composante principale	Inertie	Différence d'inertie	Proportion de l'inertie totale	Proportion cumulée
Axe 1	2,919	1,623	36%	36%
Axe 2	1,296	0,298	16%	53%
Axe 3	0,998	0,287	12%	65%
Axe 4	0,711	0,068	9%	74%
Axe 5	0,644	0,115	8%	82%
Axe 6	0,529	0,026	7%	89%
Axe 7	0,502	0,101	6%	95%
Axe 8	0,401	0,050	100%	

Source : SESSI CIS2

3. Interprétation des axes factoriels

Nous allons commenter axe par axe les résultats de cette ACP. Nous noterons en particulier que la plupart de ces axes factoriels trouvent un double dans l'ACP effectuée sur l'enquête CIS1

a. Axe 1 : Questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts

Tableau 147 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 1

	coordonnées	contribution	Cosinus ²
Q9L8 CtW	0,738	19%	54%
Q9L7 Flex	0,728	18%	53%
Q9L9 CtMat	0,718	18%	52%
Q9L2 QualProd	0,645	14%	42%
Q9L6 Legal	0,598	12%	36%
Q9L4 Mkt	0,481	8%	23%
Q9L1 Obso	0,440	7%	19%
Q9L3 Gam	0,360	4%	13%

L'influence non négligeable mais pas très forte (entre 18 et 19%) des variables CtW, Flex et CtMat sur l'axe 1 ainsi que leur bonne qualité de représentation (de l'ordre de 50%) nous permet d'en proposer une lecture en termes de questionnement sur les moyens / d'objectif de réduction de coûts.

On notera cependant que les deux variables QualProd et Legal posent problème. QualProd est théoriquement associé à des questionnements sur les fins / des objectifs d'accroissement des ventes et ne devrait pas figurer sur cet axe mais sur un autre axe caractéristique des questionnements sur les fins. Ce phénomène peut provenir d'une confusion de la part des firmes entre l'objectif 'd'amélioration de la qualité des produits' pour le consommateur et celui 'd'amélioration de la qualité des produits au cours du processus de production' avec pour objectif la réduction des rebuts de produit^{note238}. La présence de Legal sur cet axe est aussi ambigu dans la mesure où cet objectif peut soit viser le consommateur (à travers des labels, ...) soit uniquement le

processus de production. Dans l'ensemble néanmoins cet axe semble traduire des préoccupations liées à l'amélioration globale des performances du processus productif dans ses dimensions coûts (CtW, CtMat) mais aussi qualité (Flex, Legal) de sorte qu'il présente une forte ressemblance avec l'axe 1 issu de CIS1.

b. Axe 2 : Questionnements sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes

Tableau 148 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 2

	coordonnées	contribution	Cosinus ²
Q9L3 Gam	0,792	48%	63%
Q9L4 Mkt	0,660	34%	44%
Q9L8 CtW	-0,279	6%	8%
Q9L7 Flex	-0,267	6%	7%
Q9L9 CtMat	-0,246	5%	6%
Q9L6 Legal	-0,130	1%	2%
Q9L1 Obso	0,083	1%	1%
Q9L2 QualProd	0,024	0%	0%

Comme dans CIS2 ce second axe est plus spécifique que le premier puisque certaines variables ont des coordonnées négatives et que les deux principales variables contribuent pour 82% de l'inertie totale de l'axe contre 37% pour les deux plus influentes variables de l'axe 1.

Compte tenu de la forte influence de Gam et Mkt on peut en déduire que cet axe représente les questionnements sur les moyens / les objectifs d'accroissement des ventes. Le comportement et l'interprétation de ce second axe sont donc comparables à ceux de l'axe 2 issu de CIS1 ; il traduit une certaine radicalité dans le questionnement sur les fins.

c. Axe 3 : Remplacement des produits obsolètes

Tableau 149 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 3

	coordonnées	contribution	Cosinus ²
Q9L1 Obso	0,735	54%	54%
Q9L6 Legal	0,321	10%	10%
Q9L8 CtW	-0,294	9%	9%
Q9L2 QualProd	0,293	9%	9%
Q9L4 Mkt	-0,263	7%	7%
Q9L9 CtMat	-0,250	6%	6%
Q9L7 Flex	-0,216	5%	5%
Q9L3 Gam	-0,068	0%	0%

Compte tenu de la forte influence de l'objectif de remplacement des produits obsolètes sur cet axe on peut en conclure qu'il représente une forme particulière de questionnement sur les fins / d'objectif d'accroissement des ventes présentant une certaine continuité. Cet axe est donc comparable dans sa signification globale à l'axe 3 de CIS1.

d. Axe 4 : Normalisation

Tableau 150 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 4

	coordonnées	contribution	Cosinus²
Q9L6 Legal	0,6908	67%	48%
Q9L1 Obso	-0,3530	18%	12%
Q9L8 CtW	-0,2084	6%	4%
Q9L9 Matiere	-0,1809	5%	3%
Q9L2 QualProd	-0,1286	2%	2%
Q9L7 Flex	0,1154	2%	1%
Q9L3 Gam	0,0564	0%	0%
Q9L4 Mkt	0,00905	0%	0%

Cet axe oppose les comportements d'innovation technologique motivés par des facteurs de normalisation aux comportements d'innovation motivés par l'obsolescence des produits. Cet axe n'aurait pas pu figurer dans CSI1 dans la mesure où aucune question ne correspondait à Q9L6.

e. Axe 5 : Remplacer vs. améliorer les produits

Tableau 151 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 5

	coordonnées	contribution	Cosinus²
Q9L2 QualProd	-0,691	74%	48%
Q9L1 Obso	0,359	20%	13%
Q9L7 Flex	0,097	1%	1%
Q9L8 CtW	0,091	1%	1%
Q9L6 Legal	0,083	1%	1%
Q9L9 CtMat	0,078	1%	1%
Q9L4 Mkt	0,072	1%	1%
Q9L3 Gam	0,027	0%	0%

Cet axe oppose deux types de comportements que sont ceux d'amélioration de la qualité des produits (le produit reste le même) et ceux de remplacement des produits obsolètes (dans ce cas-là le produit doit changer dans sa dimension marketing). Cet axe est comparable à l'axe 5 de CIS1.

f. Axe 6 : Flexibilité vs. réduction de la consommation de matières

Tableau 152 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 6

	coordonnées	contribution	Cosinus²
Q9L7 Flex	0,442	37%	20%
Q9L9 CtMat	-0,381	28%	15%
Q9L4 Mkt	-0,285	15%	8%
Q9L3 Gam	0,273	14%	7%
Q9L6 Legal	-0,152	4%	2%
Q9L8 CtW	0,090	2%	1%

Q9L1 Obso	0,024	0%	0%
Q9L2 QualProd	0,006	0%	0%

Cet axe oppose les objectifs de flexibilité de la production à ceux de réduction du coût des matières. Il nous renseigne donc sur les rapports qu'entretiennent entre eux les différents objectifs qui contribuent à l'axe 1. En l'occurrence cet axe oppose un objectif de flexibilité qui peut être qualifié d'organique et général à un objectif plus directement lié aux coûts qu'est celui de réduction des consommations de matières. En ce sens cet axe ressemble beaucoup à l'axe 8 obtenu à partir de CSI1.

g. Axe 7: Diversification vs. nouveaux marchés

Tableau 153 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 7

	coordonnées	contribution	Cosinus²
Q9L4 Mkt	-0,420	35%	18%
Q9L3 Gam	0,400	32%	16%
Q9L9 CtMat	0,344	24%	12%
Q9L7 Flex	-0,196	8%	4%
Q9L1 Obso	-0,064	1%	0%
Q9L6 Legal	0,047	0%	0%
Q9L2 QualProd	-0,047	0%	0%
Q9L8 CtW	-0,022	0%	0%

Comme dans le cas de CIS1 (Axe 6) cet axe oppose deux objectifs qui contribuent fortement à l'axe 2 caractéristique des questionnements sur les fins / des objectifs d'accroissement des ventes : Mkt et Gam. Mkt traduit la recherche de nouvelles cibles commerciales pas forcément liées aux caractéristiques physiques du produit tandis que Gam figure plutôt des évolutions physiques dans le produit.

h. Axe 8 : Réduction des coûts salariaux vs flexibilité

Tableau 154 : Coordonnées, contributions et cos² des objectifs de l'innovation sur l'axe 8

	coordonnées	contribution	Cosinus²
Q9L8 CtW	0,4809	58%	23%
Q9L7 Flex	-0,3078	24%	9%
Q9L9 CtMat	-0,2435	15%	6%
Q9L6 Legal	0,1117	3%	1%
Q9L3 Gam	0,0354	0%	0%
Q9L1 Obso	-0,0317	0%	0%
Q9L4 Mkt	-0,0283	0%	0%
Q9L2 QualProd	-0,0122	0%	0%

Ce dernier axe factoriel partage certains éléments avec l'axe 9 obtenu sur CIS1. Il oppose deux catégories d'objectifs de réduction de coûts qui contribuent par ailleurs beaucoup sur l'axe 1 : l'objectif de réduction des coûts salariaux vs. les objectifs de flexibilité dans la production et de réduction des consommations de matières.

i. Synthèse des résultats de l'ACP

L'ensemble des résultats qui viennent d'être présentés est synthétisé dans le tableau 155. Une première remarque concerne la proximité des résultats de cette ACP avec celle que nous avons réalisée à partir des réponses à l'enquête CIS1 ; il s'agit d'un gage de robustesse. Les deux principaux axes factoriels (comme pour CIS1) peuvent faire l'objet d'interprétations évolutionniste et standard relativement évidentes :

- l'axe 1 figurerait les questionnements sur les moyens / les objectifs de réduction de coûts dans leur globalité
- l'axe 2 caractériserait les questionnements sur les fins / les objectifs d'accroissement des ventes présentant un fort degré de rupture.
- l'axe 3 traduirait aussi des questionnements sur les fins / des objectifs d'accroissement des ventes s'intégrant dans un processus d'évolution graduelle.
- Les axes 4 à 8 nous renseigneraient plutôt sur le poids relatif des variables qui contribuent aux trois premiers axes.

Tableau 155 : Synthèse des axes factoriels relatifs aux objectifs de l'innovation dans CSI2

		Coordonnée	Contribution	Cos ²	Axe correspondant dans CIS1
Axe 1 : Questionnement sur les moyens / objectif de réduction de coûts	Q9L8 CtW	0,738	19%	54%	AXE 1
	Q9L7 Flex	0,728	18%	53%	
	Q9L9 CtMat	0,718	18%	52%	
	Q9L2 QualProd	0,645	14%	42%	
Axe 2 : Questionnement sur les fins / objectif d'accroissement des ventes	Q9L3 Gam	0,792	48%	63%	AXE 2
	Q9L4 Mkt	0,660	34%	44%	
Axe 3 : Remplacement de produits obsolètes	Q9L1 Obso	0,735	54%	54%	AXE 3
Axe 4 : Normalisation vs. remplacement des produits obsolètes	Q9L6 Legal	0,6908	67%	48%	nd
	Q9L1 Obso	-0,3530	18%	12%	
Axe 5 : Qualité des produits vs remplacement des produits obsolètes	Q9L2 QualProd	-0,691	74%	48%	AXE 5
	Q9L1 Obso	0,359	20%	13%	
Axe 6 : Flexibilité vs. réduction de la consommation de matières	Q9L7 Flex	0,442	37%	20%	AXE 8
	Q9L9 CtMat	-0,381	28%	15%	
Axe 7 : Diversification vs. nouveaux marchés	Q9L4 Mkt	-0,420	35%	18%	AXE 6
	Q9L3 Gam	0,400	32%	16%	
Axe 8 : Réduction des coûts salariaux vs réduction des autres coûts de production	Q9L8 CtW	0,4809	58%	23%	AXE 9
	Q9L7 Flex	-0,3078	24%	9%	
	Q9L9 CtMat	-0,2435	15%	6%	

Source des données utilisées : SESSI CIS2

4. Régression logistique sur composantes principales

Comme pour CIS1 nous avons estimé un premier modèle logistique multinomial (modèle VII) dans lequel le type de comportement innovant adopté par les firmes Y: {innovation de produit, Innovation de procédé, Innovation de produit & procédé} est expliqué par les coordonnées des firmes sur les composantes principales (PRIN1, ..., PRIN8). A titre indicatif nous avons estimé un second modèle (Modèle VIII) dans lequel les objectifs de l'innovation sont mesurés à l'aide des réponses brutes aux questions Q9L1 ... Q9L9. Dans les deux cas nous avons introduit deux types de variables contrôle : la taille des firmes mesurée par leur CAHT en 1996 (lnCAHT96) et leur appartenance sectorielle indiquée par des variables muettes (SEC1, ..., SEC22)^{note239}.

a. Résultats préliminaires

Les résultats des deux modèles sont reportés dans le tableau 156. Suivent ensuite divers indicateurs de qualité et d'aide à l'interprétation regroupés du tableau 157 au tableau 162.

Les deux modèles sont globalement très significatifs. On notera néanmoins que leur R^2L est nettement inférieur à ce qu'il était pour les modèles estimés à partir de CIS1 (de l'ordre de 19% dans CIS1 contre 13% ici). Ceci pourrait être expliqué par la présence de deux composantes principales en moins ou comme nous l'avons indiqué plus haut par des erreurs dans l'identification des comportements innovants. En revanche, le pourcentage de reclassification exacte est nettement supérieur à ce qu'il était pour CIS1 (on parvient à reclasser correctement environ 68% des firmes contre 62% dans CIS1). Finalement, si l'on se réfère au score de Brière on observe de bien moins importantes différences entre CIS1 et CIS2 : pour le modèle I, le rapport entre le score de Brière observé et le score de Brière Max en cas d'erreur de prévision systématique est de 15% contre 16% pour les modèles VIII et IX. t

Tableau 156 : Estimation de l'impact des objectifs de l'innovation sur les comportements innovants dans l'enquête CIS2

Régressions logistiques multinomiales sur données pondérées par le taux de sondage. Estimations du maximum de vraisemblance.

Variable endogène : type de comportement innovant déclaré dans l'enquête CIS2 {innovation de produit, Innovation de procédé, innovation de produit & procédé)

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Modèle VIII

Composantes principales

Modèle IX

Variables brutes

Intitulé

Nom

P(Iprod/ Iprodoc)

[1]

P(Iproc/ Iprodoc)

[2]

P(Iprod/ Iproc)

[3]

Nom

P(Iprod/ Iprodoc)

[1]

P(Iproc/ Iprodoc)

[2]

P(Iprod/ Iproc)

[3]

Constante

_cons

1,203

-0,929

2,132

_cons

1,203

-0,929

2,132

Axe 1 : Questionnement sur les moyens / objectif de réduction de coûts

PRIN1

-0,117****

-0,224****

0,107*

Obso

0,161***

-0,396****

0,558****

Axe 2 : Questionnement sur les fins / objectif d'accroissement des ventes

PRIN2

0,067

-0,652****

0,718****

QualProd

-0,22***

-0,144

-0,076

Axe 3 : Remplacement de produits obsolètes

PRIN3

0,075

-0,405****

0,481****

Gam

0,015

-0,815****

0,83****

Axe 4 : Normalisation vs. remplacement des produits obsolètes

PRIN4

-0,121*

0,056

-0,178

Mkt

0,006

-0,11

0,117

Axe 5 : Qualité des produits vs remplacement des produits obsolètes

PRIN5

0,21***

-0,08

0,29**

Legal

-0,078

-0,176

0,097

Axe 6 : Flexibilité vs. réduction de la consommation de matières

PRIN6

-0,102

0,068

-0,17

Flex

-0,149*

0,42****

-0,569****

Axe 7 : Diversification vs. nouveaux marchés

PRIN7

0,065

-0,45****

0,515****

CtW

-0,062

0,024

-0,086

Axe 8 : Réduction des coûts salariaux vs réduction des autres coûts de production

PRIN8

-0,016

-0,207

0,191

CtMat

0,057

-0,048

0,105

Pour les deux modèles les coefficients estimés des variables contrôle ainsi que les indicateurs globaux de performance (L1, R²L, F, Score de Brière, tableaux de classifications, ...) sont identiques

Log(CAHT96)

lnCAHT96

-0,174****

-0,098

-0,076

Autres industries extractives

s14

1,876**

1,506

0,371

Industrie textile

s17

-0,636

-0,4

-0,236

Industrie de l'habillement et des fourrures

s18

0,916

2,111**

-1,195

Industrie du cuir et de la chaussure

s19

-0,195

-0,3

0,105

Travail du bois et fabrication d'articles en bois

s20

0,563

0,712

-0,148

Industrie du papier et du carton

s21

-0,453

-0,852

0,399

Edition, imprimerie, reproduction

s22

-0,733

0,59

-1,323

Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires

s23

0,563

-1,387

1,95

Industrie chimique

s24

0,32

-2,211**

2,531**

Pharmacie

s244

0,24

-1,196
1,436

Industrie du caoutchouc et des plastiques

s25

0,038
-0,879
0,917

Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques

s26

0,519
0,47
0,049

Métallurgie

s27

-0,459
0,259
-0,718

Travail des métaux

s28

0,192
0,339
-0,148

Fabrication de machines et équipements

s29

0,008
-0,961
0,968

Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique

s30

-0,317
-0,22
-0,097

Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique

s31

-0,81
-1,387
0,577

Fabrication de machines et appareils électriques

s32

-0,747
-0,943
0,196

Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication

s33

-0,519

-1,062

0,544

Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge

s34

-0,545

-1,58

1,036

Fabrication d'autres matériels de transport

s353

0,288

0,459

-0,17

Aéronaut

s36

0,288

-0,911

1,199

Nombre d'observations

1771

L0 (Log vraisemblance initiale)

-1578,26

Somme des pondérations

1771

L1 (Log vraisemblance finale)

-1368,32

Pseudo R² (1-L1/L0)

0,133

Le secteur s261 sert de référence pour l'estimation des constantes sectorielles. Les observations du secteur s35 'Automobile' ont été supprimées car elles induisaient des problèmes dans l'estimation des autres constantes sectorielles.

Nb: le modèle sur composantes principales et celui sur données brutes renvoient globalement les mêmes résultats car ils sont équivalents à une combinaison linéaire près des variables Q9L1 ... Q9L9. Seuls changent, bien entendu, les coefficients associés aux combinaisons linéaires et aux variables brutes. Les

composantes principales sont plus performantes que les données brutes dans la mesure où elles ne présentent aucune multicollinéarité. L'élimination de ce problème permet de connaître la vraie valeur de chaque coefficient (il n'y plus de problème d'absorption des effets par certaines variables).

Source : SESSI CIS2

Tableau 157 : Tests du chi2 et de Wald sur les modèles VIII et IX

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(62)=419,87

Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(62,2106)=4,79

Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Produit&Procédé (2)

F(31,2137)=3,24

Prob> ;F=0

Test de Wald sur Procédé / Produit&Procédé (3)

F(31,2137)=6,33

Prob> ;F=0

Test de Wald sur Produit / Procédé (4)

F(31,2137)=5,3

Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Source : Tests effectués sur les modèles VII et VIII

Tableau 158 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle VIII

Test PRIN1

F(2;2166)=10,92

Prob> ;F=0

Test PRIN2

F(2;2166)=43,39

Prob> ;F=0

Test PRIN3

F(2;2166)=10,77

Prob> ;F=0

Test PRIN4

F(2;2166)=2,12

Prob> ;F=0,1202

Test PRIN5
 $F(2;2166)=5,42$
 Prob> ;F=0,0045

Test PRIN6
 $F(2;2166)=1,23$
 Prob> ;F=0,2934

Test PRIN7
 $F(2;2166)=9$
 Prob> ;F=0,0001

Test PRIN8
 $F(2;2166)=1,28$
 Prob> ;F=0,2777

Test Inchat96
 $F(2;2166)=7,9$
 Prob> ;F=0,0004

Nb. : Tests de la nullité
 des coefficients estimés
 pour l'ensemble du
 modèle (i.e. pour les
 probabilités relatives
 $P(Iprod)/ P(Iprod\&proc)$
 et $P(Iproc)/$
 $P(Iprod\&proc)$).

Tableau 159 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle IX

Test Obso
 $F(2;2166)=12,7$
 Prob> ;F=0

Test Qual
 $F(2;2166)=4,33$
 Prob> ;F=0,0132

Test Gam
 $F(2;2166)=37,75$
 Prob> ;F=0

Test Mkt
 $F(2;2166)=0,58$
 Prob> ;F=0,5583

Test Legal
 $F(2;2166)=1,74$
 Prob> ;F=0,1763

Test Flex
 $F(2;2166)=11,57$
 Prob> ;F=0

Test CtW

F(2;2166)=0,42

Prob> ;F=0,655

Test Matière

F(2;2166)=0,44

Prob> ;F=0,6417

Test Inchat96

F(2;2166)=7,9

Prob> ;F=0,0004

Nb. : Tests de la nullité
des coefficients estimés
pour l'ensemble du
modèle (i.e. pour les
probabilités relatives
P(Iprod)/ P(Iprod&proc)
et P(Iproc)/
P(Iprod&proc)).

Tableau 160 : Tableau de classification des observations pour les modèles VIII et IX (non pondéré)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	68	14	466	548
	12,41	2,55	85,04	100
	54,4	15,56	23,86	25,28
Procédé	8	50	123	181
	4,42	27,62	67,96	100
	6,4	55,56	6,3	8,35
Produit & procédé	49	26	1364	1439
	3,41	1,81	94,79	100
	39,2	28,89	69,84	66,37
Total	125	90	1953	2168
	5,77	4,15	90,08	100
	100	100	100	100
				68.36%

Tableau de classification réalisé sur données brutes. La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 161 : Tableau de classification des observations pour les modèles VIII et IX (données redressées)

Observation \ Prédiction	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Produit	88,32	13,8	412,5	514,62
	0,17	0,03	0,8	1
	0,56	0,14	0,27	0,29

Procédé	12,73	55,08	109,37	177,18
	0,07	0,31	0,62	1
	0,08	0,56	0,07	0,1
Produit & procédé	57,98	29,38	991,45	1078,82
	0,05	0,03	0,92	1
	0,36	0,3	0,66	0,61
Total	159,04	98,26	1513,32	1770,62
	0,09	0,06	0,85	1
	1	1	1	1
				64.09

Tableau de classification réalisé sur données redressées par le taux de sondage.

La règle de classification est la suivante : Le type de comportement innovant prédit est celui qui correspond à la probabilité estimée maximum parmi les trois probabilités estimées suivantes p(Innovation de produit), p(Innovation de procédé), p(innovation de produit & procédé).

Tableau 162 : Score de Brière pour les modèles VIII et IX

	Somme	Std
Brière total (B_t)	592,5137	11,46698
Brière produit (B_{prod})	338,3667	10,6022
Brière procédé (B_{proc})	27,45628	2,628789
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	226,6907	6,068673

Score de Brière total = Max en cas de prédiction systématiquement erronée = $2 * 1771 = 3542$

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

b. Les facteurs agissant sur la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés (vecteur [3])

Sur le vecteur [3] quatre variables ont des coefficients estimés significatifs au seuil de 5% : PRIN2, PRIN3, PRIN5 et PRIN7.

On note immédiatement l'absence de PRIN1 'Questionnements sur les moyens / objectifs de réductions de coûts'. Ceci signifie que contrairement aux hypothèses théoriques évolutionniste et standard, l'intensification des questionnements sur les moyens / des objectifs de réduction des coûts n'exercerait pas d'effet favorable significatif sur la probabilité d'innover en procédés plutôt qu'en produits. Peut être ce phénomène provient-il de la présence inexplicée de QualProd sur cet axe.

En revanche l'hypothèse théorique selon laquelle les questionnements sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes produisent un effet positif favorable à l'innovation de produit plutôt qu'à l'innovation de procédé se vérifie comme l'indique le coefficient significatif associé à PRIN2 sur le vecteur [3] ($[3]PRIN2=0.718^{****}$).

Comme dans CIS1, l'effet de PRIN3 'Remplacement des produits obsolètes' aurait un effet positif et significatif sur les comportements d'innovation de produits plutôt que de procédés. Cependant l'impact de

l'objectif de remplacement des produits obsolètes est contrarié dans son effet positif sur l'innovation de produit lorsqu'il se développe plus fortement que l'objectif d'amélioration de la qualité des produits comme l'indique le coefficient estimé positif et significatif associé à PRIN5 ([3]PRIN5=0.29**).

Finalement le coefficient estimé associé à PRIN7 'Gamme vs. nouveaux marchés' nous renseigne sur l'impact relatif de deux objectifs qui par ailleurs contribuent positivement et significativement à PRIN2. Contrairement à ce qu'une perspective standard aurait pu suggérer^{note240}, c'est l'objectif d'extension de la gamme des produits qui exerce l'effet le plus favorable sur la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés par rapport à l'objectif de conquête de nouveaux marchés ([3]PRIN7=0.515****). Ce résultat ne fait qu'illustrer l'idée intuitive selon laquelle dans certaines conditions l'innovation de procédé induit une baisse des coûts de production qui une fois répercutée sur les prix permet de gagner des parts de marché.

c. Les facteurs agissant sur la probabilité relative d'innover en produits & procédés plutôt qu'en produits ou procédés (vecteurs [1] et [2])

Comme dans le cas de CIS1 on observe que l'objectif véritablement caractéristique des comportements d'innovation de produits & procédés est celui associé à PRIN1 'Questionnement sur les moyens / objectifs de réductions de coûts'^{note241}. Dans tous les autres cas, les objectifs des comportements innovants de produits & procédés ne peuvent pas être distingués de l'un ou l'autre des deux autres types de comportements innovants :

- comme pour les innovateurs de procédés, l'intensification de l'objectif d'amélioration de la qualité des produits existants plutôt que celui de remplacement des produits obsolètes se fait au détriment de l'innovation produits & procédés ([1]PRIN5=0.21***).
- comme pour les innovateurs de produits, l'intensification des questionnements sur les fins / objectifs d'accroissement des ventes ([2]PRIN2=-0.652***), les objectifs de remplacement des produits obsolètes ([2]PRIN3=-0.405***), ainsi que la faveur accordée aux objectifs d'extension de la gamme des produits plutôt qu'à la conquête de nouveaux marchés ([2]PRIN7=-0.45***), se font au détriment des comportements innovants de procédés et à la faveur des comportements d'innovations de produits & procédés.

5. Synthèse des résultats issus de CIS2 relatifs à l'impact des objectifs de l'innovation technologique sur les comportements innovants

Globalement les résultats issus de l'ACP effectuée sur les objectifs de l'innovation dans CIS2 sont concordants avec ceux obtenus dans CIS1 :

- le premier axe serait typique des questionnements sur les moyens / les objectifs de réduction de coûts,
- le second axe représenterait les questionnements sur les moyens / objectifs d'accroissement des ventes introduisant une certaine rupture.
- le troisième axe représenterait les questionnements sur les moyens / objectifs d'accroissement des ventes caractéristiques d'un processus d'évolution graduelle.

Les typologies théoriques évolutionnistes et standards seraient donc bien représentatives de la structure fondamentale du questionnement technologique des firmes qui ne serait pas construite autour d'une opposition entre deux catégories d'objectifs antagonistes mais plutôt selon trois axes indépendants.

La seconde étape de cette analyse caractérisée par la réalisation de régressions logistiques sur composantes principales s'est révélée en revanche moins cohérente avec les résultats obtenus dans CIS1. Bien que nous vérifions l'hypothèse selon laquelle les questionnements sur les moyens / les objectifs d'accroissement des ventes bénéficient aux comportements d'innovation de produits nous n'acceptons pas l'hypothèse inverse selon laquelle les questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts stimulent l'innovation de procédés plutôt que l'innovation de produits. Néanmoins, comme dans CIS1 nous montrons que les questionnements sur les moyens / objectifs de réduction de coûts ne constituent pas le trait distinctif des innovateurs de procédés mais des innovateurs de produits & procédés.

En dépit des incertitudes qui pèsent sur l'identification des comportements innovants dans CIS2, les résultats que nous fournit cette enquête concernant les objectifs de l'innovation technologique semblent donc globalement cohérents avec ceux de CIS1. Certaines différences et incertitudes peuvent néanmoins être observées en ce qui concerne l'interprétation de l'axe 1 en termes de questionnements sur les moyens / d'objectifs de réductions de coûts et sur son impact sur la probabilité relative d'innover en produits plutôt qu'en procédés.

ANNEXE XXII : L'identification des compétences à l'origine des comportements innovants de produits et de procédés dans les enquêtes CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence

Pour chacune des enquêtes CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence nous présentons les questions retenues pour identifier les compétences des firmes susceptibles d'expliquer l'apparition de comportements innovants de produits, de procédés et de produits & procédés. Il s'agit essentiellement de compétences associées à la capacité des firmes à exploiter des connaissances technologiques en provenance d'origines diverses (externes et internes).

1. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1

a. Le questionnaire

Seules les firmes innovantes en produit, en procédé ou en produit&procédé étaient invitées à répondre à ces questions. Les questions que nous exploiterons sont reproduites dans le tableau 163.

Tableau 163 : Questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête CIS1

Q30

L'innovation technologique résulte de connaissances scientifiques et techniques acquises via :

- 0
- 1
- 2

3

4

Q31

Des sources internes de votre entreprise :

q311

le service de la R et D, le service des études

q312

autres départements

Q32

Des sources internes au groupe auquel vous appartenez

q321

le service de la R et D, le service des études

q322

autres départements

Q33

a. Le questionnaire

Des sources externes publiques

q331

laboratoires publics (CNRS, CEA, IRIA, etc., ..)

q332

universités

Q34

D'autres sources externes

q341

centres techniques de professions

q342

prestataires de services de R et D

q343

sociétés de consultants

q344
fournisseurs de matériaux et de composants

q345
fournisseurs d'équipements

q346
clients

q347
concurrents

Q35
Des informations générales

q351
Consultation de banques de données, brevets, modèles, etc.

q352

a. Le questionnaire

conférences, réunions, publications professionnelles

Q353

Foires, expositions

Q4 Votre entreprise a-t-elle acquis de nouvelles technologies par les voies suivantes (y compris à l'intérieur du groupe auquel elle appartient) ?

ORIGINE (réponses multiples possibles)

France

CEE hors France

Europe hors CEE

USA

Japon

Autres

Q41

R et D sous-traitée ou acquise

q42

R et D effectuée en coopération avec d'autres entreprises ou institutions

Q47

Recrutement d'employés qualifiés

Nb. : Les questions que nous n'exploiterons pas ne figurent pas dans ce tableau

b. Construction des principales variables explicatives

Les réponses aux questions reportées dans le tableau 163 ont soit été exploitées telles qu'elles soient combinées pour être intégrées dans notre schéma analytique. Le tableau 164 détaille cette procédure.

Tableau 164 : Construction des principales variables relatives aux sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1

		Construction	Type de variable
Compétences d'interface externe		Cx	
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	Moy(Q345, Q344)	0-3
Fournisseurs d'équipements	FSReq	Q345 : 'Fournisseurs d'équipements'	0-3
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	Q344 : 'Fournisseurs de matériaux et composantes'	0-3
Utilisateurs	USR	Q346 : 'Clients'	0-3
Concurrents	COMP	Q347 : 'Concurrents'	0-3
Institutions scientifiques	SCI	max(q331,q332) : max('Labo publics', 'Universités')	0-3
Coopération	COOP	Max(q42a, b, c, d, e, f) : max('R et D effectuée en coopération avec d'autres ets ou institutions en France, CEE hors France, Europe hors CEE, USA, Japon, Autre')	0/1
Compétences d'interface interne		Cn	
Polarisation marketing plutôt que production	MK_F	<i>Non disponible</i>	
Compétences d'absorption		Cp	
Recherche développement interne	RD	Q311 : 'Le service de la R et D, le service des études'	0-3
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom	<i>Non disponible</i>	
Homogénéité	Homo	<i>Non disponible</i>	
Qualifications pour innover	Qual	Max(q47a, b, c, d, e, f) : max('Recrutement d'employés qualifiés en France, CEE hors France, Europe hors CEE, USA, Japon, Autre')	0/1

2. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête Yale2

Toutes les firmes (même non innovantes) étaient invitées à répondre à ces questions. Il est à noter que le taux de non-réponses parmi les firmes non innovantes est de l'ordre de 50%-60%. Ainsi seules les réponses des firmes innovantes pour lesquelles le taux de non-réponses est beaucoup plus faible (10%) seront exploitées.

Les réponses à trois séries de questions seront examinées. La première reproduit presque à l'identique celles qui sont posées dans l'enquête CIS1, la seconde explore l'intensité de la communication au sein de l'entreprise entre le service de R et D et les autres services de l'entreprise, la troisième se penche sur les efforts d'amélioration de la communication entre la R et D et les autres services. Nous interpréterons ces tentatives d'amélioration de la communication comme des moyens en faveur d'une homogénéisation des connaissances au sein de l'entreprise.

a. Le questionnaire

Tableau 165 : Les sources de l'innovation des connaissances technologiques (questionnaire de l'enquête Yale2)

AQ19

Votre entreprise a-t-elle acquis de nouvelles technologies - y compris en provenance du groupe - par l'une ou l'autre des voies suivantes (plusieurs réponses possibles par ligne)

France
Europe
USA
Japon

aq191

R et D sous-traitée ou acquise

aq193

analyse des produits concurrents

Nb. : les questions que nous n'exploiterons pas ne figurent pas

AQ18 Dans quelle mesure l'innovation technologique résulte-t-elle de connaissances scientifiques et techniques en provenance :

0
1
2
3
4

aq181

2. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête Yale2

des services de R et D ou d'études internes à votre entreprise

aq182

des autres départements de votre entreprise

aq183

du groupe auquel vous appartenez

aq184

des laboratoires publics ou des universités

aq185

de vos fournisseurs

aq186

de vos clients

aq187

de la consultation de banques de données, brevets modèles, etc.

aq188

des foires et expositions, conférences, publications professionnelles

Tableau 166 : Questions spécifiques sur la communication au sein de l'entreprise avec la R et D dans l'enquête Yale2

AQ14 Quelle est l'intensité actuelle de la communication entre la R et D et les fonctions suivantes dans votre entreprise ?

Actuellement

(A)

Envisagé pour les trois années à venir (B)

0

1

2

3

4

0

1

2

3

4

aq141

mercatique

aq142

service des ventes

aq143
études

aq144
méthodes

aq145
production

AQ14 Quelle est l'intensité actuelle de la communication entre la R et D et les fonctions suivantes dans votre entreprise ?

Actuellement

(A)

Envisagé pour les trois années à venir (B)

0

1

2

3

4

0

1

2

3

4

aq141

mercatique

aq142

service des ventes

aq143

études

aq144
méthodes

aq145
production

Tableau 167 : Questions sur l'homogénéisation des connaissances au sein de l'entreprise avec la R et D dans l'enquête Yale2

AQ15 Quels sont les moyens utilisés pour assurer une meilleure communication entre la R et D et les autres fonctions dans votre entreprise ?

Oui
Non

aq151
Rotation du personnel entre services

aq152

Equipes mixtes (groupe de projet, etc.)

aq153

Communications écrites ou orales systématiques

aq154

Regroupement du service de R et D avec un autre service de l'entreprise

AQ15 Quels sont les moyens utilisés pour assurer une meilleure communication entre la R et D et les autres fonctions dans votre entreprise ?

Oui

Non

aq151

Rotation du personnel entre services

aq152

Equipes mixtes (groupe de projet, etc.)

aq153

Communications écrites ou orales systématiques

aq154

Regroupement du service de R et D avec un autre service de l'entreprise

b. Construction des principales variables explicatives

Tableau 168 : Construction des principales variables relatives aux sources des connaissances technologiques dans l'enquête Yale2

Construction

Type de variable

Compétences d'interface externe		Cx	
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	Aq185 : 'Fournisseurs'	0-4
Fournisseurs d'équipements	FSReq	<i>Non disponible</i>	
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	<i>Non disponible</i>	0-4
Utilisateurs	USR	Aq186 : 'Clients'	0-4
Concurrents	COMP	Max(Aq193a, b, c, d) : max('Analyse des produits concurrents en provenance de France, Europe, USA, Japon)	0/1
Institutions scientifiques	SCI	Aq184 : 'Laboratoires publics ou universités'	0-4
Coopération	COOP	<i>Non disponible</i>	
Compétences d'interface interne			
Polarisation marketing plutôt que production	MK_F	Aq141-aq145a : 'Mercatique' – 'Production'	-4 - 4
Compétences d'absorption			
Recherche développement interne	RD	Aq181 : 'Services de R et D ou d'études internes à l'entreprise'	0 - 4
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom	<i>Non disponible</i>	
Homogénéité	Homo	Mean(aq151, aq152, aq153, aq154) : mean('rotation du personnel', 'Equipe mixte', 'Communications écrites ou orales systématiques', 'Regroupement du service de R et D avec un autre service')	0-1
Qualifications pour innover	Qual	<i>Non disponible</i>	

3. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête CIS2

a. Le questionnaire

Seules les firmes innovantes en produits, en procédés ou en produits & procédés ont été invitées à répondre à ces questions.

Tableau 169 : Questions sur les sources des connaissances technologiques au sein de l'entreprise dans l'enquête CIS2

Q6 En 1996, votre entreprise a-t-elle été engagée dans les activités suivantes pour innover ?

Oui011Non

(c1)

Si oui, (c2)

montant des dépenses engagées en 1996 en millions de francs

Q6L1

Recherche et développement (T&D) interne à l'entreprise

MF

Q10 Quelles ont été les principales sources d'information pour innover entre 1994 et 1996 (pour initier de nouveaux projets ou contribuer à des projets existants) ?

Sources de l'innovation

Importance

Source non utilisée

Faible

Moyenne

Forte

Q10-1

Sources internes à l'entreprise

Q10-2

Autres entreprises appartenant au groupe

Q10-3

Concurrents

Q10-4

Clients

Q10-5

Fournisseurs d'équipements et de logiciels

Q10-6

Fournisseurs de matières premières et de composants

Q10-7

Sociétés de conseils et de recherche marchande

Q10-8

Universités ou établissements d'enseignement supérieur

Q10-9

Organismes publics de recherche (CNRS, INRIA, INSERM, ...)

Q10-10

Publication de brevets

Q10-11

Conférences, réunions ou revues professionnelles bases de données et réseaux

Q10-12

Foires et expositions

Q11 Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle eu des accords de coopération avec d'autres entreprises ou organismes pour des activités d'innovation ?

Oui
Non

Q6 En 1996, votre entreprise a-t-elle été engagée dans les activités suivantes pour innover ?

Oui011Non
(c1)
Si oui, (c2)
montant des dépenses engagées en 1996 en millions de francs

Q6L1
Recherche et développement (T&D) interne à l'entreprise

MF

Q10 Quelles ont été les principales sources d'information pour innover entre 1994 et 1996 (pour initier de nouveaux projets ou contribuer à des projets existants) ?

Sources de l'innovation
Importance

Source non utilisée

Faible

Moyenne

Forte

Q10-1

Sources internes à l'entreprise

Q10-2

Autres entreprises appartenant au groupe

Q10-3

Concurrents

Q10-4

Clients

Q10-5

Fournisseurs d'équipements et de logiciels

Q10-6

Fournisseurs de matières premières et de composants

Q10-7

Sociétés de conseils et de recherche marchande

Q10-8

Universités ou établissements d'enseignement supérieur

Q10-9

Organismes publics de recherche (CNRS, INRIA, INSERM, ...)

Q10-10

Publication de brevets

Q10-11

Conférences, réunions ou revues professionnelles bases de données et réseaux

Q10-12

Foires et expositions

Q11 Entre 1994 et 1996, votre entreprise a-t-elle eu des accords de coopération avec d'autres entreprises ou organismes pour des activités d'innovation ?

Oui

Non

b. Construction des principales variables explicatives

Tableau 170 : Construction des principales variables relatives aux sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS2

		Construction	Type de variable
Compétences d'interface externe			
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	Moy(Q10-5, Q10-6)	0-3
Fournisseurs d'équipements	FSReq	Q10-5 : 'Fournisseurs d'équipements et de logiciels'	0-3
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	Q10-6 : 'Fournisseurs de matières premières et de composants'	0-3
Utilisateurs	USR	Q10-4 : 'Clients'	0-3
Concurrents	COMP	Q10-3 : 'Concurrents'	0-3
Institutions scientifiques	SCI	Max(Q10-8, Q10-9) : max('Univ ou étab. D'ens. Sup', 'Organismes pub. De rech.')	0-3
Coopération	COOP	Q11 : 'Accords de coopérations avec d'autres entreprises ou organismes'	0/1
Compétences d'interface interne			
Polarisation marketing plutôt que production	MK_F	<i>Non disponible</i>	
Compétences d'absorption			
Recherche développement interne	RD	Q6C1L1 : 'R et D interne à l'entreprise'	0/1
Polarisation sur l'hétérogénéisation plutôt que sur la création d'un langage commun	Het_Hom	<i>Non disponible</i>	
Homogénéité	Homo	<i>Non disponible</i>	
Qualifications pour innover	Qual	<i>Non disponible</i>	

4. Les questions sur les sources de l'innovation technologique dans l'enquête Compétence

a. Le questionnaire

Toutes les firmes étaient invitées à répondre à ces questions. Sauf indication contraire nous n'exploiterons que les réponses des firmes innovantes en produits, procédés ou produits & procédés.

Tableau 171 : Questions sur les sources des connaissances technologiques au sein de l'entreprise dans l'enquête CIS2

C1_

Insérer l'innovation dans la stratégie d'ensemble de l'entreprise.

Apprécier les capacités de l'entreprise à se transformer :

_1

à l'aide de procédures spécifiques

_2

en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise

_3

oui

non

oui

non

oui

non

C1_01

Contrôlez-vous la qualité et l'efficacité de la production ?

C1_02

Evaluez-vous les procédés que l'entreprise est susceptible d'adopter ?

C1_03

Evaluez-vous les organisations que l'entreprise est susceptible d'adopter ?

C1_04

Faites-vous un bilan technologique de l'entreprise ?

C1_05

Faites-vous un inventaire des compétences du personnel ?

C1_06

Faites-vous un inventaire des compétences du personnel ?

C1_07

Favorisez-vous la vision globale de l'entreprise pour chaque employé ?

C2_

Suivre, prévoir et agir sur l'évolution des marchés.

Suivre les produits concurrents

Connaître la demande latente non satisfaite et les réactions du client à l'introduction d'innovations :

_1

à l'aide de procédures spécifiques

_2

en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise

_3

oui

non

oui

non

oui

non

C2_01

Analysez-vous les produits concurrents ?

C2_02

Analysez-vous les brevets déposés par les concurrents ?

C2_03

Analysez-vous les publications des ingénieurs des concurrents ?

C2_04

Analysez-vous la nature et (segmentation) et les besoins de la clientèle ?

C2_05

Recueillez-vous auprès du service après-vente ou des distributeurs les réactions de la clientèle ?

C2_06

Utilisez-vous le produit comme support d'information sur la satisfaction du client (enquête d'emballage) ?

C2_07

Faites-vous des tests de consommateur final ?

C2_08

Identifiez-vous les besoins émergents ou les comportements de consommation pionniers ?

C3_

Développer les innovations

Agir sur l'organisation et le temps :

_1

à l'aide de procédures spécifiques

_2

en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise

_3

oui

non

oui
non
oui
non

C3_01

Structurez-vous l'entreprise autour de ses projets d'innovation ?

C3_02

Impliquez-vous tous les services dans les projets dès leur initiation ?

C3_03

Testez-vous le produit ou le procédé innovant dans son contexte opérationnel ?

C3_04

Favorisez-vous le travail en équipe ou en commun pour innover ?

C3_05

Favorisez-vous la mobilité entre les services pour innover ?

C3_06

Analysez-vous les défauts et les pannes des nouveaux procédés ?

C3_07

Vous procurez-vous rapidement des équipements technologiquement nouveaux ?

C3_08

Vous procurez-vous rapidement des approvisionnements technologiquement nouveaux ?

C4_

Organiser et diriger la production de connaissances

Favoriser et canaliser la créativité

Evaluer les résultats de la production de connaissances

_1

à l'aide de procédures spécifiques

_2

en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise

_3

oui

non

oui
non
oui
non

C4_01

Incitez-vous la formulation d'idées nouvelles ?

C4_02

Laissez-vous un certain degré d'autonomie à chacun pour innover ?

C4_03

Valorisez-vous dans l'évaluation individuelle l'originalité et la créativité propre ?

C4_04

Acceptez-vous des comportements créatifs non directement productifs ?

C4_05

Récompensez-vous les idées originales lorsqu'elles sont retenues ?

C4_06

Motivez-vous les rejets ?

C4_07

Procédez-vous à une mise en commun des connaissances ?

C4_08

Évaluez-vous votre production collective de savoirs par rapport aux concurrents de l'entreprise ?

C4_09

Évaluez-vous la contribution de chacun à la production du savoir ?

C5_

S'approprier les technologies extérieures

Identifier, évaluer et absorber les technologies extérieures :

_1

à l'aide de procédures spécifiques

_2

en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise

_3

oui
non
oui
non
oui
non

C5_01

Connaissez-vous les technologies des concurrents ?

C5_02

Connaissez-vous les technologies du futur (veille technologique) ?

C5_03

Testez-vous les technologies extérieures ?

C5_04

Faites-vous de la R et D ?

C5_05

Sous-traitez-vous ou acquérez-vous de la R et D ?

C5_06

Effectuez-vous de la R et D en coopération avec d'autres entreprises ?

C5_07

Effectuez-vous de la R et D en coopération avec des institutions publiques de R et D ?

C5_08

Utilisez-vous les inventions d'un tiers (brevets, licences) ?

C5_09

Recrutez-vous des employés de haute qualification pour innover ?

C5_10

Avez-vous acheté des entreprises en totalité ou en partie pour innover ?

C5_11

Participez-vous à des joint-ventures, à des alliances stratégiques ou à d'autres formes de coopérations pour innover ?

C5_12

Êtes-vous sous-traitant pour des composants hautement technologiques ?

C5_13

Absorbez-vous la connaissance incorporée aux équipements et aux composants innovants ?

C7_

Gérer les ressources humaines dans une perspective d'innovation

Recruter, évaluer, former

_1

à l'aide de procédures spécifiques

_2

en faisant appel à des personnels extérieurs à l'entreprise

_3

oui

non

oui

non

oui

non

C7_01

Repérez-vous les spécialistes actuels et à venir sur le marché ?

C7_02

Évaluez-vous à l'embauche la propension à innover ?

C7_03

Évaluez-vous à l'embauche la capacité à travailler en équipe ?

C7_04

Rendez-vous transparente l'évaluation de chacun et la récompense des meilleurs ?

C7_05

Rendez-vous transparentes les règles de mobilité ?

C7_06

Évaluez-vous les besoins en formation de chacun ?

C7_07

Sensibilisez-vous chacun à demander et à choisir une formation adaptée ?

C7_09

Évaluez-vous les retombées de la formation sur la formation sur l'innovation ?

C7_10

Récompensez-vous les formations utiles à l'entreprise ?

b. Construction des principales variables explicatives

Tableau 172 : Construction des principales variables relatives aux sources des connaissances technologiques dans l'enquête Compétence

		Construction	Type de variable
Compétences d'interface externe		Cx	
Fournisseurs (tous confondus)	FSR	C5_13_1 : 'Absorber la connaissance incorporée aux équipements et aux composants innovants'	
Fournisseurs d'équipements	FSReq		
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat		
Utilisateurs	USR	mean(C2_04_1, C2_05_1, C2_06_1, C2_07_1, C2_08_1) : mean('Analyser la nature et les besoins de la clientèle', 'Recueillir auprès du service après-vente ou des distributeurs les réactions de la clientèle', 'utiliser le produit comme support d'information sur la satisfaction du client', 'faire des tests de consommateur final', 'identifier les besoins émergents ou les comportements de consommation pionniers')	0-1
Concurrents	COMP	mean(C2_01_1, C2_02_1, C2_03_1) : mean('Analyser les produits concurrents', 'Analyser les brevets déposés par les concurrents', 'Analyser les publications des ingénieurs des concurrents')	0-1
Institutions scientifiques	SCI	C5_07_1 : 'Effectuer de la R et D avec des institutions publiques de R et D'	0/1
Coopération	COOP	mean(C5_06_1, C5_11_1) : mean('Effectuer de la R et D en coopération avec d'autres entreprises', 'Participer à des joint-ventures, à des alliances stratégiques et autres formes de	0-1

coopération pour innover')

Compétences d'interface interne

Polarisation marketing MK_F
plutôt que production

Compétences d'absorption

Recherche RD C5_04_1 : 'Faire de la R et D' 0/1
développement interne

Polarisation sur Het_Hom $het=(c4_01_1+c4_02_1+c4_03_1+c4_04_1+c4_05_1+c7_02_1)/6$ -1 - +1
l'hétérogénéisation
plutôt que sur la création
d'un langage commun $hom=(c1_04_1+c1_05_1+c1_06_1+c1_07_1+c3_02_1+c3_04_1+c3_05_1+c4_07_1+c7_03_1)/9$ Het-hom

Homogénéité Hom

Qualifications pour Qual c5_09_1 : 'Recruter des employés de haute qualification 0/1
innover scientifique pour innover'

ANNEXE XXIII : L'origine des connaissances technologiques dans les enquêtes CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence : Etude descriptive préliminaire

1. CIS1

Tableau 173 : Moyennes des différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête CIS1 par types de comportements innovants

Comportement innovant	Effectif brut	FSR	Fsreq	Fsrmat	USR	COMP	SCI	COOP	RD	QUAL
Produit	482	1,32	0,87	1,13	1,41	0,88	0,53	0,52	2,57	0,24
Procédé	356	1,77	1,62	1	0,94	0,55	0,3	0,43	1,5	0,23
Produit & procédé	810	1,68	1,36	1,39	1,46	0,93	0,75	0,59	2,63	0,36
Total	1648	1,59	1,31	0,82	0,57	0,53	2,33	0,29	10,80	1,59

Tableau 174 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête CIS1

	FSReq	FSRmat	USR	COMP	SCI	COOP	RD	QUAL
FSReq	1,00	0,55	0,23	0,24	0,09	0,17	-0,04	0,17
FSRmat	0,55	1,00	0,33	0,33	0,14	0,20	0,09	0,21
USR	0,23	0,33	1,00	0,48	0,11	0,16	0,07	0,16
COMP	0,24	0,33	0,48	1,00	0,14	0,09	0,12	0,13
SCI	0,09	0,14	0,11	0,14	1,00	0,20	0,18	0,16
COOP	0,17	0,20	0,16	0,09	0,20	1,00	0,08	0,12
RD	-0,04	0,09	0,07	0,12	0,18	0,08	1,00	0,14
QUAL	0,17	0,21	0,16	0,13	0,16	0,12	0,14	1,00

2. Yale2

Tableau 175 : Moyennes par types de comportements innovants des différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête Yale2

Comportement innovant	Effectif brut	FSR	USR	COMP	SCI	mk_f	RD	hom
Produit	295	1,25	1,79	0,55	0,75	0,28	2,79	0,52
Procédé	138	1,38	1,36	0,38	0,74	-0,34	2,57	0,50
Produit & procédé	504	1,36	1,71	0,58	0,94	0,12	3,07	0,55
Total	1,3261,6800,5380,8440,1022,8900,534							

Tableau 176 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête Yale2

	FSR	USR	COMP	SCI	MK_F	RD	hom
FSR	1,000	0,149	0,176	0,141	-0,039	-0,001	0,052
USR	0,149	1,000	0,150	0,047	0,103	0,039	0,116
COMP	0,176	0,150	1,000	0,077	0,110	0,097	0,130
SCI	0,141	0,047	0,077	1,000	0,023	0,104	0,149
MK_F	-0,039	0,103	0,110	0,023	1,000	0,096	0,062
RD	-0,001	0,039	0,097	0,104	0,096	1,000	0,156
hom	0,052	0,116	0,130	0,149	0,062	0,156	1,000

3. CIS2

Tableau 177 : Moyennes par types de comportements innovants des différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête CIS2

Comportement innovant	Effectif brut	FSR	FSRRec	q1015	q1016	q1014	q1013	SCI	q1111	Q6c111	CAHT96
Produit	556	1,85	-0,24	1,73	1,98	2,79	2,24	1,46	0,30	0,62	155747
Procédé	181	2,17	0,77	2,55	1,78	2,20	1,76	1,31	0,18	0,28	153673
Produit & procédé	1459	2,15	0,03	2,16	2,13	2,86	2,16	1,65	0,40	0,71	366428
Total	2,0640,0222,0752,0532,7782,1411,5610,3480,64284691										

Tableau 178 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête CIS2

	Q10L5	Q10L6	Q10L4	Q10L3	SCI	Q11L1	Q6C1L1	
	FsrEq	FSRMat	USR	COMP	Science	Coop	RD	
Q10L5	FsrEq	1.0000	0.2837	0.0120	0.0756	0.1217	0.0125	-.0754
Q10L6	FSRMat	0.2837	1.0000	0.1616	0.1525	0.2015	0.0747	0.1223
Q10L4	USR	0.0120	0.1616	1.0000	0.4194	0.1121	0.1168	0.2112
Q10L3	COMP	0.0756	0.1525	0.4194	1.0000	0.1591	0.1123	0.1778
SCI	Science	0.1217	0.2015	0.1121	0.1591	1.0000	0.3142	0.2669

Q11L1	Coop	0.0125	0.0747	0.1168	0.1123	0.3142	1.0000	0.1907
Q6C1L1	RD	-0.0754	0.1223	0.2112	0.1778	0.2669	0.1907	1.0000

4. Compétences

Tableau 179 : Moyennes par types de comportements innovants des différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête Compétences

Comportement innovant	Effectif brut	FSR	USR	COMP	SCI	COOP	rd	het_hom	het	hom	QUAL	lca96
Produit	573	0,25	0,50	0,52	0,27	0,27	0,66	0,03	0,65	0,61	0,27	10,72
Procédé	363	0,22	0,36	0,35	0,19	0,17	0,42	-0,02	0,59	0,62	0,12	10,50
Produit & procédé	1286	0,38	0,52	0,57	0,35	0,35	0,74	0,00	0,68	0,68	0,35	11,13
Total	0,3060,4820,5090,2930,2910,6490,0050,6540,6480,27910,880											

Tableau 180 : Matrice de corrélation de Pearson entre les différentes sources de connaissances technologiques dans l'enquête Compétences

	USR	COMP	SCI	COOP	RD	het_hom	het	hom	QUAL	lca96	
Fsr	1,000	0,218	0,232	0,213	0,258	0,226	-0,013	0,245	0,291	0,237	0,128
USR	0,218	1,000	0,408	0,216	0,243	0,302	0,044	0,333	0,334	0,279	0,284
COMP	0,232	0,408	1,000	0,328	0,289	0,371	0,022	0,270	0,285	0,357	0,362
SCI	0,213	0,216	0,328	1,000	0,339	0,368	0,046	0,211	0,193	0,362	0,279
COOP	0,258	0,243	0,289	0,339	1,000	0,346	0,007	0,222	0,245	0,324	0,342
RD	0,226	0,302	0,371	0,368	0,346	1,000	0,067	0,259	0,226	0,322	0,333
het_hom	-0,013	0,044	0,022	0,046	0,007	0,067	1,000	0,576	-0,368	0,091	-0,014
het	0,245	0,333	0,270	0,211	0,222	0,259	0,576	1,000	0,548	0,286	0,186
hom	0,291	0,334	0,285	0,193	0,245	0,226	-0,368	0,548	1,000	0,232	0,225
QUAL	0,237	0,279	0,357	0,362	0,324	0,322	0,091	0,286	0,232	1,000	0,351
lca96	0,128	0,284	0,362	0,279	0,342	0,333	-0,014	0,186	0,225	0,351	1,000

ANNEXE XXIV : L'origine des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1: Résultats d'une ACP

A partir des variables FSRmat, FSReq, RD, USR, COMP, COOP, SCI et QUAL de l'enquête CIS1 nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP). Seules les réponses des firmes innovantes sont exploitées. L'objectif est d'obtenir les coordonnées des firmes sur les axes factoriels afin de les réexploiter comme variables exogènes dans le cadre de régressions logistiques (voir annexe XXVII) dans lesquelles tout problème de multicollinéarité se trouve alors éliminé.

1. Résultats préliminaires

Tableau 181 : Répartition de l'inertie sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1

Axes	Proportion d'inertie sur les axes
1	0,298
2	0,150

3	0,128
4	0,112
5	0,101
6	0,096
7	0,063
8	0,053

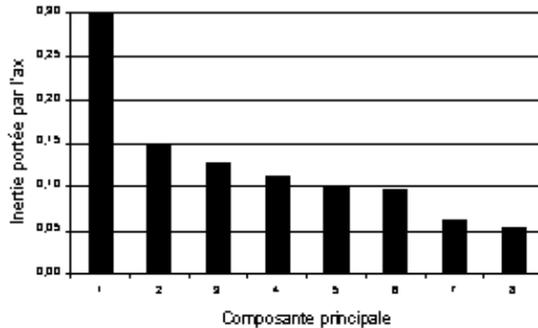


Figure 30: Répartition de l'inertie sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1

2. Description des axes

Tableau 182 : coordonnées, contributions et Cos² des variables sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1

Variable	Axe 1		Axe 2		Axe 3		Axe 4		Axe 5		Axe 6		Axe 7		Axe 8				
	c	contr	cos	c	contr	cos	c	contr	cos	c	contr	cos	c	contr	cos	c			
FSRmat	0,75	0,24	0,56	-0,24	0,05	0,06	0,19	0,03	0,04	0,15	0,02	0,02	0,30	0,11	0,09	-0,01	0,00	0,00	-0,00
FSReq	0,65	0,18	0,42	-0,40	0,13	0,16	0,36	0,13	0,13	0,17	0,03	0,03	0,27	0,09	0,07	-0,10	0,01	0,01	0,00
RD	0,24	0,02	0,06	0,68	0,38	0,46	-0,30	0,09	0,09	0,20	0,05	0,04	0,50	0,31	0,25	0,30	0,12	0,09	-0,00
USR	0,65	0,18	0,43	-0,15	0,02	0,02	-0,44	0,19	0,19	-0,22	0,05	0,05	-0,27	0,09	0,07	0,09	0,01	0,01	-0,00
COMP	0,65	0,18	0,42	-0,12	0,01	0,01	-0,53	0,28	0,28	-0,15	0,03	0,02	-0,06	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00
COOP	0,41	0,07	0,17	0,25	0,05	0,06	0,50	0,25	0,25	-0,51	0,29	0,26	-0,15	0,03	0,02	0,47	0,28	0,22	0,00
SCI	0,38	0,06	0,14	0,58	0,28	0,34	0,16	0,03	0,03	-0,24	0,07	0,06	-0,02	0,00	0,00	-0,66	0,56	0,43	-0,00
QUAL	0,43	0,08	0,19	0,30	0,07	0,09	0,14	0,02	0,02	0,64	0,46	0,41	-0,54	0,36	0,29	0,08	0,01	0,01	0,00

Abréviations : c = coordonnées ; contr = contribution ;
cos = cosinus carré

Source : CIS1, ACP sur données pondérées

Tableau 183 : Interprétation synthétique des axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS1

Description de l'axe	Principales variables contributrices	c	contr	cos
AXE1	FSRmat	0,749	0,236	0,562
Sources externes de connaissances technologiques	USR	0,653	0,179	0,427

	COMP	0,649	0,177	0,421
	FSReq	0,647	0,176	0,419
AXE2	RD	0,676	0,381	0,457
Sources scientifiques et RD	SCI	0,582	0,282	0,339
AXE3	COMP	-0,532	0,276	0,283
Coopérations plutôt qu'utilisateurs et concurrents	COOP	0,501	0,246	0,251
	USR	-0,437	0,187	0,191
AXE4	QUAL	0,638	0,456	0,407
Recrutement d'employés qualifiés plutôt que coopération	COOP	-0,513	0,295	0,263
AXE5	QUAL	-0,537	0,358	0,289
R et D plutôt que recrutement d'employés qualifiés	RD	0,503	0,314	0,253
AXE6	SCI	-0,657	0,560	0,431
Coopération plutôt que science	COOP	0,468	0,285	0,219
AXE7	COMP	0,502	0,500	0,252
Concurrents plutôt qu'utilisateurs	USR	-0,475	0,448	0,226
AXE8	FSRmat	-0,475	0,532	0,226
Fournisseurs d'équipements plutôt que fournisseurs de matériaux	FSReq	0,427	0,431	0,183

ANNEXE XXV : L'origine des connaissances technologiques dans l'enquête CIS2 : Résultats d'une ACP

A partir des variables FSReq, FSRmat, USR, COMP, SCI, COOP, RD de l'enquête CIS2 nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP). Seules les réponses des firmes innovantes sont exploitées. L'objectif est d'obtenir les coordonnées des firmes sur les axes factoriels afin de les réexploiter comme variables exogènes dans le cadre de régressions logistiques (voir annexe XXX) dans lesquelles tout problème de multicollinéarité se trouve alors éliminé.

1. Résultats préliminaires

Tableau 184 : Répartition de l'inertie sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS2

Axes	Proportion d'inertie sur les axes
1	0.2818
2	0.1746
3	0.1607
4	0.1164
5	0.0968
6	0.0897
7	0.0801

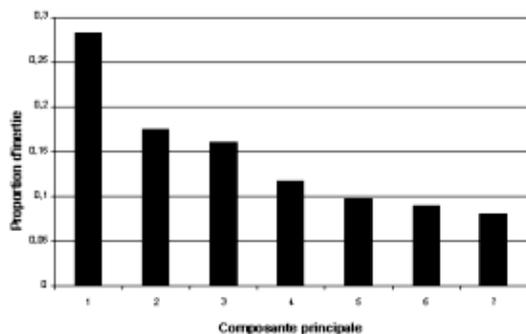


Figure 31: Répartition de l'inertie sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS2

2. Description des axes

Tableau 185 : Coordonnées, contributions et Cos² des variables sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête Compétence

Variable	Axe 1			Axe 2			Axe 3			Axe 4			Axe 5			Axe 6			Axe 7			
	c	contr	cos	c	contr	cos																
USR	0,60	0,18	0,36	-0,20	0,03	0,04	-0,55	0,27	0,30	0,11	0,01	0,01	-0,15	0,03	0,02	0,06	0,01	0,00	0,51			
COMP	0,61	0,19	0,38	-0,10	0,01	0,01	-0,52	0,24	0,27	0,24	0,07	0,06	0,23	0,08	0,05	-0,12	0,02	0,01	-0,47			
Science	0,61	0,19	0,38	0,03	0,00	0,00	0,50	0,22	0,25	0,02	0,00	0,00	0,34	0,17	0,12	-0,46	0,34	0,21	0,20			
FSRMat	0,50	0,13	0,25	0,57	0,26	0,32	-0,03	0,00	0,00	-0,35	0,15	0,13	-0,49	0,36	0,24	-0,20	0,06	0,04	-0,13			
Coop	0,49	0,12	0,24	-0,21	0,04	0,04	0,52	0,24	0,27	0,50	0,31	0,25	-0,35	0,18	0,12	0,24	0,09	0,06	-0,10			
FsrEq	0,24	0,03	0,06	0,81	0,54	0,66	0,01	0,00	0,00	0,15	0,03	0,02	0,31	0,14	0,10	0,39	0,25	0,16	0,09			
RD	0,55	0,15	0,30	-0,38	0,12	0,15	0,17	0,03	0,03	-0,59	0,43	0,35	0,16	0,04	0,02	0,38	0,23	0,14	-0,08			

Abréviations : c = coordonnées ; contr = contribution ; cos = cosinus carré

Source : SESSI, enquête CIS2, ACP sur données pondérées

Tableau 186 : Interprétation synthétique des axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête CIS2

Description de l'axe	Principales variables contributrices à l'axe	c	contr	cos
AXE1	COMP	0,61	0,19	0,38
Niveau global de compétence sources extenes	Science	0,61	0,19	0,38
	USR	0,60	0,18	0,36
	RD	0,55	0,15	0,30
	FSRMat	0,50	0,13	0,25
	FsrEq	0,81	0,54	0,66
FSR	FSRMat	0,57	0,26	0,32
AXE3	USR	-0,55	0,27	0,30
COOP SCI vs USR COMP	Coop	0,52	0,24	0,27
	COMP	-0,52	0,24	0,27

	Science	0,50	0,22	0,25
AXE4	RD	-0,59	0,43	0,35
COOP vs RD** FSRmat	Coop	0,50	0,31	0,25
	FSRMat	-0,35	0,15	0,13
AXE5	FSRMat	-0,49	0,36	0,24
SCI vs FSRmat COOP	Coop	-0,35	0,18	0,12
	Science	0,34	0,17	0,12
AXE6	Science	-0,46	0,34	0,21
FSReq RD vs SCI	FsrEq	0,39	0,25	0,16
	RD	0,38	0,23	0,14
AXE7	USR	0,51	0,46	0,26
USR vs COMP	COMP	-0,47	0,39	0,22

Le paysage factoriel ainsi obtenu est au moins sur le premier axe globalement comparable à celui obtenu avec CIS1 (il représente l'intensité des sources externes de connaissances technologiques considérées dans leur ensemble). Deux autres axes trouvent des 'doubles' dans CIS1 (les axes 5, 6 et 7). Les trois axes restants (2, 3, 4) sont plus spécifiques à cette enquête.

ANNEXE XXVI : L'origine des connaissances technologiques dans l'enquête Compétences : Résultats d'une ACP

A partir des variables FSR, USR, COMP, SCI, COOP, RD, Het_Hom et QUAL de l'enquête Compétence nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP). Seules les réponses des firmes innovantes sont exploitées. L'objectif est d'obtenir les coordonnées des firmes sur les axes factoriels afin de les réexploiter comme variables exogènes dans le cadre de régressions logistiques (voir annexe XXIX) dans lesquelles tout problème de multicolinéarité se trouve alors éliminé.

1. Résultats préliminaires

Tableau 187 : Répartition de l'inertie sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête Compétence

Axes	Proportion d'inertie sur les axes
1	0,3507
2	0,1273
3	0,1075
4	0,1026
5	0,0856
6	0,0822
7	0,0742
8	0,0699

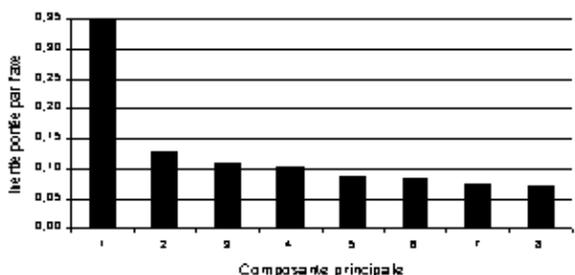


Figure 32: Répartition de l'inertie sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête Compétence

2. Description des axes

Tableau 188 : Coordonnées, contributions et Cos² des variables sur les axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête Compétence

Variable	Axe 1			Axe 2			Axe 3			Axe 4			Axe 5			Axe 6			Axe 7			
	c	contr	cos	c	contr	cos																
Fsr	0,50	0,09	0,25	-0,26	0,06	0,07	0,13	0,02	0,02	0,80	0,77	0,63	-0,06	0,00	0,00	-0,19	0,05	0,03	0,00			
USR	0,60	0,13	0,36	0,00	0,00	0,00	-0,65	0,49	0,42	0,05	0,00	0,00	0,10	0,02	0,01	0,15	0,03	0,02	0,22			
COMP	0,69	0,17	0,47	-0,04	0,00	0,00	-0,38	0,17	0,14	-0,14	0,02	0,02	-0,12	0,02	0,01	-0,10	0,02	0,01	0,02			
SCI	0,65	0,15	0,42	0,03	0,00	0,00	0,37	0,16	0,14	-0,27	0,09	0,07	-0,18	0,05	0,03	-0,31	0,15	0,10	0,47			
COOP	0,63	0,14	0,40	-0,12	0,01	0,01	0,35	0,14	0,12	-0,02	0,00	0,00	0,41	0,24	0,16	0,52	0,41	0,27	0,10			
RD	0,68	0,16	0,46	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,19	0,04	0,03	0,39	0,22	0,15	-0,37	0,20	0,13	-0,44			
het_hom	0,10	0,00	0,01	0,96	0,90	0,92	0,03	0,00	0,00	0,23	0,07	0,05	0,09	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07			
QUAL	0,66	0,16	0,44	0,12	0,01	0,02	0,13	0,02	0,02	-0,06	0,01	0,00	-0,55	0,45	0,31	0,29	0,13	0,09	-0,34			

Abréviations : c = coordonnées ; contr = contribution ;
cos = cosinus carré

Source : Compétence, ACP sur données pondérées

Tableau 189 : Interprétation synthétique des axes issus d'une ACP sur les sources des connaissances technologiques dans l'enquête Compétence

Description de l'axe	Principales variables contributrices à l'axe	c	contr	cos
AXE1 Intensité de l'exploitation des différentes sources de connaissances technologiques	COMP	0,689	0,169	0,475
	RD	0,678	0,164	0,460
	QUAL	0,663	0,156	0,439
	SCI	0,647	0,149	0,419
	COOP	0,632	0,143	0,400
	USR	0,596	0,127	0,356
Axe2 : Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs	het_hom	0,959	0,902	0,919

AXE3	USR	-0,648 0,489 0,420
Science et coopération plutôt que les utilisateurs et les concurrents	COMP	-0,378 0,166 0,143
	SCI	0,372 0,161 0,138
	COOP	0,351 0,143 0,123
AXE4 : Fournisseurs	Fsr	0,795 0,771 0,633
AXE5	QUAL	-0,553 0,446 0,306
Coopération et R et D plutôt que recrutement d'employés qualifiés	COOP	0,405 0,240 0,164
	RD	0,386 0,218 0,149
AXE6	COOP	0,520 0,411 0,270
Coopérations plutôt que R et D	RD	-0,367 0,205 0,135
AXE7	SCI	0,472 0,374 0,222
Science plutôt que R et D et recrutement d'employés qualifiés	RD	-0,442 0,329 0,196
	QUAL	-0,337 0,191 0,113
AXE8	COMP	0,581 0,604 0,338
Concurrents plutôt q'utilisateurs	USR	-0,376 0,252 0,141

On notera en particulier que le paysage factoriel obtenu avec cette enquête est très différent de celui mis en évidence à l'aide de CIS1 et CIS2. Ceci tient sans doute principalement à deux raisons :

- nous ne pouvons pas distinguer les fournisseurs d'équipements et les fournisseurs de matières comme dans CIS1 et CIS2.
- les variables employées ici sont pour certaines binaires (RD, COOP) alors que d'autres sont des moyennes de plusieurs variables binaires (6 ou 9) et revêtent donc potentiellement un grand nombre de valeurs tandis que dans CIS1 et CIS2 la plupart des variables sont notées sur une échelle ordinale.

ANNEXE XXVII : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Résultats détaillés des modélisations

Différents modèles ont été estimés à partir des données de l'enquête CIS1 pour évaluer l'impact de certains groupes de compétences sur les comportements d'innovations de produits, de procédés et de produits & procédés :

Trois modèles à partir de l'ensemble des données disponibles :

- Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$
- Modèle II : $Y=f(\text{FSReq}, \text{FSRmat}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

-

Modèle III : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$ où les composantes principales sont calculées à partir des variables FSReq, FSRmat, USR, COMP, SCI, COOP, RD et QUAL. Les détails de cet ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annexex XXIV.

Trois modèles à partir de sous-populations :

-

Modèle IV : par tranche de CAHT92 : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{NBinno})$

-

Modèle V : par tranche de CAHT92 : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{LCA92}, \text{NBinno})$ où les composantes principales sont calculées à partir des variables FSReq, FSRmat, USR, COMP, SCI, COOP, RD et QUAL. Les détails de cette ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annexex XXIV.

-

Modèle VI : par secteurs lorsque le nombre de données disponibles le permet : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92})$

Un modèle à partir des données de l'ESE :

-

Modèle VII : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Cad_Ouv}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ4}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 190 : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle I : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iprod\&proc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/ P(\text{Iprod\&proc})=$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iproc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à

0,1%

		$P(\text{Iprod})/$ $P(\text{Iprod\&proc})$ [1]	$P(\text{Iproc} /$ $P(\text{Iprod\&proc})$ [2]	$P(\text{Iprod})$ $P(\text{Iproc})$ [3]
Fournisseurs	Fsr	-0,25****	0,123	-0,373****
Différence entre les fournisseurs d'équipements et de matériaux	Fsrec (FSReq-FSRmat)	-0,198****	0,237****	-0,436****

Utilisateurs	USR	0,022	-0,17**	0,192**
Concurrents	COMP	0,074	-0,18**	0,254***
Science	SCI	-0,139**	-0,194**	0,055
Coopération	COOPE	-0,035	-0,341**	0,306*
R et D interne	RD	0,002	-0,302****	0,304****
Recrutement d'employés qualifiés	QUAL	-0,416***	-0,165	-0,251
Log(CAHT en 1992)	LnCaht92	-0,268****	-0,395****	0,127*
Autres industries extractives	s14	0,019	1,251*	-1,232
Industrie textile	s17	0,023	0,456	-0,433
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,805	1,25**	-0,445
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,05	1,535**	-1,484**
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	-0,098	0,37	-0,468
Industrie du papier et du carton	s21	0,206	0,513	-0,307
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,206	1,824****	-2,03****
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,547	-0,379	0,926
Industrie chimique	s24	0,588	-0,059	0,647
Pharmacie	s244	0,441	0,555	-0,113
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,419	-0,787*	0,368
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,239	0,206	0,033
Verre	s261	-0,932	1,795*	-2,727**
Métallurgie	s27	0,094	1,33**	-1,236*
Travail des métaux	s28	0,031	0,617	-0,586
Fabrication de machines et équipements	s29	0,594	-0,046	0,639
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,479	-1,403**	1,883***
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	0,641	0,312	0,33
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,447	-2,283****	2,73****
Industrie automobile	s34	0,654	0,215	0,439
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	0,652	0,457	0,195
Aéronaut	s353	-0,81	0,546	-1,356
Constante	_cons	2,267****	3,215****	-0,948
	Nb. Obs	1648		
	Population	9010,9369		
	L0	-9648,9373		
	L1	-8201,8941		
	R ² L	0,15		
	Bonnes prédictions	964		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles
Source : SESSI CIS, INSEE EAE 1992

Tableau 191 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Tests du chi² et de Wald sur le modèle I

Test du Chi ² sur l'ensemble du modèle :	TT model	LRchi2(62)=2894,09 Prob> ;chi2=0
Test de Wald sur le Modèle complet (1)	TT model	F(62;1586)=5,58 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / produit&procédé (2)	[1]/[3]	F(31;1617)=3,52 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	[2]/[3]	F(31;1617)=7,03 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / procédé (4)	[1]/[2]	F(31;1617)=6,36 Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Tableau 192 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle I

FSR	F(2;1646)=12,34 Prob> ;F=0
Fsrec (FSReq-FSRmat)	F(2;1646)=18,15 Prob> ;F=0
USR	F(2;1646)=3,54 Prob> ;F=0,0291
COMP	F(2;1646)=3,56 Prob> ;F=0,0285
SCI	F(2;1646)=3,58 Prob> ;F=0,028
COOPE	F(2;1646)=2,25 Prob> ;F=0,1062
RD	F(2;1646)=16,14 Prob> ;F=0

QUAL F(2;1646)=3,89
 Prob> ;F=0,0207
 Ensemble des variables précédentes F(16;1632)=9,52
 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/ P(Iprod&proc) et P(Iproc)/ P(Iprod&proc)).

Tableau 193 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Score de Brière pour le modèle I de CIS1

	Somme	Std
Brière total (B_i)	3024,727	45,97093
Brière produit (B_{prod})	1728,902	47,81093
Brière procédé (B_{proc})	425,6387	22,55528
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	870,1863	27,53268

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

2. Modèle II : Y=f(FSReq, FSRmat, USR, COMP, SCI, COOP, RD, QUAL, LCA92, SEC1, ..., SEC23)

Tableau 194 : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle II : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

	Nom	P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprod) P(Iprodoc) [2]	P(Iproc) [3]
Fournisseurs d'équipements	FSReq	-0,323****	0,299****	0,623****
Fournisseurs de matériaux et composants	FSRmat	0,073	-0,176**	0,249***
Utilisateur	USR	0,022	-0,17**	0,192**
Concurrents	COMP	0,074	-0,18**	0,254***
Science	SCI	-0,139**	-0,194**	0,055
Coopération	COOPE	-0,035	-0,341**	0,306*
R et D interne	RD	0,002	-0,302***	0,304****
Recrutement d'employés qualifiés	QUAL	-0,416****	-0,165	-0,251
Log(CAHT92)	LnCaht92	-0,268****	-0,395****	0,127*

Autres industries extractives	s14	0,019	1,251*	-1,232
Industrie textile	s17	0,023	0,456	-0,433
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,805	1,25**	-0,445
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,05	1,535**	-1,484**
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	-0,098	0,37	-0,468
Industrie du papier et du carton	s21	0,206	0,513	-0,307
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,206	1,824****	2,03****
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,547	-0,379	0,926
Industrie chimique	s24	0,588	-0,059	0,647
Pharmacie	s244	0,441	0,555	-0,113
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,419	-0,787*	0,368
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,239	0,206	0,033
Verre	s261	-0,932	1,795*	-2,727**
Métallurgie	s27	0,094	1,33**	-1,236*
Travail des métaux	s28	0,031	0,617	-0,586
Fabrication de machines et équipements	s29	0,594	-0,046	0,639
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,479	-1,403**	1,883****
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	0,641	0,312	0,33
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,447	-2,283****	2,73****
Industrie automobile	s34	0,654	0,215	0,439
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	0,652	0,457	0,195
Aéronaut	s353	-0,81	0,546	-1,356
Constante	_cons	2,267****	3,215****	0,948
	Nb. Obs	1648		
	Population	9010,9369		
	L0	-9648,9373		
	L1	-8201,8941		
	R ² L	0,15		
	Bonnes prédictions	964		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles

Source : SESSI CIS, INSEE EAE 1992

Tableau 195 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Tests du chi2 et de Wald sur le modèle II.

Test du Chi² sur l'ensemble du modèle :

LRchi2(62)=2894,09
Prob> ;chi2=0

Test de Wald sur le Modèle complet (1)

F(62;1586)=5,58

2. Modèle II : $Y=f(\text{FSReq}, \text{FSRmat}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$ 394

Test de Wald sur Produit / produit&procédé (2)	Prob> ;F=0 F(31;1617)=3,52 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	F(31;1617)=7,03 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / procédé (4)	F(31;1617)=6,36 Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle
(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.
(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.
(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Tableau 196 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Tests de Wald sur les principaux coefficients du modèle II

FSReq	F(2;1646)=29,42 Prob> ;F=0
FSRmat	F(2;1646)=4,45 Prob> ;F=0,0118
USR	F(2;1646)=3,54 Prob> ;F=0,0291
COMP	F(2;1646)=3,56 Prob> ;F=0,0285
SCI	F(2;1646)=3,58 Prob> ;F=0,028
COOPE	F(2;1646)=2,25 Prob> ;F=0,1062
RD	F(2;1646)=16,14 Prob> ;F=0
QUAL	F(2;1646)=3,89 Prob> ;F=0,0207
Ensemble des variables précédentes	F(16;1632)=9,52 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(Iprod)/ P(Iprod&proc)$ et $P(Iproc)/ P(Iprod&proc)$).

Tableau 197 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Score de Brière

	Somme	Std
Brière total (B_t)	3024,727	45,97093
Brière produit (B_{prod})	1728	47,81093
Brière procédé (B_{proc})	425,6387	22,55528
Brière produit & procédé (B_{prodoc})	870,1863	27,53268

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

3. Modèle III : Y=f(PRIN1, ..., PRIN8, LCA92, SEC1, ..., SEC23)

Tableau 198 : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle III : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

		P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
Sources externes	PRIN1	-0,162****	-0,283****	0,122**
RD+SCI** vs FSReq	PRIN2	-0,008	-0,427****	0,42****
COOP vs COMP USR	Prin3	-0,227****	0,273****	-0,5****
QUAL vs COOP	Prin4	-0,151**	0,111	-0,262***
RD vs QUAL	Prin5	0,013	-0,033	0,046
COOP vs SCI**	Prin6	0,116*	-0,143*	0,259***
COMP vs USR	Prin7	0,016	0,05	-0,034
FSReq vs FSRmat	Prin8	-0,314***	0,303***	-0,616****
LnCaht92	LnCaht92	-0,268****	-0,395****	0,127*
Autres industries extractives	s14	0,019	1,251*	-1,232
Industrie textile	s17	0,023	0,456	-0,433
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,805	1,25**	-0,445
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,05	1,535**	-1,484**
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	-0,098	0,37	-0,468
Industrie du papier et du carton	s21	0,206	0,513	-0,307
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,206	1,824****	-2,03****
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,547	-0,379	0,926
Industrie chimique	s24	0,588	-0,059	0,647
Pharmacie	s244	0,441	0,555	-0,113

Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,419	-0,787*	0,368
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,239	0,206	0,033
Verre	s261	-0,932	1,795*	-2,727**
Métallurgie	s27	0,094	1,33**	-1,236*
Travail des métaux	s28	0,031	0,617	-0,586
Fabrication de machines et équipements	s29	0,594	-0,046	0,639
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,479	-1,403**	1,883***
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	0,641	0,312	0,33
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,447	-2,283****	2,73****
Industrie automobile	s34	0,654	0,215	0,439
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	0,652	0,457	0,195
Aéronaut	s353	-0,81	0,546	-1,356
Constante	_cons	2,267****	3,215****	-0,948

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles

Les détails de l'ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annex XXIV.

Source : SESSI CIS, INSEE EAE 1992

Tableau 199 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS1 : Tests de Wald sur les composantes principales

Sources externes	PRIN1 F(2;1646)=18,48 Prob> ;F=0
RD+SCI** vs FSReq	PRIN2 F(2;1646)=21,61 Prob> ;F=0
COOP vs COMP USR	PRIN3 F(2;1646)=19,62 Prob> ;F=0
QUAL vs COOP	PRIN4 F(2;1646)=5,38 Prob> ;F=0,0047
RD vs QUAL	PRIN5 F(2;1646)=0,15 Prob> ;F=0,8643
COOP vs SCI**	PRIN6 F(2;1646)=3,92 Prob> ;F=0,02
COMP vs USR	PRIN7 F(2;1646)=0,12 Prob> ;F=0,8913
FSReq vs FSRmat	PRIN8 F(2;1646)=12,81 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(Iprod)/P(Iprod\&proc)$ et $P(Iproc)/P(Iprod\&proc)$).

4. Modèle IV $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{NBinno})$ par quantile de CAHT92

Tableau 200 : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle IV : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})$ = probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iproc})$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

- Pour chaque quantile de CAHT92 une estimation différente a été réalisée. 5 quantiles regroupent au niveau sectoriel les firmes en fonction de leur CAHT en 1992 par rapport à l'ensemble des firmes de plus de 20 salariés du secteur.

Quantile de CAHT en 92	P(Iproc) / P(Iprod)				
	QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
FSR	-0,451**	-0,188	-0,096	-0,313**	-0,259**
USR	0,144	-0,052	0,086	-0,091	0,149
COMP	0,187	0,364**	0,046	0,169	-0,116
SCI	0,015	0,067	0	-0,067	-0,511****
COOP	-1,172***	-0,25	-0,01	0,307	0,252
RD	0,112	0,085	0,061	-0,207*	0,111
QUAL	0,725	-0,719*	-0,823**	-0,243	-0,67***
LnCaht92	-0,328	-0,511	-0,122	-0,224	-0,086
NBINNO	2,93*	0,847	0,915	1,576	0,38
cst	1,423	4,377	1,136	1,386	-0,04
	P(Iproc / P(Iprod))				
	[2]				
	QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
FSR	0,047	0,108	0,326*	0,24	0,049
USR	-0,462**	-0,052	-0,037	-0,116	-0,356***
COMP	-0,18	0,049	-0,244	-0,272	-0,404**
SCI	0,02	-0,074	0,047	-0,4*	-0,387**
COOPE	-0,774	-0,45	-0,565	0,087	-0,2
RD	-0,562****	-0,073	-0,507****	-0,139	-0,279***
QUAL	0,71	-0,11	-0,78**	-0,043	-0,269
LnCaht92	0,263	0,135	0,567	-0,197	-0,337**
NBINNO	-2,442	-5,551***	-5,556****	-4,528***	-4,547****
cst	-1,826	0,737	-3,608	3,184	4,639***
	P(Iprod) / P(Iproc)				
	[3]				
	QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5

FSR	-0,498**	-0,295*	-0,422**	-0,553*****	-0,308*
USR	0,606***	0	0,123	0,026	0,505***
COMP	0,367	0,316*	0,29*	0,441**	0,288
SCI	-0,005	0,14	-0,047	0,333	-0,124
COOPE	-0,398	0,2	0,555	0,219	0,452
RD	0,674*****	0,158	0,568*****	-0,068	0,39***
QUAL	0,015	-0,609	-0,043	-0,2	-0,401
LnCaht92	-0,591	-0,646	-0,689*	-0,027	0,252
NBINNO	5,372***	6,398***	6,472*****	6,105*****	4,927*****
cst	3,249	3,641	4,744	-1,798	-4,679**

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, ***** à 0,1%

Source : SESSI CIS1, INSEE EAE 1992

5. Modèle V : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{LCA92}, \text{NBInno})$ par quantile de CAHT92

Tableau 201 : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle V : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$
- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/P(\text{Iprod}\&\text{proc})=$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/P(\text{Iproc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

- Pour chaque quantile de CAHT92 une estimation différente a été réalisée. 5 quantiles regroupent au niveau sectoriel les firmes en fonction de leur CAHT en 1992 par rapport à l'ensemble des firmes de plus de 20 salariés du secteur.

		P(Iprod)/ P(Iprodoc)				
		QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
PRIN1	Sources externes	-0,122	-0,057	-0,076	-0,187**	-0,233*****
PRIN2	RD+SCI** vs FSReq	0,163	0,054	-0,032	-0,04	-0,084
PRIN3	COOP vs COMP USR	-0,587***	-0,407***	-0,18	-0,067	-0,267**
PRIN4	QUAL vs COOP	0,379*	-0,245	-0,269*	-0,271*	-0,16
PRIN5	RD vs QUAL	-0,251	0,196	0,18	-0,209	0,112
PRIN6	COOP vs SCI**	-0,195	-0,097	0,012	0,03	0,536*****
PRIN7	COMP vs USR	-0,013	0,237	-0,073	0,246	-0,231

PRIN8	FSReq vs FSRmat	0,121	-0,304	-0,038	-0,631***	-0,487**
LnCaht92	LnCaht92	-0,328	-0,613	-0,113	-0,194	-0,075
Nbinno		2,88	1,262	0,914	1,609	0,667
Cstte		1,448	5,14	1,031	1,012	-0,374
		P(Iproc / P(Iprodoc))[2]				
		QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
PRIN1	Sources externes	-0,411***	-0,061	-0,197*	-0,167	-0,54*****
PRIN2	RD+SCI** vs FSReq	-0,379**	-0,231	-0,606*****	-0,344**	-0,387***
PRIN3	COOP vs COMP USR	0,444*	-0,01	0,274	0,307*	0,416***
PRIN4	QUAL vs COOP	0,449*	0,138	-0,115	0,155	0,133
PRIN5	RD vs QUAL	-0,35	0,052	0,03	0,041	0,006
PRIN6	COOP vs SCI**	-0,524**	-0,172	-0,448**	0,219	-0,013
PRIN7	COMP vs USR	0,365	0,067	-0,153	-0,052	0,06
PRIN8	FSReq vs FSRmat	0,185	0,605**	0,17	0,052	0,46**
LnCaht92	LnCaht92	0,271	0,378	0,551	-0,199	-0,337**
Nbinno		-2,646	-5,972***	-5,555*****	-4,502***	-4,468*****
Cstte		-1,808	-1,513	-3,431	3,18	4,578**
		P(Iprod) / P(Iproc) [3]				
		QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
PRIN1	Sources externes	0,289*	0,004	0,122	-0,019	0,307***
PRIN2	RD+SCI** vs FSReq	0,542***	0,285*	0,575*****	0,305*	0,302**
PRIN3	COOP vs COMP USR	-1,031*****	-0,397**	-0,454***	-0,374**	-0,683*****
PRIN4	QUAL vs COOP	-0,071	-0,383**	-0,154	-0,426***	-0,293*
PRIN5	RD vs QUAL	0,099	0,144	0,15	-0,25	0,106
PRIN6	COOP vs SCI**	0,329	0,075	0,46**	-0,189	0,549***
PRIN7	COMP vs USR	-0,378	0,17	0,079	0,297	-0,292
PRIN8	FSReq vs FSRmat	-0,064	-0,909*****	-0,209	-0,683**	-0,947*****
LnCaht92	LnCaht92	-0,598	-0,991	-0,664*	0,004	0,263

Nbinno	5,526***	7,235***	6,468****	6,11****	5,135****
Cstte	3,257	6,653	4,463	-2,168	-4,952**

Les détails de l'ACP
(coordonnées des variables et
interprétation des axes) sont
reportés en annexe XXIV.

*: significatif à 10 %, ** à 5%,
*** à 1%, **** à 0,1%

Source : SESSI CIS, INSEE EAE
1992

6. Modèle VI : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{QUAL}, \text{LCA92})$ par secteur

Tableau 202 : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle VI : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.
Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y = \{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod}) / P(\text{Iprod}\&\text{proc}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc}) / P(\text{Iprod}\&\text{proc}) =$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé

- $P(\text{Iprod}) / P(\text{Iproc}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

- Pour chaque secteur retenu dans l'analyse nous avons estimé un modèle différent. Les résultats portant sur des secteurs
lesquels nous disposons de trop peu d'observations ne sont pas reportés.

	P(Iprod)/ P(Iprodoc)										
	s17	s18	s20	s22	s24	s244	s25	s26	s28	s29	s3
FSR	-0,023	-0,36	0,333	-0,013	0,211	-0,743	-0,696**	-0,622	-0,278	-0,286*	-0,3
USR	-0,02	0,299	-0,437	0,088	-0,083	0,018	0,134	-0,223	0,356*	0,095	-0,3
COMP	0,391	-0,511	-0,012	0,246	0,12	0,301	0,108	-0,124	0,011	-0,024	0,3
SCI	-0,071	3,61*	0,547	-1,96	-0,651***	-0,113	-0,019	0,72*	-0,265	-0,367**	-0,3
COOPE	-0,181	-1,612	0,472	0,041	0,457	1,052	-1,276**	-0,71	-0,023	0,138	-0,3
RD	-0,037	-0,824	-0,38	0,197	0,051	-0,035	-0,372*	-0,413	0,226	-0,085	-0,3
QUAL	0,718	2,607	-1,017	-2,118*	0,341	0,269	-1,063	-0,81	-0,356	-0,343	-0,3
LnCaht92	-0,551*	-0,411	-0,549	0,071	-0,837****	-0,462	0,036	-0,283	-0,201	-0,242*	-0,3
cst	5,238	5,44	5,162	-1,978	9,372****	4,811	-1,757	2,791	1,527	2,624*	0,2
	P(Iprod)/ P(Iprodoc)										
	s17	s18	s20	s22	s24	s244	s25	s26	s28	s29	s3
FSR	0,636**	0,69	1,523**	0,33	0,138	1,334**	0,39	-0,428	0,073	-0,278	0,5
USR	-0,719**	0,013	-1,19**	0,019	-0,01	0,733	-0,893	0,001	-0,034	0,153	-0,3
COMP	-0,311	-0,864	-2,716**	-0,27	-0,439	-0,457	-1,397*	-0,171	-0,22	-0,216	0,6
SCI	0,248	3,543	0,312	0,605	-0,39	0,786	-0,202	0,703*	-0,21	-0,315	-2
COOPE	0,01	-2,222	-0,728	-0,876	-0,636	-3,006	0,185	-0,664	-0,586	0,084	-1,
RD	-0,379*	-1,534**	-0,328	-0,147	-0,055	-0,918	-0,114	-0,767**	-0,394****	-0,323**	-0,
QUAL	-0,082	3,412	1,178	-0,771	0,26	-2,875	-1,065	-3,51**	0,424	-0,06	-1,
LnCaht92	-0,35	-0,523	-0,546	-0,457*	-0,316	-0,573	-0,286	-0,355	-0,215	-0,392**	0,

cst	3,052	6,567	4,12	5,684**	2,315	4,816	0,488	2,886	1,955	3,265*	-1
	P(Iprod)/ P(Iprodoc)										
	[3]										
	s17	s18	s20	s22	s24	s244	s25	s26	s28	s29	s3
FSR	-0,659**	-1,051**	-1,19*	-0,343	0,073	-2,076***	-1,086**	-0,194	-0,351*	-0,008	-0,
USR	0,699**	0,286	0,754	0,068	-0,073	-0,716	1,027*	-0,224	0,39**	-0,058	0,4
COMP	0,701	0,352	2,703***	0,516	0,559	0,758	1,505*	0,046	0,231	0,192	-0,
SCI	-0,319	0,067	0,234	-2,565*	-0,261	-0,899	0,183	0,016	-0,055	-0,052	18
COOPE	-0,191	0,61	1,199	0,917	1,092	4,057*	-1,46*	-0,046	0,562	0,054	1,2
RD	0,341	0,71*	-0,052	0,344	0,105	0,883	-0,258	0,354	0,62****	0,238	0,3
QUAL	0,799	-0,805	-2,195	-1,347	0,082	3,143	0,003	2,701**	-0,78*	-0,283	1,1
LnCaht92	-0,201	0,112	-0,003	0,528	-0,521*	0,111	0,322	0,072	0,014	0,15	-0,
cst	2,187	-1,127	1,042	-7,662**	7,057*	-0,005	-2,244	-0,094	-0,428	-0,642	15

*:
 significatif
 à 10 %, **
 à 5%, ***
 à 1%, ****
 à 0,1%

Source :
 SESSI CIS,
 INSEE
 EAE 1992

7. Modèle VII : Y=f(FSR, FSRec, USR, COMP, SCI, COOP, RD, Cad_Ouv, LCA92, SEC1, ..., SEC23, LCA92, SEC1, ..., SEC23)

Tableau : Enquête CIS1, Résultats de l'estimation du modèle VII : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iproc&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

		P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
Fournisseurs	FSR	-0,275****	0,097	-0,372****
Différence entre les fournisseurs d'équipements et de matériaux	Fsrec	-0,197****	0,227****	-0,424****
Utilisateurs	USR	0,013	-0,172**	0,185**
Concurrents	COMP	0,07	-0,177**	0,247***
Science	SCI	-0,154**	-0,2**	0,045
Coopération	COOPE	-0,045	-0,333**	0,287*

R et D interne	RD	-0,014	-0,301****	0,287****
Proportion de cadres – proportion d'ouvriers	Cad_Ouv	0,308	-1,163***	1,471***
LnCaht92	LnCaht92	-0,286****	-0,346****	0,06
Autres industries extractives	s14	0,132	0,796	-0,664
Industrie textile	s17	0,006	0,396	-0,389
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,785	0,719	0,066
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,097	0,982	-0,885
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	-0,042	0,282	-0,324
Industrie du papier et du carton	s21	0,184	0,278	-0,094
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,085	1,232***	-1,318**
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,519	0,381	0,139
Industrie chimique	s24	0,439	0,547	-0,108
Pharmacie	s244	0,403	1,251**	-0,848
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,373	-0,687	0,314
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,229	0,019	0,211
Verre	s261	-0,885	1,724**	-2,609**
Métallurgie	s27	0,008	1,449***	-1,44**
Travail des métaux	s28	0,045	0,581	-0,536
Fabrication de machines et équipements	s29	0,466	0,43	0,036
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,377	-0,846	1,223*
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	0,539	0,864	-0,325
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,3	-1,431**	1,732**
Industrie automobile	s34	0,738	0,446	0,292
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	0,624	0,617	0,007
Aéronaut	s353	-0,7	0,826	-1,526
Constante	_cons	3,079****	3,08****	0

Nb. Obs. : 1648, R²L=0.1521

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles ; les données manquantes sur la variable Cad_Ouv ont été remplacées par les moyennes sectorielles.

Un test de Wald sur la variable Cad_Ouv donne le résultat suivant : F(2,1646)=5,05 / Prob> ;F=0,0065

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Source : SESSI CIS, INSEE EAE 1992, ESE1990 et ESE1989

ANNEXE XXVIII : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Yale2 : Résultats détaillés des modélisations

- Modèle I : à partir de l'ensemble des données après élimination des observations pour lesquelles certaines valeurs étaient manquantes : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$

Modèle II : à partir de l'ensemble des données et remplacement des données manquantes par les moyennes sectorielles : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$

Modèle III : à partir de l'ensemble des données après élimination des observations pour lesquelles certaines valeurs étaient manquantes et appariement avec les données de l'ESE : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{Cad_Ouv}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$

1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{MK_F}, \text{RD}, \text{HOM}, \text{QUAL}, \text{LCA92}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC18})$ sans valeurs manquantes

Tableau 204 : Enquête Yale2, Résultats de l'estimation du modèle I : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

	Nom	P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%				
Fournisseurs	FSR	0,023	0,183*	-0,16
Utilisateurs	USR	0,017	-0,202*	0,219*
Concurrents	COMP	-0,118	-0,74***	0,622**
Science	SCI	-0,108	0,043	-0,152
Marketing plutôt que production	MK_F	0,111	-0,156	0,267**
R et D interne	RD	-0,248***	-0,204*	-0,044
Homogénéisation des connaissances	HOM	-0,609	-0,269	-0,339
Log(CAHT) en 1992	LnCaht92	-0,19***	-0,317***	0,127
Industrie textile	s17	-0,036	-0,387	0,351
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	1,277	1,77*	-0,493
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	-0,057	0,67	-0,727
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,472	1,162	-0,69
Industrie du papier et du carton	s21	-0,81	-0,151	-0,66
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,829	1,707*	-0,877
Industrie chimique	s24	0,348	-0,854	1,202
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,517	-0,516	-0,001
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,665	0,454	0,211
Métallurgie	s27	-0,827	0,762	-1,589*
Travail des métaux	s28	0,276	0,181	0,095
Fabrication de machines et équipements	s29	0,978*	-0,444	1,422*
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,508	-0,516	1,024
	s32	0,52	-1,038	1,558

Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication				
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,393	-1,042	1,435
Industrie automobile	s34	0,134	-1,044	1,178
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	1,334**	0,894	0,439
	_cons	2,659***	3,685***	-1,026
	Nb. Obs	820		
	Population	712,90883		
	L0	-708,23		
	L1	-636,449		
	R ² L	0,1014		
	Bonnes prédictions	546		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles

Source : SESSI Yale2, INSEE EAE 1992

Tableau 205 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Yale2 : Tests du chi² et de Wald, Modèle I

Test du Chi ² sur l'ensemble du modèle :	LRchi2(50)=143,56 Prob> ;chi2=0
Test de Wald sur le Modèle complet (1)	F(50;770)=2,48 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / Produit&procédé (2)	F(25;795)=1,96 Prob> ;F=0,0035
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	F(25;795)=3,36 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / procédé (4)	F(25;795)=2,25 Prob> ;F=0,0005

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Tableau 206 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Yale2 : Tests de Wald sur les principales variables explicatives

FSR	F(2;818)=1,41
-----	---------------

	Prob> ;F=0,2446
USR	F(2;818)=1,79
	Prob> ;F=0,168
COMP	F(2;818)=4,28
	Prob> ;F=0,0141
SCI	F(2;818)=0,89
	Prob> ;F=0,411
MK_F	F(2;818)=2,32
	Prob> ;F=0,0992
RD	F(2;818)=4,28
	Prob> ;F=0,0142
HOM	F(2;818)=0,91
	Prob> ;F=0,4024
Ensemble des variables précédentes	F(14;806)=2,51
	Prob> ;F=0,0016

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/ P(Iprod&proc) et P(Iproc)/ P(Iprod&proc)).

2. Modèle II Y=f(FSR, USR, COMP, SCI, MK_F, RD, HOM, QUAL, LCA92, SEC1, ..., SEC18) avec remplacement des données manquantes

Tableau 207 : Enquête Yale2, Résultats de l'estimation du modèle II : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

	Nom	P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
Fournisseurs	FSR	-0,047	0,075	-0,123
Utilisateurs	USR	0,043	-0,195*	0,238**
Concurrents	COMP	-0,053	-0,597***	0,544**
Science	SCI	-0,149*	-0,01	-0,139
Marketing plutôt que production	MK_F	0,087	-0,168	0,255**
R et D interne	RD	-0,204***	-0,206**	0,002
Homogénéisation des connaissances	MHOM	-0,547	-0,086	-0,461
Log(CAHT) en 1992	LnCaht92	-0,178***	-0,302****	0,124
Industrie textile	s17	0,29	-0,431	0,722
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	1,005	1,414*	-0,409
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,269	1,298	-1,029
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,544	0,652	-0,108
Industrie du papier et du carton	s21	-0,542	0,21	-0,752
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,018	0,966	-0,983
Industrie chimique	s24	0,35	-0,351	0,701
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,448	-0,474	0,027
	s26	0,683	0,698	-0,015

Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques				
Métallurgie	s27	-0,714	0,807	-1,521*
Travail des métaux	s28	0,241	0,316	-0,075
Fabrication de machines et équipements	s29	0,994**	-0,395	1,389*
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,423	-0,306	0,729
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	0,609	-0,971	1,58
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,381	-1,026	1,407*
Industrie automobile	s34	0,249	-0,362	0,611
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	1,137*	0,855	0,281
	_cons	2,402***	3,442***	-1,04
	Nb. Obs	937		
	Population	836,45354		
	L0	-847,60752		
	L1	-770,78511		
	R ² L	0,0906		
	Bonnes prédictions	547		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles

Source : SESSI Yale2, INSEE EAE 1992

Tableau 208 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Yale2 : Tests du chi² et de Wald sur le modèle II

Test du Chi ² sur l'ensemble du modèle :	LRchi2(50)=153,64 Prob> ;chi2=0
Test de Wald sur le Modèle complet (1)	F(50;887)=2,4 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / Produit&procédé (2)	F(25;912)=2,07 Prob> ;F=0,0016
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	F(25;912)=2,92 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / procédé (4)	F(25;912)=2,49 Prob> ;F=0,0001

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des

coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Tableau 209 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Yale2 : Tests de Wald sur les principales variables explicatives du modèle II

FSR	F(2;935)=0,68 Prob> ;F=0,5081
USR	F(2;935)=2,42 Prob> ;F=0,0896
COMP	F(2;935)=3,49 Prob> ;F=0,0308
SCI	F(2;935)=1,48 Prob> ;F=0,2286
MK_F	F(2;935)=2,22 Prob> ;F=0,1096
RD	F(2;935)=4,58 Prob> ;F=0,0104
HOM	F(2;935)=0,83 Prob> ;F=0,4365
Ensemble des variables précédentes	F(14;923)=2,69 Prob> ;F=0,0007

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(Iprod)/ P(Iprod&proc)$ et $P(Iproc)/ P(Iprod&proc)$).

3.Modèle III : $Y=f(FSR, USR, COMP, SCI, MK_F, RD, HOM, Cad_Ouv, LCA92, SEC1, \dots, SEC18)$

Tableau 210 : Enquête Yale, Résultats de l'estimation du modèle III : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(Iprod)/ P(Iprod\&proc)=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(Iproc)/ P(Iprod\&proc)=$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(Iprod)/ P(Iproc)=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

		$P(Iprod)/$ $P(Iprod\&proc)$ [1]	$P(Iproc /$ $P(Iprod\&proc)$ [2]	$P(Iprod) /$ $P(Iproc)$ [3]
Fournisseurs	FSR	0,04	0,168	-0,128
Utilisateurs	USR	0,02	-0,207*	0,227*
Concurrents	COMP	-0,185	-0,763****	0,579**
Science	SCI	-0,13	0,045	-0,175

Marketing plutôt que production	MK_F	0,136*	-0,141	0,276**
R et D interne	RD	-0,274***	-0,209*	-0,065
Homogénéisation des connaissances	Hom	-0,533	-0,273	-0,259
Proportion de cadres – proportion d’ouvriers en 1989/90	Cad_Ouv	-0,045	-0,459	0,414
Log(CAHT) en 1992	LnCaht92	-0,199***	-0,306***	0,107
Industrie textile	s17	-0,04	-0,355	0,315
Industrie de l’habillement et des fourrures	s18	1,26	1,744*	-0,484
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	-0,092	0,637	-0,73
Travail du bois et fabrication d’articles en bois	s20	0,458	1,18	-0,722
Industrie du papier et du carton	s21	-0,795	-0,122	-0,673
Edition, imprimerie, reproduction	s22	0,834	1,889*	-1,055
Industrie chimique	s24	0,307	-0,667	0,975
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,481	-0,45	-0,031
Fabrication d’autres produits minéraux non métalliques	s26	0,685	0,484	0,202
Métallurgie	s27	-0,822	0,785	-1,607*
Travail des métaux	s28	0,232	0,194	0,038
Fabrication de machines et équipements	s29	0,992*	-0,343	1,335
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,478	-0,407	0,885
Fabrication d’équipements de radio, télévision et communication	s32	0,655	-0,778	1,433
Fabrication d’instruments médicaux, de précision, d’optique et d’horloge	s33	0,333	-0,834	1,167
Industrie automobile	s34	0,002	-1,051	1,053
Fabrication d’autres matériels de transport	s35	1,367**	0,946	0,421
	_cons	2,789***	3,302**	-0,513
	Nb. Obs	812		
	Population	703,84838		
	L0	-699,44962		
	L1	-625,82879		
	R ² L	0,1053		
	TT model	LRchi2(52)=147,24		
		Prob> ;chi2=0		
	TT model	F(52;760)=2,45		
		Prob> ;F=0		
	CAD_ouv	F(2;810)=0,24		
		Prob> ;F=0,7851		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles.
Source : SESSI CIS, INSEE EAE 1992, ESE1990 et ESE1989

ANNEXE XXIX : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Compétence : Résultats détaillés des modélisations

La taille des firmes sera mesurée de manière catégorielle par des quantiles de CAHT et non par le log(CAHT) comme pour les autres enquêtes dans la mesure où cette variable était fortement corrélée à l'ensemble des autres variables et entraînait une modification substantielle des résultats.

Deux seront estimés à partir de l'ensemble des données disponibles :

-

Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

-

Modèle II : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$ où les composantes principales sont calculées à partir des variables FSR, USR, COMP, SCI, COOP, RD, Het_Hom, QUAL. Les détails de cette ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annexex XXV.

Deux seront estimés à partir de sous-populations :

-

Modèle III : pour chaque tranche de CAHT94 $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{NBinno})$

-

Modèle IV : pour chaque tranche de CAHT94 $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{NBinno})$. Les détails de cette ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annexex XXV.

-

Nb: nous ne présentons pas de résultats par secteurs car le nombre de secteurs pour lesquels nous disposons de suffisamment d'observations pour estimer des modèles est très faible.

Un modèle sera estimé après appariement avec les données de l'ESE :

-

Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{Cad_Ouv}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 211 : Enquête Compétence, Résultats de l'estimation du modèle I : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y = \{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod}) / P(\text{Iprod}\&\text{proc}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc}) / P(\text{Iprod}\&\text{proc}) =$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod}) / P(\text{Iproc}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

	Nom	$P(\text{Iprod}) / P(\text{Iprodoc})$ [1]	$P(\text{Iproc} / P(\text{Iprodoc})$ [2]	$P(\text{Iprod}) / P(\text{Iproc})$ [3]
Fournisseurs	FSR	-0,534****	-0,06	-0,474**
Utilisateurs	USR	0,144	-1,368****	1,512****
Concurrents	COMP	-0,061	-1,084****	1,022****
Science	SCI	-0,083	0,248	-0,332
Coopération	COOP	-0,311*	-0,59**	0,279
R et D interne	rd	-0,135	-0,545****	0,41**
Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs	het_hom	0,619**	-0,075	0,694**
Recrutement d'employés qualifiés pour innover	QUAL	-0,137	-0,585***	0,448**
CAHT96 Quantile 1	qq1	0,271	-0,162	0,433
CAHT96 Quantile 2	qq2	0,276	-0,092	0,369
CAHT96 Quantile 3	qq3	0,583****	0,061	0,522**
CAHT96 Quantile 4	qq4	0,444***	0,189	0,255
Autres industries extractives	s14	0,048	1,131*	-1,083
Industrie textile	s17	0,105	0,608	-0,503
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,076	1,094**	-1,017*
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,072	0,7	-0,628
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,752*	0,598	0,153
Industrie du papier et du carton	s21	-0,38	-0,036	-0,344
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,025	1,417****	-1,442****
Industrie chimique	s24	0,2	-0,932	1,132*
Pharmacie	s244	0,584	0,096	0,488
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,506	0,139	0,367
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,107	-0,263	0,37
Verre	s261	0,192	1,536**	-1,344*
Métallurgie	s27	-0,613	1,351****	-1,964****
Travail des métaux	s28	0,515	1,182****	-0,666
Fabrication de machines et équipements	s29	0,661**	0,444	0,217
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	1,438**	1,9**	-0,462
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,375	0,266	0,109
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-0,189	-0,42	0,23

Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,67*	0,434	0,236
Industrie automobile	s34	0,211	-0,291	0,502
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	1,007*	0,967	0,039
Aéronaut	s353	-0,149	0,198	-0,346
	_cons	-0,78**	0,092	-0,871*
	Nb. Obs.	2222		
	Population	10948,352		
	L0	-11299,647		
	L1	-10060,946		
	R ² L	0,1096		
	Bonnes prédictions	61%		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles ; le quantile 5 (QQ5) a été omis pour l'estimation des constantes de taille.

Source : SESSI Compétence, INSEE EAE 1996

Tableau 212 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Compétence : Test du Chi² et de Wad du modèle I

Test du Chi ² sur l'ensemble du modèle :	LRchi2(68)=2477,4 Prob> ;chi2=0
Test de Wald sur le Modèle complet (1)	F(68;2154)=4,39 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / Produit&procédé (2)	F(34;2188)=2,59 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	F(34;2188)=6,04 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / procédé (4)	F(34;2188)=5,05 Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Tableau 213 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Compétence : Tests de Wald sur les principales variables explicatives du modèle I

FSR	F(2;2220)=7,43 Prob> ;F=0,0006
USR	F(2;2220)=10,69 Prob> ;F=0
COMP	F(2;2220)=6,98 Prob> ;F=0,0009
SCI	F(2;2220)=1,22 Prob> ;F=0,2945
COOP	F(2;2220)=3,61 Prob> ;F=0,0271
RD	F(2;2220)=4,52 Prob> ;F=0,011
het_hom	F(2;2220)=3,78 Prob> ;F=0,023
QUAL	F(2;2220)=3,87 Prob> ;F=0,0209
TTVAR expli	F(16;2206)=8,17 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(I_{prod})/$ $P(I_{prod\&proc})$ et $P(I_{proc})/$ $P(I_{prod\&proc})$).

Tableau 214 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Compétence : Score de Brière du modèle I

	Somme
Brière total (B_t)	6752,377
Brière produit (B_{prod})	4473,974
Brière procédé (B_{proc})	1035,395
Brière produit & procédé ($B_{prod\&proc}$)	1243,008

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

2. Modèle II : $Y=f(PRIN1, \dots, PRIN8, QQ1, \dots, QQ5, SEC1, \dots, SEC23)$

Tableau 215 : Enquête Compétence, Résultats de l'estimation du modèle II : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

		P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc)[3]
Niveau général	PRIN1	-0,155****	-0,487****	0,332****
het_hom	PRIN2	0,196****	-0,013	0,209***
Sc et COOP vs USR COMP***	PRIN3	-0,108*	0,276****	-0,385****
Fsr	PRIN4	-0,13**	0,042	-0,171**
COOP RD vs QUAL***	PRIN5	0,003	-0,068	0,071
COOP vs RD	PRIN6	0,013	-0,165*	0,178*
SCIENCE vs RD QUAL	PRIN7	0,045	0,177**	-0,133
COMP vs USR	PRIN8	-0,014	-0,046	0,033
CAHT96 Qauntile 1	qq1	0,271	-0,162	0,433
CAHT96 Quantile 2	qq2	0,276	-0,092	0,369
CAHT96 Quantile 3	qq3	0,583****	0,061	0,522**
CAHT96 Qantile 4	qq4	0,444****	0,189	0,255
Autres industries extractives	s14	0,048	1,131*	-1,083
Industrie textile	s17	0,105	0,608	-0,503
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,076	1,094**	-1,017*
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,072	0,7	-0,628
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,752*	0,598	0,153
Industrie du papier et du carton	s21	-0,38	-0,036	-0,344
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,025	1,417****	-1,442****
Industrie chimique	s24	0,2	-0,932	1,132*
Pharmacie	s244	0,584	0,096	0,488
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,506	0,139	0,367
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,107	-0,263	0,37
Verre	s261	0,192	1,536**	-1,344*
Métallurgie	s27	-0,613	1,351***	-1,964****
Travail des métaux	s28	0,515	1,182****	-0,666
Fabrication de machines et équipements	s29	0,661**	0,444	0,217
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	1,438**	1,9**	-0,462
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,375	0,266	0,109
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-0,189	-0,42	0,23
Fabrication d'instruments médicaux, de précision,	s33	0,67*	0,434	0,236

d'optique et d'horloge

Industrie automobile	s34	0,211	-0,291	0,502
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	1,007*	0,967	0,039
Aéronaut	s353	-0,149	0,198	-0,346
	_cons	-1,143*****	-1,753*****	0,61
	Nb. Obs.	2222		
	Population	10948,352		
	L0	-11299,647		
	L1	-10060,946		
	R ² L	0,1096		
	Bonnesprédiction	61%		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles ; le quantile 4 (QQ5) a été omis pour l'estimation des constantes de taille.

Les détails de cette ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annex XXV.

Source : SESSI Compétence, INSEE EAE 1996

Tableau 216 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête Compétence : Tests de Wald sur les composantes principales du modèle II

PRIN1	Niveau général	F(2;2220)=40,35 Prob> ;F=0
PRIN2	het_hom	F(2;2220)=7,09 Prob> ;F=0,0009
PRIN3	Sc et COOP vs USR COMP***	F(2;2220)=10,19 Prob> ;F=0
PRIN4	Fsr	F(2;2220)=2,69 Prob> ;F=0,0684
PRIN5	COOP RD vs QUAL***	F(2;2220)=0,31 Prob> ;F=0,7371
PRIN6	COOP vs RD	F(2;2220)=2,14 Prob> ;F=0,1183
PRIN7	SCIENCE vs RD QUAL	F(2;2220)=2,04 Prob> ;F=0,1304
PRIN8		F(2;2220)=0,12

COMP vs
USR

Prob> ;F=0,8834

Toutes les
composantes
principales
simultanément

F(16;2206)=8,17

Prob> ;F=0

Nb. : Tests de
la nullité des
coefficients
estimés pour
l'ensemble du
modèle (i.e.
pour les
probabilités
relatives
P(Iprod)/
P(Iprod&proc)
et P(Iproc)/
P(Iprod&proc)).

3. Modèle III : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{NBInno})$ par quantile de CAHT96

Tableau 217 : Enquête Compétence, Résultats de l'estimation du modèle III : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.
Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iprod\&proc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/ P(\text{Iprod\&proc})=$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iproc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

- Pour chaque quantile de CAHT92 une estimation différente a été réalisée. 5 quantiles regroupent au niveau sectoriel les firmes en fonction de leur CAHT en 1996 par rapport à l'ensemble des firmes de plus de 20 salariés du secteur.

	QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
	P(Iprod)/ P(Iprod&proc)				
	[1]				
FSR	-0,954**	-0,422	-0,943***	-0,376	-0,207
USR	-0,324	-0,302	0,621	0,35	0,033
COMP	0,7	0,224	-0,168	-0,4	-0,15
SCI	-0,084	-0,111	-0,087	0,131	-0,291
COOP	-0,601	0,108	-1,103**	0,296	-0,543*
rd	-0,033	-0,324	-0,455	-0,105	-0,12
het_hom	0,594	1,181*	0,4	0,022	0,552
QUAL	0,116	0,541	-0,234	-0,05	-0,74****

3. Modèle III : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{QUAL}, \text{NBInno})$ par quantile de CAHT96

nbinno	-0,269	2,12*	1,919*	0,47	0,764
_cons	-0,052	-1,494**	-0,637	-0,513	-0,457
P(Iproc / P(Iprodoc)					
[2]					
FSR	-0,695	0,282	-0,47	0,262	0,023
USR	-1,842**	-0,735	-1,145	-1,279*	-1,646***
COMP	0,206	-1,618**	-2,244***	-1,923****	-0,846*
SCI	0,75	-0,022	0,146	0,73*	0,017
COOP	-0,538	-0,141	-0,434	-0,732	-0,933***
rd	-0,046	-0,286	-1,064**	-0,698*	-0,754**
het_hom	1,027	0,08	-0,183	-0,872	-0,686
QUAL	-1,561	-0,074	-0,737	-0,37	-0,411
nbinno	-0,69	-3,696***	-1,173	-2,518**	-1,393
_cons	0,575	2,095****	2,116**	2,311****	1,775****
P(Iprod) / P(Iproc)					
[3]					
FSR	-0,259	-0,704	-0,473	-0,638	-0,23
USR	1,518*	0,433	1,766**	1,629**	1,68***
COMP	0,494	1,843**	2,076**	1,523****	0,696
SCI	-0,834	-0,089	-0,233	-0,599	-0,308
COOP	-0,063	0,249	-0,669	1,028*	0,391
rd	0,012	-0,038	0,609	0,593	0,634*
het_hom	-0,433	1,101	0,583	0,894	1,238**
QUAL	1,677	0,615	0,503	0,32	-0,329
nbinno	0,421	5,816****	3,092**	2,988**	2,157**
_cons	-0,627	-3,589****	-2,753***	-2,824****	-2,232****

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Source : SESSI Compétence, INSEE EAE 1996

4. Modèle IV : $Y=f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN8}, \text{NBinno})$ par quantile de CAHT96

Tableau 218 : Enquête Compétence, Résultats de l'estimation du modèle IV : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iprod}\&\text{proc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc})/ P(\text{Iprod}\&\text{proc})=$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod})/ P(\text{Iproc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

- Pour chaque quantile de CAHT92 une estimation différente a été réalisée. 5 quantiles regroupent au niveau sectoriel les firmes en fonction de leur CAHT en 1992 par rapport à l'ensemble des firmes de plus de 20 salariés du secteur.

	QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
	P(Iprod)/ P(Iprodoc)				
PRIN1 Niveau général	-0,134	-0,01	-0,357****	-0,033	-0,294****
PRIN2 het_hom	0,255	0,319**	0,212	0,034	0,124
PRIN3 Sc et COOP vs USR COMP***	-0,167	0,026	-0,318**	0,022	-0,159*
PRIN4 Fsr	-0,343	-0,075	-0,247*	-0,124	0,035
PRIN5 COOP RD vs QUAL***	-0,128	-0,166	-0,142	0,069	0,142
PRIN6 COOP vs RD	-0,04	0,208	-0,045	0,124	-0,131
PRIN7 SCIENCE vs RD QUAL	-0,067	-0,034	0,132	0,103	0,077
PRIN8 COMP vs USR	0,167	0,108	-0,118	-0,117	0,029
Nbinno	-0,269	2,12*	1,919*	0,47	0,764
_cons	-0,329	-1,709**	-1,417**	-0,621	-1,105****
	P(Iproc / P(Iprodoc)				
PRIN1 Niveau général	-0,419**	-0,308**	-0,776****	-0,483****	-0,57****
PRIN2 het_hom	0,252	0	-0,008	-0,196	-0,144
PRIN3 Sc et COOP vs USR COMP***	0,222	0,302	0,335	0,446****	0,216*
PRIN4 Fsr	-0,275	0,204	0	0,101	0,067
PRIN5 COOP RD vs QUAL***	0,247	-0,022	-0,033	-0,217	-0,231
PRIN6 COOP vs RD	-0,487*	0,018	0,06	-0,209	-0,164
PRIN7 SCIENCE vs RD QUAL	0,36	0,012	0,319	0,277	0,094
PRIN8 COMP vs USR	0,327	-0,254	-0,274	-0,312*	0,029
Nbinno	-0,69	-3,696****	-1,173	-2,518**	-1,393
_cons	-0,816	0,751	-0,702	0,237	-0,315
	P(Iprod) / P(Iproc)				
PRIN1 Niveau général	0,285	0,298*	0,419**	0,449****	0,276****
PRIN2 het_hom	0,003	0,319*	0,22	0,23*	0,268**
PRIN3 Sc et COOP vs USR COMP***	-0,388	-0,277	-0,653****	-0,424**	-0,375****
PRIN4 Fsr	-0,068	-0,279	-0,247	-0,225	-0,032
PRIN5 COOP RD vs QUAL***	-0,375	-0,144	-0,109	0,286	0,373**
PRIN6 COOP vs RD	0,447	0,191	-0,105	0,333*	0,033
PRIN7 SCIENCE vs RD QUAL	-0,427	-0,046	-0,188	-0,174	-0,017
PRIN8 COMP vs USR	-0,16	0,363	0,156	0,196	0
Nbinno	0,421	5,816****	3,092**	2,988**	2,157**
_cons	0,486	-2,46****	-0,716	-0,858	-0,79

Les détails de cette ACP (coordonnées des variables et interprétation des axes) sont reportés en annexe XXV

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Source : SESSI Compétence, INSEE EAE 1996

5. Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{Cad_Ouv}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 219 : Enquête Compétence, Résultats de l'estimation du modèle V : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à Nom
0,1%

		P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc)* [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
Fournisseurs	FSR	-0,561****	-0,096	-0,465**
Utilisateurs	USR	0,076	-1,339****	1,415****
Concurrents	COMP	-0,122	-1,17****	1,049****
Science	SCI	-0,124	0,17	-0,294
Coopération	COOP	-0,329*	-0,657***	0,329
R et D interne	rd	-0,172	-0,561***	0,389**
Stimulation des comportements innovants individuels plutôt que collectifs	het_hom	0,604**	-0,137	0,741**
Proportion de cadre – proportion d'ouvriers en 1993/94	Cad_Ouv	0,628**	-0,44	1,068****
CAHT96 Quantile 1	qq1	0,379*	-0,142	0,521*
CAHT96 Quantile 2	qq2	0,342*	-0,085	0,427*
CAHT96 Quantile 3	qq3	0,639****	0,049	0,591**
CAHT96 Quantile 4	qq4	0,487***	0,182	0,305
Autres industries extractives	s14	0,022	1,105*	-1,082
Industrie textile	s17	0,114	0,577	-0,463
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,064	0,982*	-0,918
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	0,138	0,622	-0,484
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,786*	0,548	0,238
Industrie du papier et du carton	s21	-0,383	-0,114	-0,269
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,277	1,467***	-1,744****
Industrie chimique	s24	-0,052	-0,952	0,9
Pharmacie	s244	0,221	0,013	0,208
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	0,517	0,105	0,412
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,103	-0,278	0,38
Verre	s261	0,148	1,433**	-1,285
Métallurgie	s27	-0,636	1,297***	-1,933****
Travail des métaux	s28	0,485	1,154***	-0,669
Fabrication de machines et équipements	s29	0,521	0,445	0,076
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	0,882	1,887**	-1,005
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	0,302	0,262	0,04
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-0,353	-0,449	0,096

5. Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Het_Hom}, \text{Cad_Ouv}, \text{QQ1}, \dots, \text{QQ5}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	0,384	0,472	-0,088
Industrie automobile	s34	0,206	-0,305	0,511
Fabrication d'autres matériels de transport	s35	0,987*	0,889	0,098
Aéronaut	s353	-0,346	0,204	-0,55
	_cons	-0,337	-0,175	-0,162
	Nb. Obs.	2222		
	Population	1898,9335		
	L0	-1959,8636		
	L1	-1742,6358		
	R ² L	0,1108		
	Test de Wald sur Cad_Ouv	F(2,2220)=5,12		
		Prob>		
		;F=0,0061		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles ; le quantile 5 (QQ5) a été omis pour l'estimation des constantes de taille.

Source : SESSI Compétence, INSEE EAE 1996, ESE 1993 et ESE 1994

ANNEXE XXX : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Résultats détaillés des modélisations

-

Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

-

Modèle II : $Y=f(\text{FSReq}, \text{FSRmat}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

-

Modèle III : $Y= f(\text{PRIN1}, \dots, \text{PRIN7}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

-

Modèle IV : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{NBINNO})$ par quantile de CAHT en 1996.

-

Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Cad_Ouv}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

1. Modèle I : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 220 : Enquête CIS2, Résultats de l'estimation du modèle I : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- $P(Iprod) / P(Iprod\&proc)$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(Iproc) / P(Iprod\&proc)$ = probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(Iprod) / P(Iproc)$ = probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Nom		P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
Fournisseurs	FSR	-0,375****	0,084	-0,459****
Fournisseurs d'équipements plutôt que fournisseurs de matériaux	FSRec	-0,237****	0,268****	-0,505****
Utilisateurs	USR	-0,091	-0,342****	0,251**
Concurrents	COMP	0,232****	-0,046	0,279**
Science	SCI	-0,155**	-0,065	-0,09
Coopération	COOP	-0,238	-0,623**	0,385
R et D interne	RD	-0,412***	-1,378****	0,966****
Log(CAHT) en 1996	lca96	-0,076	0,049	-0,125
Autres industries extractives	s14	1,77**	2,824***	-1,054
Industrie textile	s17	-0,827**	0,848	-1,675***
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,718	2,687****	-1,969***
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	-0,447	0,138	-0,586
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,212	1,465**	-1,253*
Industrie du papier et du carton	s21	-0,699*	0,041	-0,74
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,789*	0,759	-1,548**
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,34	0,828	-0,489
Industrie chimique	s24	0,158	-0,577	0,735
Pharmacie	s244	-0,05	0,154	-0,203
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,168	0,713	-0,88
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,308	1,646***	-1,338**
Verre	s261	-0,363	1,225	-1,588
Métallurgie	s27	-0,73	1,341**	-2,071***
Travail des métaux	s28	0,029	1,377***	-1,348***
Fabrication de machines et équipements	s29	-0,079	0,504	-0,583
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	-0,354	1,15	-1,504
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	-0,928**	0,084	-1,012
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-0,894*	0,625	-1,519*
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	-0,487	0,622	-1,109
Industrie automobile	s34	-0,847*	0,09	-0,937
Aéronautique	s353	0,465	1,842	-1,377

_cons	1,388**	-1,573*	2,961***
Nb. Obs	2168		
Population	8759		
L0	-7807,7896		
L1	-6814,3819		
R ² L	0,1272		
Bonnes prédictions	1495		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles.
Source : SESSI CIS2, INSEE EAE 1996

Tableau 221 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Tests du Chi² et de Wald du modèle I

Test du Chi ² sur l'ensemble du modèle :	LRchi2(60)=1986,82 Prob> ;chi2=0
Test de Wald sur le Modèle complet (1)	F(60;2108)=5,01 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / Produit&procédé (2)	F(30;2138)=4,48 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Procédé / Produit&procédé (3)	F(30;2138)=5,28 Prob> ;F=0
Test de Wald sur Produit / Procédé (4)	F(30;2138)=4,96 Prob> ;F=0

(1) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés du modèle

(2) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé.

(3) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

(4) Test l'hypothèse de nullité simultanée de l'ensemble des coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en procédé.

Tableau 222 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Tests de Wald des principales variables explicatives du modèle I

FSR	F(2;2166)=10,89 Prob> ;F=0
FSREC	F(2;2166)=19,53 Prob> ;F=0
USR	F(2;2166)=5,96 Prob> ;F=0,0026

COMP	F(2;2166)=5,99 Prob> ;F=0,0025
SCI	F(2;2166)=1,97 Prob> ;F=0,1402
COOP	F(2;2166)=3,92 Prob> ;F=0,02
RD	F(2;2166)=18,23 Prob> ;F=0
Ensemble des variables précédentes	F(14;2154)=11,26 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives $P(I_{prod})/ P(I_{prod\&proc})$ et $P(I_{proc})/ P(I_{prod\&proc})$).

Tableau 223 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Score de Brière du modèle I

	Somme	Std
Brière total (B_t)	2868,101	57,28245
Brière produit (B_{prod})	1634,673	52,46635
Brière procédé (B_{proc})	133,9547	13,1575
Brière produit & procédé ($B_{prod\&proc}$)	1099,473	29,75849

Pour les détails du calcul de ce score voir la note de bas de page n°232.

2. Modèle II : $Y=f(\text{FSReq}, \text{FSRmat}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 224 : Enquête CIS2, Résultats de l'estimation du modèle II : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y=\{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$

- $P(I_{prod})/ P(I_{prod\&proc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(I_{proc})/ P(I_{prod\&proc})=$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(I_{prod})/ P(I_{proc})=$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

	Nom	$P(I_{prod})/ P(I_{prod\&proc})$ [1]	$P(I_{proc} / P(I_{prod\&proc}))$ [2]	$P(I_{prod}) / P(I_{proc})$ [3]
Fournisseurs d'équipement	FSReq	-0,424****	0,31****	-0,734****
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	0,049	-0,226**	0,275**
Utilisateurs	USR	-0,091	-0,342****	0,251**
Concurrents	COMP	0,232****	-0,046	0,279**

Science	SCI	-0,155**	-0,065	-0,09
Coopération	COOP	-0,238	-0,623**	0,385
R et D interne	RD	-0,412***	-1,378*****	0,966*****
Log(CAHT) en 1996	LnCaht92	-0,076	0,049	-0,125
Autres industries extractives	s14	1,77**	2,824***	-1,054
Industrie textile	s17	-0,827**	0,848	-1,675***
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,718	2,687*****	-1,969***
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	-0,447	0,138	-0,586
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,212	1,465**	-1,253*
Industrie du papier et du carton	s21	-0,699*	0,041	-0,74
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,789*	0,759	-1,548**
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,34	0,828	-0,489
Industrie chimique	s24	0,158	-0,577	0,735
Pharmacie	s244	-0,05	0,154	-0,203
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,168	0,713	-0,88
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,308	1,646***	-1,338**
Verre	s261	-0,363	1,225	-1,588
Métallurgie	s27	-0,73	1,341**	-2,071***
Travail des métaux	s28	0,029	1,377***	-1,348***
Fabrication de machines et équipements	s29	-0,079	0,504	-0,583
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	-0,354	1,15	-1,504
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	-0,928**	0,084	-1,012
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-0,894*	0,625	-1,519*
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	-0,487	0,622	-1,109
Industrie automobile	s34	-0,847*	0,09	-0,937
Aéronautique	s353	0,465	1,842	-1,377
	_cons	1,388**	-1,573*	2,961***
	Nb. Obs	2168		
	Population	8759		
	L0	-7807,7896		
	L1	-6814,3819		
	R ² L	0,1272		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles.
Source : SESSI CIS2, INSEE EAE 1996

Tableau 225 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Tests de Wald sur les principales variables explicatives du modèle II

FSReq F(22;166)=32,85

Prob> ;F=0

FSRmat F(22;166)=2,74

Prob> ;F=0,0647

Nb. : Tests de la nullité
des coefficients estimés
pour l'ensemble du
modèle (i.e. pour les
probabilités relatives
P(Iprod)/ P(Iprod&proc)
et P(Iproc)/
P(Iprod&proc))

3. Modèle III : Y=f(PRIN1, ..., PRIN7, ICA96, SEC1, ..., SEC23)

Tableau 226 : Enquête CIS2, Résultats de l'estimation du modèle III : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.
Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

	Nom	P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]	P(Iproc / P(Iprodoc)μ [2]	P(Iprod) / P(Iproc)3 [3]
Sources externes	PRIN1	-0,159****	-0,538****	0,379****
FSReq FSRmat vs USR	PRIN2	-0,199****	0,431****	-0,63****
Coop SCI	PRIN3	-0,199****	-0,045	-0,153
RD	PRIN4	0,016	0,321***	-0,305***
FSReq vs FSRmat	PRIN5	-0,145**	0,265**	-0,41****
COOP vs SCI*	PRIN6	-0,297****	-0,156	-0,14
COMP vs USR	PRIN7	-0,247****	-0,048	-0,199
Log(CAHT) en 1996	Ica96	-0,076	0,049	-0,125
Autres industries extractives	s14	1,77**	2,824****	-1,054
Industrie textile	s17	-0,827**	0,848	-1,675***
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,718	2,687****	-1,969***
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	-0,447	0,138	-0,586
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,212	1,465**	-1,253*
Industrie du papier et du carton	s21	-0,699*	0,041	-0,74
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-0,789*	0,759	-1,548**
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	0,34	0,828	-0,489
Industrie chimique	s24	0,158	-0,577	0,735
Pharmacie	s244	-0,05	0,154	-0,203
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,168	0,713	-0,88
	s26	0,308	1,646****	-1,338**

Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques

Verre	s261	-0,363	1,225	-1,588
Métallurgie	s27	-0,73	1,341**	-2,071***
Travail des métaux	s28	0,029	1,377***	-1,348***
Fabrication de machines et équipements	s29	-0,079	0,504	-0,583
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	-0,354	1,15	-1,504
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	-0,928**	0,084	-1,012
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-0,894*	0,625	-1,519*
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	-0,487	0,622	-1,109
Industrie automobile	s34	-0,847*	0,09	-0,937
Aéronautique	s353	0,465	1,842	-1,377
	_cons	0,263	-3,647****	3,91****
	Nb. Obs	2168		
	Population	8759		
	L0	-7807,7896		
	L1	-6814,3819		
	R ² L	0,1272		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles.
Source : SESSI CIS2, INSEE EAE 1996

Tableau 227 : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés dans l'enquête CIS2 : Tests de Wald des principales variables explicatives du modèle III

PRIN1	F(2;2166)=25,44 Prob> ;F=0
PRIN2	F(2;2166)=25,05 Prob> ;F=0
PRIN3	F(2;2166)=6,34 Prob> ;F=0,0018
PRIN4	F(2;2166)=4,69 Prob> ;F=0,0092
PRIN5	F(2;2166)=6,33 Prob> ;F=0,0018
PRIN6	F(2;2166)=8,47 Prob> ;F=0,0002
PRIN7	F(2;2166)=5,29 Prob> ;F=0,0051
Toutes les composantes simultanément	F(14;2154)=11,26 Prob> ;F=0

Nb. : Tests de la nullité des coefficients estimés pour l'ensemble du modèle (i.e. pour les probabilités relatives P(Iprod)/ P(Iprod&proc) et P(Iproc)/ P(Iprod&proc)).

4. Modèle IV : Y=f(FSR, FSRec, USR, COMP, SCI, COOP, RD, Ica96, SEC1, ..., SEC23) par quantile de CAHT en 1996

Tableau 228 : Enquête CIS, Résultats de l'estimation du modèle IV : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage.

Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène Y={innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit & procédé}

- P(Iprod)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iproc)/ P(Iprod&proc)= probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- P(Iprod)/ P(Iproc)= probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

- Pour chaque quantile de CAHT92 une estimation différente a été réalisée. 5 quantiles regroupent au niveau sectoriel les firmes en fonction de leur CAHT en 1992 par rapport à l'ensemble des firmes de plus de 20 salariés du secteur.

		QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5
		P(Iprod)/ P(Iprodoc) [1]				
Fournisseurs d'équipement	FSReq	-0,656**	-0,545***	-0,138	-0,465**	-0,469****
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	-0,332*	-0,177	-0,445****	-0,24**	-0,109
Utilisateurs	USR	0,231	-0,29*	0,212	-0,325**	-0,098
Concurrents	COMP	0,196	0,397*	0,184	0,43***	0,058
Science	SCI	-0,052	-0,108	-0,261	-0,045	-0,004
Coopération	COOP	0,367	-0,215	-0,058	0,218	-0,722****
R et D interne	RD	0,448	-0,731*	-0,897***	-0,27	-0,325
Log(CAHT) en 1996	LnCaht92	0,391	0,384	-0,057	0,024	-0,274***
Pourcentage de firmes innovantes dans le secteur	NBINNO	-0,641	0,103	-0,213	-1,681	-0,284
Constante		-4,143	-2,984	0,386	0,77	4,383****
		P(Iproc / P(Iprodoc) [2]				
Fournisseurs d'équipement	FSReq	-0,465	-0,367	0,488	0,288	-0,099
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	0,667***	0,321	0,147	0,262	0,321***
Utilisateurs	USR	-0,782**	-0,495*	-0,031	-0,441**	-0,031
Concurrents	COMP	0,141	-0,289	-0,104	-0,323	-0,017
Science	SCI	0,045	0,059	0,122	-0,051	-0,127
Coopération	COOP	-2,214*	-0,283	-1,008	-0,816	-0,265
R et D interne	RD	-2,085**	-1,846****	-1,251**	-1,258***	-1,203****
Log(CAHT) en 1996	LnCaht92	1,102*	-0,127	-1,487	0,079	-0,162
Pourcentage de firmes innovantes dans le secteur	NBINNO	0,804	-2,687	-2,518	-1,742	-2,882**
Constante		-9,469*	3,121	14,54	-0,02	2,668

		P(Iprod) / P(Iproc) [3]				
Fournisseurs d'équipement	FSReq	-0,191	-0,178	-0,627*	-0,754**	-0,369*
Fournisseurs de composants et matériaux	FSRmat	-0,999****	-0,498*	-0,591***	-0,502****	-0,431****
Utilisateurs	USR	1,013**	0,206	0,243	0,115	-0,067
Concurrents	COMP	0,055	0,686*	0,288	0,753***	0,075
Science	SCI	-0,097	-0,167	-0,382	0,006	0,123
Coopération	COOP	2,581**	0,068	0,95	1,034	-0,457
R et D interne	RD	2,532**	1,114*	0,354	0,987*	0,878**
Log(CAHT) en 1996	LnCaht92	-0,711	0,511	1,43	-0,055	-0,113
Pourcentage de firmes innovantes dans le secteur	NBINNO	-1,446	2,79	2,305	0,061	2,598**
Constante		5,326	-6,105	-14,154	0,79	1,714

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Source : SESSI CIS2, INSEE EAE 1996

5. Modèle V : $Y=f(\text{FSR}, \text{FSRec}, \text{USR}, \text{COMP}, \text{SCI}, \text{COOP}, \text{RD}, \text{Cad_Ouv}, \text{lca96}, \text{SEC1}, \dots, \text{SEC23})$

Tableau 229 : Enquête CIS2, Résultats de l'estimation du modèle V : Les compétences à l'origine des comportements innovants de produits, de procédés, de produits & procédés.

Régression logistique multinomiale à trois niveaux sur données pondérées par le taux de sondage. Estimation du maximum de vraisemblance.

Variable endogène $Y = \{\text{innovation de produit, innovation de procédé, innovation de produit \& procédé}\}$
- $P(\text{Iprod}) / P(\text{Iprod}\&\text{proc}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iproc}) / P(\text{Iprod}\&\text{proc}) =$ probabilité relative d'innover en procédé par rapport à celle d'innover en produit&procédé,

- $P(\text{Iprod}) / P(\text{Iproc}) =$ probabilité relative d'innover en produit par rapport à celle d'innover en procédé.

*: significatif à 10 %, ** à 5%, *** à 1%, **** à 0,1%

Nom		P(Iprod)/ P(Iprod&proc) [1]	P(Iproc / P(Iprod&proc) [2]	P(Iprod) / P(Iproc) [3]
Fournisseurs	FSR	-0,378****	0,079	-0,457****
Fournisseurs d'équipements plutôt que fournisseurs de matériaux	FSRec	-0,242****	0,278****	-0,52****
Utilisateurs	USR	-0,08	-0,338****	0,257**
Concurrents	COMP	0,218***	-0,046	0,264**
Science	SCI	-0,17**	-0,056	-0,115
Coopération	COOP	-0,288**	-0,646***	0,358
R et D interne	RD	-0,462***	-1,361****	0,899****
Proportion de cadres – proportion d'ouvriers en 1993/94	Cad_Ouv	0,772***	-0,803*	1,575***
1er quantile de CAHT en 1996	QQ1	0,217	-0,025	0,243
2ème quantile de CAHT en 1996	QQ2	0,057	-0,881***	0,938***
3ème quantile de CAHT en 1996	QQ3	0,34*	-0,186	0,526

4ème quantile de CAHT en 1996	QQ4	0,02	-0,298	0,318
Autres industries extractives	s14	1,845**	2,792***	-0,948
Industrie textile	s17	-0,78**	0,83	-1,61**
Industrie de l'habillement et des fourrures	s18	0,815*	2,633****	-1,818***
Industrie du cuir et de la chaussure	s19	-0,308	0,151	-0,459
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	s20	0,294	1,31*	-1,016
Industrie du papier et du carton	s21	-0,777*	0,052	-0,828
Edition, imprimerie, reproduction	s22	-1,103**	1,189**	-2,292****
Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	s23	-0,198	1,702	-1,9
Industrie chimique	s24	-0,185	-0,214	0,029
Pharmacie	s244	-0,474	0,574	-1,048
Industrie du caoutchouc et des plastiques	s25	-0,16	0,763	-0,923
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	s26	0,297	1,677***	-1,379**
Verre	s261	-0,459	1,226	-1,685
Métallurgie	s27	-0,778*	1,402**	-2,18****
Travail des métaux	s28	0,054	1,422***	-1,367**
Fabrication de machines et équipements	s29	-0,258	0,716	-0,974
Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	s30	-1,095	1,924*	-3,019**
Fabrication de machines et appareils électriques	s31	-0,987**	0,179	-1,166
Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	s32	-1,136**	0,655	-1,79**
Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	s33	-0,756*	0,817	-1,573**
Industrie automobile	s34	-0,922*	0,167	-1,089
Aéronautique	s353	0,156	2,063	-1,907
	_cons	1,004**	-1,38**	2,384****
	Nb. Obs	2168		
	Population	8759,3907		
	L0	-7807,7896		
	L1	-6745,0496		
	R ² L	0,1361		
	Test de Wald sur Cad_Ouv	F(2;2166)=6,65		
		Prob> ;F=0,0013		

Nb. : Le secteur S36 'Fabrication de meubles ; industries diverses' sert de référence pour l'estimation de variables muettes sectorielles ; le quantile 5 (QQ5) a été omis pour l'estimation des constantes de taille.

Source : SESSI CIS2, INSEE EAE 1996, ESE 1993, ESE1994

ANNEXE XXXI : Interprétation économique des probabilités de transition de la chaîne de Markov d'ordre 2

Nous avons proposé des indicateurs spécifiques pour l'étude des probabilités de transition des chaînes de Markov d'ordre 1. Nous proposons ici l'hypothèse plus réaliste d'une chaîne de Markov d'ordre 2. Ceci signifie que pour la détermination de l'état futur en t+1 du comportement technologique des firmes on prend non seulement en compte l'état présent du système en t mais aussi son état antérieur en t-1. Cette hypothèse est plus réaliste que celle de processus de Markov d'ordre 1 compte tenu des mécanismes d'apprentissages qui sont supposés générer les processus observés. Une classification 'économique' des probabilités de transition est encore possible même si elle devient très complexe et statistiquement difficile^{note242} compte tenu de la croissance rapide du nombre de transitions à envisager. La matrice des transitions $P_2(t)$ comporte alors $J_p=4^2=16$ suites e_i possibles qui figurent l'ensemble des arrangements de deux éléments extraits d'un ensemble de 4 éléments :

e_i	Y_t	Y_{t+1}
e1 :	Non-innovation	non-innovation
e2 :	Non-innovation	innovation de produit
e3 :	Non-innovation	innovation de procédé
e4 :	Non-innovation	innovation de produit & procédé
e5 :	innovation de produit	non-innovation
e6 :	innovation de produit	innovation de produit
e7 :	innovation de produit	innovation de procédé
e8 :	innovation de produit	innovation de produit & procédé
e9 :	innovation de procédé	non-innovation
e10 :	innovation de procédé	innovation de produit
e11 :	innovation de procédé	innovation de procédé
e12 :	innovation de procédé	innovation de produit & procédé
e13 :	innovation de produit & procédé	non-innovation
e14 :	innovation de produit & procédé	innovation de produit
e15 :	innovation de produit & procédé	innovation de procédé
e16 :	innovation de produit & procédé	innovation de produit & procédé

La matrice de transition réduite correspondant à cette situation accompagnée est reproduite dans le Tableau 230 :

Tableau 230 : Matrice de transition réduite d'ordre 2 entre trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés

		Type de comportement technologique en t+1			
		Non Innovation	Innovation de produit	Innovation de procédé	Innovation de produit & procédé
Trajectoire technologique en t	e1	Continuité stricte	Entrée initiale	Entrée initiale	Entrée initiale
	e2	Innovation ponctuelle	Continuité	Rupture	Diversification
	e3	Innovation ponctuelle	Rupture	Continuité	Diversification

e4	Innovation ponctuelle	Recentrage	Recentrage	Continuité
e5	Sortie après innovation ponctuelle	Retour	Innovation ponctuelle avec rupture	Diversification après sortie
e6	Sortie après continuité	Continuité stricte	Continuité après rupture	Diversification après Continuité
e7	Sortie après rupture	Retour après rupture	Rupture persistante	Diversification après rupture
e8	Sortie après diversification	Retour après diversification	Rupture après diversification	Diversification persistante
e9	Sortie après innovation ponctuelle	Rupture après sortie	Retour après sortie	Diversification après sortie
e10	Sortie après rupture	Continuité après rupture	Retour après rupture	Diversification après rupture
e11	Sortie après continuité	Rupture après continuité	Continuité stricte	Diversification après rupture
e12	Sortie après diversification	Recentrage après diversification	Recentrage après diversification	Diversification persistante
e13	Sortie après innovation ponctuelle	Entrée après sortie	Entrée après sortie	Retour
e14	Sortie après recentrage	Continuité après recentrage	Rupture après recentrage	Retour après recentrage
e15	Sortie après recentrage	Rupture après recentrage	Continuité après recentrage	Retour après recentrage
e16	Sortie après continuité	Recentrage après continuité	Recentrage après continuité	Continuité stricte

ANNEXE XXXII : Caractéristiques sectorielles de la persistance des comportements innovants

Tableau 231 : Répartition par secteur en NAFRD des effectifs observés pour l'étude de la persistance des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 par appariement des enquêtes CIS1 et Compétence

NAFRD Intitulé	Effectif (1)	Popu-lation Effectifs dans (2)	Effectifs dans CIS1				Proportions(3) dans CIS1				Proportions(3) dans Compétence			
			[0]	[1]	[2]	[3]	[0]	[1]	[2]	[3]	[0]	[1]	[2]	[3]
14 Autres industries extractives	15	15,74	11	1	1	2	0,78	0,14	0,14	0,98	0,63	0,18	0,19	0,69
17 Industrie textile	35	53,13	18	2	7	8	0,54	0,77	0,16	0,22	0,48	0,17	0,60	0,35
18 Industrie de l'habillement et des fourrures	31	47,11	23	1	5	2	0,86	0,22	0,14	0,31	0,78	0,57	0,13	0,38
19 Industrie du cuir	21	25,13	13	1	2	5	0,79	0,57	0,37	0,13	0,74	0,35	0,87	0,26

	et de la chaussure															
20	Travail du bois et fabrication d'articles en bois	12	16,58	9	2	0	1	0,75	0,18	0	0,78	0,32	0,29	0,78	0,35	
21	Industrie du papier et du carton	34	25,98	18	2	4	10	0,74	0,45	0,14	0,84	0,45	0,16	0,51	0,34	
22	Edition, imprimerie, reproduction	49	74,96	32	3	7	7	0,68	0,52	0,20	0,77	0,58	0,86	0,33	0,84	
23	Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	5	0,56	1	0	0	4	0,24	0	0	0,77	0	0	0,24	0,77	
24	Industrie chimique	50	32,31	14	8	2	26	0,49	0,30	0,45	0,25	0,48	0,12	0,44	0,35	
244	Pharmacie	23	10,16	7	3	1	12	0,29	0,17	0,29	0,42	0,82	0,15	0,29	0,57	
25	Industrie du caoutchouc et des plastiques	44	47,71	15	7	4	18	0,38	0,14	0,17	0,32	0,36	0,15	0,14	0,39	
26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	24	25,51	10	1	4	9	0,46	0,94	0,16	0,29	0,59	0,25	0,13	0,27	
261	Verre	18	15,99	6	1	1	10	0,95	0,77	0,77	0,39	0,62	0,13	0,94	0,24	
27	Métallurgie	35	24,28	12	1	2	20	0,76	0,48	0,28	0,21	0,45	0,13	0,19	0,23	
28	Travail des métaux	100	148,75	52	14	9	25	0,67	0,11	0,18	0,13	0,59	0,14	0,25	0,13	
29	Fabrication de machines et équipements	85	56,75	14	22	8	41	0,33	0,22	0,18	0,27	0,29	0,17	0,15	0,39	
30	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	4	0,43	0	0	0	4	0	0	0	1,00	0,66	0	0	0,40	
31	Fabrication de machines et appareils électriques	41	24,25	10	8	1	22	0,50	0,98	0,45	0,42	0,41	0,48	0,37	0,55	
32	Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication	21	9,89	2	3	0	16	0,22	0,32	0	0,46	0,22	0,65	0,85	0,69	
33	Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horloge	30	33,09	5	9	0	16	0,26	0,32	0	0,42	0,13	0,37	0,53	0,47	

34	Industrie automobile	26	12,62	4	5	2	15	0,40	0,49	0,17	0,39	0,25	0,26	0,49
35	Fabrication d'autres matériels de transport	14	4,97	4	2	1	7	0,64	0,31	0,18	0,14	0,26	0,22	0,18
353	Aéronaut	14	11,65	3	2	1	8	0,44	0,92	0,36	0,19	0,44	0,76	0,36
36	Fabrication de meubles ; industries diverses	35	48,44	19	5	2	9	0,70	0,11	0,48	0,18	0,67	0,12	0,12
	Toutes industries confondues	766	766	302	103	64	297	0,59	0,11	0,11	0,19	0,50	0,13	0,15

Types de comportements innovants : [0] pour non-innovant ; [1] pour produit ; [2] pour procédé ; [3] pour produit & procédé.

(1) L'effectif observé fait référence au nombre d'observations disponibles pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence.

(2) La population désigne l'effectif observé pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence et après redressement par le coefficient de redressement 'inter' normalisé (sous SAS).

(3) Les proportions sont calculées pour chaque secteur après appariement des enquêtes CIS1 et Compétence sur données redressées à l'aide du coefficient de redressement 'inter' normalisé.

La lecture de ce tableau met en évidence la faiblesse de nos effectifs disponibles par secteurs si nous employons la NAFRD. Ces effectifs sont si faibles que toute tentative d'analyse sectorielle semble impossible à ce niveau de désagrégation. Nous proposons d'employer une nomenclature plus agrégée comme la NAF32 (voir tableau 38)

ANNEXE XXXIII : Les caractéristiques des trajectoires technologiques : résultats de l'exploitation des enquêtes Innovation1990, CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence

1. Les trajectoires technologiques entre 1985-90 et 1990-92

a. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et CIS1

Tableau 232 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1985-90 et 1990-92 dans les enquêtes Innovation 1990 et CIS1

	Comportement innovant en 1985-1990	Comportement innovant en 1990-92 dans l'enquête CIS1				Total
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé	
Comportement innovant en 1985-1990	1246,00	1136	73	100	82	1391
Dans l'enquête Innovation	32,46	1246,00	75,12	107,91	78,30	1507,30
		32,46	1,96	2,81	2,04	39,27

1990		82,66	4,98	7,16	5,19	
		53,06	16,04	29,24	12,00	
	Produit	205	132	24	104	465
		225,37	137,64	24,21	93,18	480,39
		5,87	3,59	0,63	2,43	12,52
		46,91	28,65	5,04	19,40	
		9,60	29,38	6,56	14,28	
	Procédé	282	21	87	63	453
		295,84	21,70	94,68	57,92	470,14
		7,71	0,57	2,47	1,51	12,25
		62,93	4,61	20,14	12,32	
		12,60	4,63	25,65	8,88	
	Produit & procédé	558	260	145	565	1528
		580,90	234,00	142,30	423,05	1380,20
		15,13	6,10	3,71	11,02	35,96
		42,09	16,95	10,31	30,65	
		24,74	49,95	38,55	64,84	
		2181	486	356	814	3837
		2348,13	468,45	369,09	652,44	3838,11
		61,18	12,21	9,62	17,00	100

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1ère ligne, l'effectif observé brut ; 2ème ligne, l'effectif observé après redressement ; 3ème ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4ème ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5ème ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement inter normalisé.

Tableau 233 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1985-90 et 1990-92 dans les enquêtes Innovation 1990 et CIS1

		1990-92 CIS1			
		Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1985-90	Non-innovant	0,827	0,050	0,072	0,052
Innovation1990	Produit	0,469	0,287	0,050	0,194
	Procédé	0,629	0,046	0,201	0,123
	Produit & procédé	0,421	0,170	0,103	0,307
	Loi stable	0,741	0,079	0,083	0,092
	Espérance de 1er retour	1,349	12,641	11,989	10,817

Tableau 234 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1985-90 et 1990-92 dans les enquêtes Innovation 1990 et CIS1

Trajectoire technologique en 1985-90 (1)

	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]	Non-Innovation	Tests de comparaison de proportions (3)
Persistance / Sortie	0,53	0,37	0,58		[1][2]**** ; [1][3]* ; [3][2]****
Continuité (produits, procédés)	0,29	0,20			[1][2]***
Rupture	0,05	0,05			[1][2]ns
Diversification	0,19	0,12			[1][2]***
Recentrage			0,27		
Entrée (2)	0,16	0,23	0,06	0,17	
Entrée (4)	0,16	0,29	0,12		[1][2]**** ; [1]=[3]** ; [3][2]****
Turbulence (2)	0,63	0,86	0,48		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1985-90

(3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X] - [Y] = 0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : [X][Y]ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; [X][Y]* lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, [X][Y]** : au seuil de 5%, [X][Y]*** au seuil de 1%, [X][Y]**** : au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1990-92

b. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et Yale2

Tableau 235 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1985-90 et 1990-92 dans les enquêtes Innovation 1990 et Yale2

		Comportement innovant en 1990-92 dans l'enquête Yale2				
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé	Total
Comportement innovant en 1985-1990	Non-innovation	360	42	40	43	485
		429,19	49,30	38,70	45,21	562,39
Dans l'enquête Innovation 1990		24,16	2,78	2,18	2,55	31,66
		76,31	8,77	6,88	8,04	0
		47,33	16,34	25,17	10,92	0
	Produit	74	71	6	55	206
		90,96	73,52	6,36	48,74	219,58
	5,12	4,14	0,36	2,74	12,36	

	41,42	33,48	2,90	22,20	0
	10,03	24,36	4,14	11,78	0
Procédé	110	11	44	38	203
	131,18	10,78	50,09	38,08	230,11
	7,38	0,61	2,82	2,14	12,95
	57,00	4,68	21,77	16,55	0
	14,46	3,57	32,58	9,20	0
Produit & procédé	234	193	57	396	880
	255,54	168,21	58,59	281,87	764,21
	14,39	9,47	3,30	15,87	43,02
	33,44	22,01	7,67	36,88	0
	28,18	55,73	38,11	68,10	0
	778	317	147	532	1774
	906,86	301,81	153,73	413,89	1776,29
	51,05	16,99	8,65	23,30	100

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1ère ligne, l'effectif observé brut ; 2ème ligne, l'effectif observé après redressement ; 3ème ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4ème ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5ème ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement inter normalisé.

Tableau 236 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1985-90 et 1990-92 dans les enquêtes Innovation 1990 et Yale2

		1990-92 Yale2			
		Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1985-90	Non-innovant	0,763	0,088	0,069	0,080
Innovation1990	Produit	0,414	0,335	0,029	0,222
	Procédé	0,570	0,047	0,218	0,166
	Produit & procédé	0,334	0,220	0,077	0,369
	Loi stable	0,636	0,139	0,076	0,150
	Espérance de 1er retour	1,572	7,211	13,203	6,683

Tableau 237 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1985-90 et 1990-92 dans les enquêtes Innovation 1990 et Yale2

		Trajectoire technologique en 1985-90 (1)			Tests de comparaison de proportions (3)
		Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]	
Persistance / Sortie		0,59	0,43	0,67	[1][2]*** ; [1][3]** ; [3][2]****

Continuité (produits, procédés)	0,33	0,22			[1][2]**
Rupture	0,03	0,05			[1][2]ns
Diversification	0,22	0,17			[1][2]ns
Recentrage			0,30		
Entrée (2)	0,22	0,17	0,06	0,24	
Entrée (4)	0,16	0,25	0,11		[1][2]** ; [1][3]** ; [3][2]****
Turbulence (2)	0,64	0,74	0,39		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1985-90

(3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X] - [Y] = 0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : $[X][Y]$ ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; $[X][Y]^*$ lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, $[X][Y]**$: au seuil de 5%, $[X][Y]***$ au seuil de 1%, $[X][Y]****$: au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1990-92

2. Les trajectoires technologiques entre 1990-92 et 1994-96

a. Croisement entre les enquêtes CIS1 et CIS2

Tableau 238 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et CIS2

		Comportement innovant en 1994-96 dans l'enquête CIS2				Total	
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé		
Comportement innovant en 1990-92 dans l'enquête CIS1	Non-innovation	203	27	13	75	318	
		348,47	27,11	10,20	75,11	460,88	
		42,71	3,32	1,25	9,20	56,48	
		75,61	5,88	2,21	16,30	0	
	Produit	73,61	30,04	42,51	32,88	0	
		26	28	2	59	115	
		29,03	32,37	0,85	39,04	101,28	
		3,56	3,97	0,10	4,78	12,41	
		28,67	31,96	0,84	38,54	0	
		6,13	35,87	3,53	17,09	0	
		Procédé	35	7	5	21	68
			45,98	9,56	9,66	25,58	90,78

	5,63	1,17	1,18	3,13	11,12
	50,65	10,53	10,64	28,18	0
	9,71	10,59	40,28	11,20	0
Produit & procédé	55	44	13	203	315
	49,89	21,20	3,28	88,69	163,06
	6,11	2,60	0,40	10,87	19,98
	30,60	13,00	2,01	54,39	0
	10,54	23,50	13,68	38,83	0
	319	106	33	358	816
	473,38	90,23	23,98	228,40	816,00
	58,01	11,06	2,94	27,99	100

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1ère ligne, l'effectif observé brut ; 2ème ligne, l'effectif observé après redressement ; 3ème ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4ème ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5ème ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement internormalisé.

Tableau 239 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et CIS2

		1994-96 CIS2			
		Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1990-92CIS1	Non-innovant	0,756	0,059	0,022	0,163
	Produit	0,287	0,320	0,008	0,385
	Procédé	0,507	0,105	0,106	0,282
	Produit & procédé	0,306	0,130	0,020	0,544
	Loi stable	0,561	0,111	0,022	0,307
	Espérance de 1er retour	1,783	9,045	45,827	3,254

Tableau 240 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes CIS1 et CIS2

	Trajectoire technologique en 1990-92 (1)			Non-Innovation	Tests de comparaison de proportions (3)
	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]		
Persistance / Sortie	0,71	0,49	0,69		[1][2]*** ; [1][3]ns ; [3][2]***
Continuité (produits, procédés)	0,32	0,11			[1][2]***
Rupture	0,01	0,11			[1][2]***
Diversification	0,39	0,28			[1][2]ns

Recentrage			0,15		
Entrée (2)	0,27	0,11	0,46	0,24	
Entrée (4)	0,30	0,43	0,33		[1][2]ns ; [1][3]ns ; [3][2]ns
Turbulence (2)	0,55	0,62	0,77		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1990-92

(3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X]-[Y]=0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : [X][Y]ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; [X][Y]* lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, [X][Y]** : au seuil de 5%, [X][Y]*** au seuil de 1%, [X][Y]**** : au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

b. Croisement entre les enquêtes Yale2 et Compétence

Tableau 241 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes Yale2 et Compétence

		Comportement innovant en 1994-96 dans l'enquête Compétence				Total
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé	
Comportement innovant en 1990-92 dans l'enquête Yale2	Non-innovation	68	25	20	43	156
		137,92	34,51	28,94	43,49	244,86
		25,22	6,31	5,29	7,95	44,78
		56,32	14,09	11,82	17,76	0
	Produit	64,92	38,92	42,20	24,56	0
		13	21	8	58	100
		20,70	25,47	11,60	31,42	89,19
		3,79	4,66	2,12	5,75	16,31
	Procédé	23,21	28,55	13,01	35,23	0
		9,74	28,72	16,92	17,75	0
		18	4	13	19	54
		23,95	3,65	24,18	25,68	77,46
Produit & procédé	4,38	0,67	4,42	4,70	14,17	
	30,92	4,72	31,21	33,15	0	
	11,27	4,12	35,26	14,50	0	
	20	22	11	182	235	
		29,87	25,04	3,86	76,48	135,24
		5,46	4,58	0,71	13,99	24,73

22,09	18,51	2,85	56,55	0
14,06	28,24	5,62	43,19	0
119	72	52	302	545
212,43	88,67	68,58	177,08	546,76
38,85	16,22	12,54	32,39	100

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1ère ligne, l'effectif observé brut ; 2ème ligne, l'effectif observé après redressement ; 3ème ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4ème ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5ème ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement internormalisé.

Tableau 242 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes Yale2 et Compétence

		1994-96 Compétence			
		Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1990-92Yale2	Non-innovant	0,563	0,141	0,118	0,178
	Produit	0,232	0,286	0,130	0,352
	Procédé	0,309	0,047	0,312	0,332
	Produit & procédé	0,221	0,185	0,029	0,566
	Loi stable	0,353	0,171	0,108	0,366
	Espérance de 1er retour	2,835	5,832	9,242	2,734

Tableau 243 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes Yale2 et Compétence

	Trajectoire technologique en 1990-92 (1)			Non-Innovation	Tests de comparaison de proportions (3)
	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]		
Persistance / Sortie	0,77	0,69	0,78		[1][2]ns ; [1][3]ns ; [3][2]ns
Continuité (produits, procédés)	0,29	0,31			[1][2]ns
Rupture	0,13	0,05			[1][2]ns
Diversification	0,35	0,33			[1][2]ns
Recentrage			0,21		
Entrée (2)	0,39	0,37	0,32	0,44	
Entrée (4)	0,39	0,42	0,25		[1][2]ns ; [1][3]** ; [3][2]**
Turbulence (2)	0,62	0,68	0,54		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1990-92
 (3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X]-[Y]=0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : $[X][Y]ns$ lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; $[X][Y]^*$ lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, $[X][Y]^{**}$: au seuil de 5%, $[X][Y]^{***}$ au seuil de 1%, $[X][Y]^{****}$: au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

C. Croisement entre les enquêtes Yale2 et CIS2

Tableau 244 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes Yale2 et CIS2

		Comportement innovant en 1994-96 dans l'enquête CIS2				Total
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé	
Comportement innovant en 1990-92 dans l'enquête Yale2	Non-innovation	109	18	12	54	193
		205,11	21,29	10,20	56,04	292,64
		32,72	3,40	1,63	8,94	46,69
		70,09	7,28	3,49	19,15	0
	Produit	67,08	30,47	34,49	25,30	0
		19	28	2	64	113
		29,52	21,42	0,60	39,19	90,73
		4,71	3,42	0,10	6,25	14,48
	Procédé	32,54	23,61	0,66	43,20	0
		9,66	30,64	2,02	17,69	0
		22	6	5	24	57
		33,23	5,67	10,75	30,06	79,70
	Produit & procédé	5,30	0,90	1,71	4,80	12,72
		41,69	7,12	13,49	37,71	0
		10,87	8,11	36,34	13,57	0
		35	31	13	183	262
		37,93	21,51	8,03	96,22	163,69
		6,05	3,43	1,28	15,35	26,12
		23,17	13,14	4,91	58,78	0
		12,40	30,77	27,15	43,44	0
	185	83	32	325	625	
	305,78	69,89	29,58	221,51	626,76	
	48,79	11,15	4,72	35,34	100	

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1ère ligne, l'effectif observé brut ; 2ème ligne, l'effectif observé après

redressement ; 3ème ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4ème ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5ème ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement inter normalisé.

Tableau 245 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes Yale2 et CIS2

		1994-96 CIS2			
		Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1990-92 Yale2	Non-innovant	0,701	0,073	0,035	0,192
	Produit	0,325	0,236	0,007	0,432
	Procédé	0,417	0,071	0,135	0,377
	Produit & procédé	0,232	0,131	0,049	0,588
	Loi stable	0,472	0,114	0,041	0,376
	Espérance de 1er retour	2,118	8,808	24,238	2,659

Tableau 246 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1990-92 et 1994-96 dans les enquêtes Yale2 et CIS2

	Trajectoire technologique en 1990-92 (1)			Non-Innovation	Tests de comparaison de proportions (3)
	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]		
Persistance / Sortie	0,67	0,58	0,77		[1][2] ns ; [1][3]* ; [3][2]***
Continuité (produits, procédés)	0,24	0,13			[1][2] ns
Rupture	0,01	0,07			[1][2]**
Diversification	0,43	0,38			[1][2] ns
Recentrage			0,18		
Entrée (2)	0,23	0,13	0,34	0,30	
Entrée (4)	0,30	0,34	0,25		[1][2] ns ; [1][3] ns ; [3][2] ns
Turbulence (2)	0,56	0,54	0,57		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1990-92

(3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X] - [Y] = 0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : [X][Y]ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; [X][Y]* lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, [X][Y]** : au seuil de

5%, [X][Y]*** au seuil de 1%, [X][Y]**** : au seuil de 0.1%.

(⁴) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

3. Les trajectoires technologiques entre 1985-90 et 1994-96

a. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et CIS2

Tableau 247 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1985-90 et 1994-96 dans les enquêtes Innovation 1990 et CIS2

		Comportement innovant en 1994-96 dans l'enquête CIS2				Total
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé	
Comportement innovant en 1985-1990 Dans l'enquête Innovation 1990	Non-innovation	581	65	34	158	838
		791,52	72,91	34,52	168,27	1067,20
		28,79	2,65	1,26	6,12	38,82
		74,17	6,83	3,23	15,77	0
		49,83	22,44	36,31	22,72	0
	Produit	125	63	9	125	322
		179,06	59,08	9,61	106,23	353,99
		6,51	2,15	0,35	3,86	12,88
		50,58	16,69	2,72	30,01	0
		11,27	18,18	10,11	14,34	0
	Procédé	153	29	17	83	282
		185,46	29,25	13,12	75,71	303,53
		6,75	1,06	0,48	2,75	11,04
		61,10	9,64	4,32	24,94	0
		11,68	9,00	13,80	10,22	0
	Produit & procédé	380	204	49	674	1307
		432,28	163,67	37,81	390,51	1024,30
		15,73	5,95	1,38	14,21	37,26
		42,20	15,98	3,69	38,13	0
		27,22	50,37	39,77	52,72	0
	1239	361	109	1040	2749	
	1588,32	324,91	95,05	740,72	2749,00	
	57,78	11,82	3,46	26,95	100	

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1ère ligne, l'effectif observé brut ; 2ème ligne, l'effectif observé après redressement ; 3ème ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4ème ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5ème ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement inter normalisé.

Tableau 248 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1985-90 et 1994-96 dans les enquêtes Innovation 1990 et CIS2

		1994-96 CIS2			
		Non-innovant	Produit	Procédé	Produit & procédé
1985-90	Non-innovant	0,742	0,068	0,032	0,158
Innovation 1990	Produit	0,506	0,167	0,027	0,300
	Procédé	0,611	0,096	0,043	0,249
	Produit & procédé	0,422	0,160	0,037	0,381
	Loi stable	0,642	0,100	0,033	0,225
	Espérance de 1er retour	1,558	10,032	30,130	4,438

Tableau 249 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1985-90 et 1994-96 dans les enquêtes Innovation 1990 et CIS2

	Trajectoire technologique en 1985-90 (1)			Non-Innovation	Tests de comparaison de proportions (3)
	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]		
Persistance / Sortie	0,49	0,39	0,58		[1][2]** ; [1][3]** ; [3][2]****
Continuité (produits, procédés)	0,17	0,04			[1][2]****
Rupture	0,03	0,10			[1][2]****
Diversification	0,30	0,25			[1][2] ns
Recentrage			0,20		
Entrée (2)	0,21	0,11	0,16	0,26	
Entrée (4)	0,22	0,36	0,23		[1][2]*** ; [1][3] ns ; [3][2]***
Turbulence (2)	0,71	0,72	0,59		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1985-90

(3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X] - [Y] = 0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : [X][Y]ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; [X][Y]* lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, [X][Y]** : au seuil de 5%, [X][Y]*** au seuil de 1%, [X][Y]**** : au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

b. Croisement entre les enquêtes Innovation 1990 et Compétence

Tableau 250 : Tableau croisé retraçant l'évolution des comportements innovants entre 1985-90 et 1994-96 dans les enquêtes Innovation 1990 et Compétence

		Comportement innovant en 1994-96 dans l'enquête Compétence				Total
		Non-innovation	Produit	Procédé	Produit & procédé	
Comportement innovant en 1985-1990	Non-innovation	491	73	80	128	772
		671,19	86,88	93,99	126,88	978,94
		27,10	3,51	3,79	5,12	39,52
		68,56	8,88	9,60	12,96	0
		53,44	24,11	34,95	21,44	0
	Produit	85	74	22	99	280
		122,29	82,63	26,77	75,87	307,55
		4,94	3,34	1,08	3,06	12,42
		39,76	26,87	8,71	24,67	0
		9,74	22,93	9,96	12,82	0
	Procédé	105	29	51	67	252
		126,73	30,24	63,96	46,89	267,82
		5,12	1,22	2,58	1,89	10,81
		47,32	11,29	23,88	17,51	0
		10,09	8,39	23,79	7,92	0
	Produit & procédé	283	196	87	607	1173
		335,75	160,56	84,18	342,21	922,69
		13,55	6,48	3,40	13,82	37,25
		36,39	17,40	9,12	37,09	0
		26,73	44,56	31,30	57,82	0
		964	372	240	901	2477
		1255,95	360,31	268,90	591,84	2477,00
		50,70	14,55	10,86	23,89	100

Chaque cellule est divisée en 5 lignes sur lesquelles figurent: 1^{ère} ligne, l'effectif observé brut ; 2^{ème} ligne, l'effectif observé après redressement ; 3^{ème} ligne, le pourcentage dans le total après redressement ; 4^{ème} ligne, le pourcentage ligne après redressement ; 5^{ème} ligne, le pourcentage colonne après redressement.

NB. : le redressement a été réalisé à l'aide d'un coefficient de redressement internormalisé.

Tableau 251 : Matrice de transition des comportements innovants entre 1985-90 et 1994-96 dans les enquêtes Innovation 1990 et Compétence

1994-96 CIS2
Non-innovant Produit Procédé Produit & procédé

1985-90	Non-innovant	0,686	0,089	0,096	0,130
Innovation1990	Produit	0,398	0,269	0,087	0,247
	Procédé	0,473	0,113	0,239	0,175
	Produit & procédé	0,364	0,174	0,091	0,371
	Loi stable	0,561	0,132	0,110	0,198
	Espérance de 1er retour	1,782	7,569	9,126	5,053

Tableau 252 : Caractéristiques empiriques des trajectoires technologiques de produits, de procédés et de produits & procédés entre 1985-90 et 1994-96 dans les enquêtes Innovation 1990 et Compétence

	Trajectoire technologique en 1985-90 (1)				Tests de comparaison de proportions (3)
	Produit [1]	Procédé [2]	Produit & procédé [3]	Non-Innovation	
Persistance / Sortie	0,60	0,53	0,64		[1][2]* ; [1][3]ns ; [3][2]***
Continuité (produits, procédés)	0,27	0,24			[1][2]ns
Rupture	0,09	0,11			[1][2]ns
Diversification	0,25	0,18			[1][2]*
Recentrage			0,27		
Entrée (2)	0,28	0,35	0,14	0,31	
Entrée (4)	0,24	0,35	0,21		[1][2]*** ; [1][3] ; [3][2]****
Turbulence (2)	0,68	0,82	0,50		

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période 1990-92.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée en 1985-90

(3) : Nous avons effectué des tests de comparaison de proportions pour lesquels l'hypothèse nulle était $H_0 : [X] - [Y] = 0$. Les résultats du test bilatéral sont présentés sous la forme : [X][Y]ns lorsque H_0 ne peut pas être rejetée ; [X][Y]* lorsque H_0 est rejetée au seuil de 10%, [X][Y]** : au seuil de 5%, [X][Y]*** au seuil de 1%, [X][Y]**** : au seuil de 0.1%.

(4) en proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en 1994-96

4. Synthèse des caractéristiques économiques des trajectoires technologiques selon différents appariements d'enquêtes

Tableau 253 : 3. Synthèse des caractéristiques économiques des trajectoires technologiques selon différents appariements d'enquêtes

Enquête utilisée en t	CIS1	INNOVATION 1990	INNOVATION 1990	CIS1
	COMPETENCES	CIS1	Yale2	CIS2

Enquête utilisée en t+1												
Type de trajectoire technologique(1)	Produit	Procédé	Produit & procédé									
	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]
Persistance / Sortie	0,72	0,65	0,82	0,53	0,37	0,58	0,59	0,43	0,67	0,71	0,49	0,69
Continuité (produits, procédés)	0,34	0,37		0,29	0,20		0,33	0,22		0,32	0,11	
Rupture	0,06	0,05		0,05	0,05		0,03	0,05		0,01	0,11	
Diversification	0,33	0,22		0,19	0,12		0,22	0,17		0,39	0,28	
Recentrage			0,36			0,27			0,30			0,15
Entrée (2)	0,47	0,68	0,38	0,16	0,23	0,06	0,22	0,17	0,06	0,27	0,11	0,46
Entrée (4)	0,39	0,48	0,33	0,16	0,29	0,12	0,16	0,25	0,11	0,30	0,43	0,33
Turbulence (2)	0,75	1,04	0,55	0,63	0,86	0,48	0,64	0,74	0,39	0,55	0,62	0,77

Enquête utilisée en t **INNOVATION 1990** **INNOVATION 1990**
 Enquête utilisée en t+1 **CIS2** **Compétence**

Enquête utilisée en t+1												
Type de trajectoire technologique(1)	Produit	Procédé	Produit & procédé									
	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]
Persistance / Sortie	0,49	0,39	0,58	0,60	0,53	0,64						
Continuité (produits, procédés)	0,17	0,04		0,27	0,24							
Rupture	0,03	0,10		0,09	0,11							
Diversification	0,30	0,25		0,25	0,18							
Recentrage			0,20			0,27						
Entrée (2)	0,21	0,11	0,16	0,28	0,35	0,14						
Entrée (4)	0,22	0,36	0,23	0,24	0,35	0,21						
Turbulence (2)	0,71	0,72	0,59	0,68	0,82	0,50						

(1) La trajectoire technologique d'une firme est définie en fonction du type de comportement innovant qu'elle a adopté sur la période correspondant à l'enquête figurant sur la ligne 'Enquête t'.

(2) En proportion de la population initialement engagée dans la trajectoire considérée

(4) En proportion du nombre de firmes persistantes dans la trajectoire considérée

(5) En proportion du nombre de firmes engagées sur la trajectoire en t+1

ANNEXE XXXIV : Les compétences pour innover mobilisées par les firmes présentes à la fois dans l'enquête CIS1 et Compétence : Résultats d'une ACP

Dix variables décrites dans le tableau 30 et mesurées sur la période 1990-92 ont été utilisées pour identifier sur la période 1990-92 les compétences mobilisées pour innover par les firmes conjointement sondées dans les enquêtes CIS1 et Compétence. Etant donnée l'existence d'une certaine multicollinéarité entre ces variables comme l'indique le tableau 254 nous avons jugé utile d'en proposer une analyse en composantes principales dont les résultats sont détaillés dans le tableau 255 et le tableau 256. Une synthèse est proposée dans le tableau 53.

Tableau 254 : Matrice de corrélation entre les différentes compétences mobilisées en 1990-92 par les firmes sondées conjointement dans les enquêtes CIS1 et Compétence

Nombre d'observations : 458		FSRe	FSRm	USR	COMP	SCI	COOP	RD	QUAL	cad_ouv	het_hom
Fournisseurs d'équipements	FSRe	1,00	0,55	0,10	0,21	-0,02	0,31	-0,06	0,25	0,04	0,01
Fournisseurs de matériaux et composants	FSRm	0,55	1,00	0,35	0,35	0,05	0,29	0,08	0,24	-0,10	0,10
Utilisateurs	USR	0,10	0,35	1,00	0,54	0,16	0,26	0,30	0,26	0,07	0,01
Concurrents	COMP	0,21	0,35	0,54	1,00	0,14	0,22	0,19	0,19	0,10	-0,02
Institutions scientifiques	SCI	-0,02	0,05	0,16	0,14	1,00	0,20	0,16	0,08	0,24	0,03
Coopérations	COOP	0,31	0,29	0,26	0,22	0,20	1,00	0,10	0,15	0,20	-0,02
Recherche et développement	RD	-0,06	0,08	0,30	0,19	0,16	0,10	1,00	0,12	0,21	-0,04
Recrutement d'employés qualifiés	QUAL	0,25	0,24	0,26	0,19	0,08	0,15	0,12	1,00	0,09	0,05
Proportion de cadre moins proportion d'ouvriers	cad_ouv	0,04	-0,10	0,07	0,10	0,24	0,20	0,21	0,09	1,00	-0,05
Développement de l'hétérogénéité des comportements innovants plutôt que de l'homogénéité des connaissances	het_hom	0,01	0,10	0,01	-0,02	0,03	-0,02	-0,04	0,05	-0,05	1,00

Les coefficients sont ceux Pearson. Les données ont été redressées par un coefficient de redressement inter normalisé.

Seule les firmes innovantes en 1990-92 dans l'enquête CIS1 ont été utilisées pour réaliser cette matrice de corrélations.

Source : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI

Tableau 255 : Répartition de l'inertie issue d'une ACP réalisée à partir des compétences mobilisées en 1990-92 par les firmes sondées conjointement dans les enquêtes CIS1 et Compétence

Composante principale	Valeur propre	Proportion de l'inertie
1	2,592	0,25
2	1,484	0,14
3	1,116	0,11
4	1,023	0,10

5	0,873	0,08
6	0,763	0,07
7	0,713	0,07
8	0,655	0,06
9	0,429	0,04
10	0,347	1

Résultats d'une ACP sur données redressées par un coefficient de redressement inter normalisé.

Seule les firmes innovantes en 1990-92 dans l'enquête CIS1 ont été utilisées pour réaliser cette matrice de corrélations.

Source : Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI

Tableau 256 : Coordonnées, contribution et Cos² des variables sur les axes factoriels issus d'une ACP réalisée à partir des compétences mobilisées en 1990-92 par les firmes sondées conjointement dans les enquêtes CIS1 et Compétence

	Axe1		Axe2		Axe3		Axe4		Axe5					
	Co	Cos ² 1	Coor. 2	Contr.	Cos ² 2	Coor. 3	Contr.	Cos ² 3	Coor. 4	Contr.	Cos ² 4	Coor. 5	Contr.	Cos ² 5
FSRe	0,5107	0,302	-0,537	0,194	0,288	0,394	0,139	0,155	-0,120	0,014	0,009	0,007	0,006	
FSRm	0,6882	0,471	-0,482	0,157	0,232	-0,027	0,001	0,001	0,005	0,001	-0,126	0,018	0,016	
USR	0,6988	0,488	0,173	0,020	0,030	-0,459	0,211	-0,030	0,001	-0,002	0,010	0,008		
COMP	0,6829	0,465	0,073	0,004	0,005	-0,352	0,124	-0,120	0,014	0,015	-0,208	0,049	0,043	
SCI	0,3058	0,099	0,495	0,165	0,245	0,281	0,071	0,079	0,300	0,102	-0,312	0,120	0,105	
COOP	0,5128	0,333	0,032	0,001	0,001	0,462	0,183	0,204	-0,070	0,005	0,005	-0,248	0,061	
RD	0,3650	0,130	0,541	0,197	0,292	-0,290	0,077	0,086	-0,016	0,000	0,000	0,206	0,054	
QUAL	0,4995	0,247	-0,090	0,005	0,008	0,009	0,000	0,000	0,106	0,016	0,016	0,785	0,540	
cad_ouv	0,2062	0,056	0,586	0,231	0,344	0,500	0,224	0,250	0,005	0,000	0,000	0,205	0,053	
het_hom	0,0061	0,001	-0,196	0,026	0,038	-0,080	0,007	0,008	0,982	0,849	0,870	-0,024	0,001	
	Axe6		Axe7		Axe8		Axe9		Axe10					
	Co	Cos ² 6	Coor. 7	Contr.	Cos ² 7	Coor. 8	Contr.	Cos ² 8	Coor. 9	Contr.	Cos ² 9	Coor. 10	Contr.	Cos ² 10
FSRe	0,1025	0,019	0,085	0,010	0,007	0,270	0,111	0,073	0,075	0,013	0,006	0,358	0,369	0,128
FSRm	0,1047	0,013	0,215	0,065	0,046	0,186	0,053	0,035	-0,223	0,116	0,050	-0,369	0,392	0,136
USR	-0,0089	0,007	-0,153	0,033	0,023	-0,154	0,036	0,024	-0,389	0,351	0,151	0,238	0,163	0,057
COMP	-0,0098	0,010	-0,373	0,195	0,139	0,209	0,063	0,041	0,390	0,355	0,153	-0,076	0,017	0,006
SCI	-0,2064	0,217	0,343	0,165	0,118	0,183	0,051	0,033	0,016	0,001	0,000	0,044	0,006	0,002
COOP	0,1064	0,018	-0,025	0,001	0,001	-0,602	0,553	0,362	0,112	0,029	0,012	-0,048	0,007	0,002
RD	0,4299	0,228	0,442	0,274	0,195	0,017	0,000	0,000	0,142	0,047	0,020	0,029	0,002	0,001
QUAL	-0,3300	0,152	0,027	0,001	0,001	-0,160	0,039	0,026	0,070	0,012	0,005	-0,070	0,014	0,005
cad_ouv	0,2062	0,048	-0,398	0,222	0,158	0,246	0,092	0,060	-0,173	0,070	0,030	-0,093	0,025	0,009
het_hom	0,2067	0,051	-0,158	0,035	0,025	-0,039	0,002	0,002	0,050	0,006	0,003	0,047	0,006	0,002

Résultats d'une ACP sur données

redressées par un coefficient de redressement inter normalisé.
Coor. :
Coordonnées ;
Contr. :
Contribution ;
Cos² : Cosinus carré.
Seule les firmes innovantes en 1990-92 dans l'enquête CIS1 ont été utilisées pour réaliser cette matrice de corrélations.
Source :
Appariement des enquêtes CIS1 et Compétence du SESSI

note1. Pour une tentative de test empirique sur ce sujet voir Lee et Stone [1994].

note2. Le cas typique est celui où une firme innove en procédés afin de réduire ses prix alors que la qualité du bien qu'elle produit est indiscernable avant achat. Le consommateur peut interpréter une baisse de prix comme le signal d'une qualité moindre alors qu'il est uniquement lié à une innovation de procédés.

note3. 'Community Innovation Survey'

note4. Les enquêtes Innovation 1990, CIS1, Yale2, CIS2 et Compétence.

note5. On notera que la mesure en termes d'intrant est parfaitement adaptée à cette approche puisqu'elle permet effectivement de mesurer la valorisation économique de ce type de comportement innovant par la firme tandis que la mesure en termes d'extrant évalue plutôt un résultat technique qui n'est pas forcément représentatif de sa valeur économique aux yeux de la firme.

note6. Même si ces anticipations ont été mesurées et exploitées économétriquement au niveau micro-économiques, d'une part elles portent sur l'évolution d'une variable sectorielle, d'autre part, elles nous renseignent sur des éléments souvent partagés par l'ensemble des firmes d'un secteur (le moral du secteur). A ce titre nous avons jugé opportun de les présenter à ce stade de la discussion.

note7. Sur sujet, mais de manière plus générale, Zimmermann [1989] (confirmé par les résultats de Pohlmeier [1992]) note que quel que soit le type d'innovations considéré, la demande anticipée domestique exerce des effets plus importants que la demande anticipée extérieure.

note8. Utterback et Abernathy ne parlent pas de procédé au sens strict mais du processus de production en le définissant comme 'un système d'équipements, de procédés, de force de travail, de spécifications de tâches, d'inputs matériels, de flux de travail et d'information, etc., ...' .

. Source : Le Bas [1995], p.29, à partir de Utterback et Abernathy [1978] et Rothwell et Zegveld [1975].

note9. En effet, dans leur travail empirique, les auteurs n'affectent pas les firmes à une phase du cycle de vie en fonction de critères temporels mais selon une typologie construite sur deux critères : « *les facteurs stimulant l'innovation* » et « *les informations utilisées pour innover* ». Ainsi ce que cherchent à représenter les auteurs n'est pas vraiment un axe temporel mais plutôt « *une partition qui représentera des différences dans la nature des incertitudes et de l'environnement concurrentiel auxquels la firme est confrontée* », (Extrait de Utterback et Abernathy [1975], p.648 en note).

. Source : Extrait de Utterback et Abernathy [1975], p.645

note10. Des version élargies de ce modèle de base permettent même d'expliquer la localisation internationale (Vernon [1966]), et régionale (Brouwer, Budil-Nadvornikova et Kleinknecht [1999]) des comportements innovants de produits et de procédés : en phase initiale du cycle de vie les innovations de produits se développeraient dans les pays développés / les zones urbaines à proximité des marchés afin de réduire les incertitudes et de bénéficier de nombreuses externalités technologiques et services externes (Mackun et MacPherson [1997]) tandis qu'au fure et à mesure de l'évolution du cycle de vie du produit avec l'intensification de la concurrence par les prix et la standardisation des produits, les unités de productions se localiseraient dans des pays / zones géographiques plus éloignées de la demande mais où les coûts sont moins élevés et dans lesquelles seraient mises en oeuvre les innovations de procédés.

note11. Goût pour la variété prononcé, marché étendu, croissance courante et anticipé de la demande positive.

note12. C4 : Somme des parts de marché des 4 plus grandes firmes d'un secteur. Plus généralement C_i désignera la somme des parts de marché des i plus grandes firmes d'un secteur.

note13. Il utilise une enquête portant sur l'industrie sidérurgique allemandes en 1979.

note14. L'auteur mesure la concentration au niveau des firmes en leur demandant de calculer combien de concurrents elles ont. Plus le nombre de concurrent augmente plus la concentration baisse.

note15. L'innovation de produit se mesure comme la part des produits innovant de moins de 5 ans d'âge dans le chiffre d'affaires des firmes. Selon que les firmes pensent que le niveau de leurs innovations technologiques est supérieur ou inférieur à leurs concurrents alors elles sont classées comme innovantes ou non innovantes en procédés.

note16. Il utilise un classement de 15112 brevets accordés aux Etats-Unis à des firmes américaines entre juin 1976 et mars 1979. Il s'intéresse aux totaux par firme. Croisement avec d'autres sources de données COMPUSTAT et the census bureau of manufacturing.

note17. Les innovations de produits et de procédés y sont identifiées par des réponses binaires à des questions du type « innovez-vous en produit ? : 0/1 » « Innovez-vous en procédé 0/1 ? ».

note18. La concentration est mesurée par trois variables muettes qui représentent le nombre de firmes présentes dans le secteur : 5 concurrents ou moins ; 6 à 20 ; plus de 20.

note19. La concentration est mesurée par C3.

note20. Les auteurs mesurent la concentration de manière indirecte par le profit moyen réalisé dans le secteur.

note21. En utilisant des données collectées par l'IFO en 1981-82 sur des firmes allemandes. Les innovations de produits et de procédés y sont identifiées par des réponses binaires à des questions du type « innovez-vous en produit ? : 0/1 » « Innovez-vous en procédé 0/1 ? ».

note22. En utilisant des données collectées par l'IFO en 1984-88 sur des firmes allemandes. Les innovations de produits et de procédés y sont identifiées par des réponses binaires à des questions du type « innovez-vous en

produit ? : 0/1 » « Innovez-vous en procédé 0/1 ? ».

note23. Une troisième piste de recherche suggérée par Lunn [1986], p.321 a par la suite été négligée. Elle consistait à s'interroger sur l'effet potentiel de la taille sur les conditions de développement des innovations de produits et de procédés à travers son effet sur les capacités d'autofinancement des firmes.

note24. Voir aussi Cohen et Klepper [1996]a pour des développements s'inscrivant dans le même type de perspective.

note25. Les auteurs étudient l'effet de la taille mesurée 1- par le volume de production et 2- par la part de marché. Dans les deux cas ils observent un effet plus favorable pour les innovations de produits que de procédés.

note26. Chez Lunn [1987] la variable endogène est le nombre de dépôts de brevets de procédés.

note27. Selon que l'on mesure la taille absolue ou relative (en général par la part de marché) et selon que l'on considère des lignes de produits ou des firmes dans leur totalité.

note28. Sans prise en compte du comportement innovant passé des firmes, la taille tend à agir plus en faveur des innovations de procédés que de produits. Après intégration de l'histoire innovante des firmes la relation est inversée.

note29. Les conditions d'appropriation se définissent alors comme : 'those properties of technological knowledge and technical artefacts, of markets, and of the legal environment that permit innovation and protect them, to varying degrees, as rent-yielding assets against competitors' imitation', (Dosi [1988], p.1139). De manière plus précise, Klevorick, Levin, Nelson et Winter [1995], indiquent que l'appropriabilité fait référence 'to the fraction of the returns produced by R&D that the firm making the investment can reap for itself. It is the ratio of the private to the social returns at the margin.', p.188.

note30. Voir aussi Mansfield, Schwartz et Wagner [1981] (sur les innovations de produits) et pour plus de détails sur les différences d'appropriation entre produits et procédés voir Mansfield, Rappoport, Romeo, Villani et Husic [1978]. De manière plus générale pour un survey sur les études sur l'appropriabilité voir Geroski [1995] et Le Bas [1999].

note31. Levin, Klevorick, Nelson et Winter [1987] envisagent comme moyen d'apprentissage les sources de connaissances technologiques suivantes : 'licensing technology', 'patent disclosure', 'publications or technical meeting', 'conversations with employees of innovating firms', 'hiring employees from innovating firms', 'reverse engineering of product', 'independent R&D'. Ils soulignent comme Pavitt [1984] l'importance primordiale de la R et D interne.

note32. Cette remarque s'oppose à l'hypothèse de Cohen et Klepper [1996], qui leur permet de rendre compte de l'évolution du ration produit/procédé en fonction de la taille des firmes.

note33. i.e. : 'The period an imitator requires to bring an imitative product to market or to bring an imitative process to commercial usefulness when he has full and free access to any germane trade secrets or patented knowledge in the possession of innovator' Von Hippel [1982], p.108. En général cependant on ne parle pas du temps de réponse mais du '**lead-time**' i.e. : 'the period starting when an innovator introduces a new product to the market and ending when the first 'me-too' product is introduced by a competitor. ... An innovator may seek to prolong his lead-time beyond the period afforded by the response time by denying would-be imitators access to relevant know-how or patents and/or by various means such as adopting pricing strategies designed to forestall imitation.', Von Hippel [1982], p.108, note de bas de page.

note34. Pour Teece, l'unité élémentaire pour l'étude des actifs complémentaires est la firme. L'innovation s'y définit comme '*a certain technical knowledge about how to do things better than existing state of the art.*'. On

suppose alors que ce savoir est partiellement tacite et codifiable sachant que dans presque tous les cas *'the successful commercialization of an innovation requires that the know how in question be utilized with other capabilities or assets.'*, Teece [1986], p.288. Les "autres compétences ou actifs" dont il est question sont donc des actifs complémentaires qui vont permettre à la firme de s'approprier les retombées économiques de son innovation.

note35. Voir annexe 1 pour différentes propositions de définitions.

note36. Il s'agit principalement de l'enquête Yale exploitée par Levin et al. [1987] et l'enquête de Townsend, Henwood, Pavitt et Wyatt [1981] exploitée par Pavitt [1984]. Voir annexe II.

note37. introduction générale.

note38. Lorsqu'un goulot d'étranglement est surmonté cela génère de nouveaux problèmes techniques qui doivent être résolus si l'on veut pleinement tirer parti de l'innovation initiale (séquence goulot d'étranglement / découverte, 'bottleneck / breakthrough').

note39. A notre connaissance le travail de Levin et Reiss [1988] constitue la principale tentative empirique de comparaison des niveaux d'externalités intra et inter-industrielles en matières d'innovations de produits et de procédés. Ils n'obtiennent cependant pas de résultats empiriques probants.

note40. Nous ne développerons pas le débat sur le biais du progrès technologique.

note41. Même si aucune opposition tranchée n'émerge véritablement de ces travaux, il semble néanmoins se profiler une certaine opposition entre des stratégies de forts salaires / fortes qualifications (*via* l'emploi de personnel de R et D) en vue d'une concurrence par la qualité essentiellement fondée sur l'innovation de produit et des stratégies de faibles salaires / faibles qualifications en vue d'une concurrence par les coûts reposant sur l'innovation de procédé (Anderson et Holmes [1995]).

note42. Au regard des études empirique ce phénomène est très fréquent comme l'indiquent les travaux de Kraft [1990], Martinez-Ros et Labeaga [1998], Flaig et Stadler [1998]. Les enquêtes innovations françaises font quant à elles état d'un nombre important d'entreprises qui innovent à la fois en produits et en procédés aussi bien en]1985-1990] (60%) qu'en [1990-1992] (40%).

note43. La flexibilité dont il est question ici mesure l'aisance avec laquelle une firme peut exploiter les opportunités d'innovations de produits et de procédés qui se présentent aléatoirement à elle. La flexibilité sera d'autant plus forte que les coûts d'adoption des innovations sont faibles. Pour un survol beaucoup plus général nous renvoyons à Cohendet et Llerena [1989].

note44. L'analyse des complémentarités est menée sur la base de la méthodologie développée par Milgrom et Roberts [1990] dans le cadre de leur travaux sur l'impact des nouvelles technologies de l'information sur l'organisation de l'information et de la production dans les firmes.

note45. Selon la terminologie de Cohendet et Llerena [1989] nous pourrions définir fcomme une 'flexibilité interne' ou 'organisationnelle' dans la mesure où elle 'qualifie le degré de contrôle de la firme sur ses structures productives' p.11.

note46. " Une fonction est supermodulaire par rapport à ses arguments si, pour chaque paire de variables, l'accroissement de l'une des deux variables accroît le rendement qu'il y a à augmenter l'autre variable. De telles paires de variables sont dites complémentaires " , Athey et Schmutzler [1995], pp.562.

note47. Ceci signifie que l'effet direct des variables exogènes déterminées en première période (i.e. f et r) sur les variables endogènes déterminées en seconde période (ad, at, Q) est renforcé par l'effet indirect et positif des variables entre elles (c'est à dire par l'effet qu'exercent ad, at et Q entre elles).

note48. Se pose en effet la question de l'endogénéité des structures de marchés.

note49. Il serait envisageable d'observer une relation négative entre la taille des firmes sur une ligne de produit spécifique et l'innovation de produit dans cette ligne de produit alors qu'au niveau de la firme dans son ensemble la taille agit en faveur de l'innovation de produit.

note50. Le travail de Gruber [1994] est à placer à part. Bien que s'inscrivant dans une perspective allocative, il aborde explicitement le problème de l'apprentissage par la pratique (lequel peut être assimilé à des innovations incrémentales de procédés).

note51. Les termes '*mécanisme*' et '*processus*' ne sont pas neutres : '*le mécanisme est l'ensemble des règles de fonctionnement d'un système tel qu'on peut le décrire [à un niveau d'analyse donné], qui n'est pas nécessairement celui de son fonctionnement matériel. Un processus est la suite des événements et des états engendrés par un mécanisme pour un type d'entrée donné*', Richard [1990], p.26

note52. Cela signifie que l'entreprise ne connaît pas exactement les conséquences de ses actes. Cependant, elle est capable de probabiliser l'espace des résultats possibles grâce à une distribution de *probabilité objective* établie par l'expérience. Si elle n'a pas l'expérience elle peut construire une distribution de *probabilité subjective* fondée sur une logique de pari, dans laquelle le décideur selon son jugement pondère les événements futurs.

note53. La plupart du temps la firme est incapable de définir l'ensemble des situations futures qu'elle est susceptible de rencontrer, elle évolue donc en situation d'information **incomplète**, en *incertitude*. Dans cette situation la firme ne peut plus dégager de distributions de probabilité, tout au plus peut-elle se fier à son '*bon jugement*' ce qui rend impossible la détermination d'une solution optimale.

note54. Dans cette perspective l'agent est supposé ignorer certaines informations. Il cherche néanmoins à maximiser son profit en procédant à une recherche d'informations ('*search*' pour Stiegler [1961]). Il la pousse jusqu'à ce que la recette marginale anticipée apportée par cette information égalise le coût marginal de sa recherche. Cependant, un tel processus suppose d'une part que l'information est connue avant son obtention afin d'en évaluer l'impact. D'autre part, on suppose implicitement que cette information existe et que l'agent est capable de la traiter.

note55. '*une*' solution, et non '*la*' solution. En effet, d'autres solutions auraient pu être découvertes si le problème avait été différemment posé ou si le déroulement du processus de résolution de problème avait été différent. On met alors en évidence l'importance des phénomènes aléatoires.

note56. Sur la base d'une analyse empirique Leiponen [1997] montre que par contraste avec les innovations de procédés l'innovation de produit, pour être profitable, doit mobiliser des compétences humaines plus diversifiées (pas forcément plus qualifiées) à l'origine d'interactions internes aux firmes et avec leur environnement.

note57. Suivant en cela Malerba et Orsenigo [1993], l'aptitude globale d'une firme ('*capability*') pour la résolution de certaines catégories de problèmes peut être considérée comme

'the set of specific competences (technological, inventive, design, ...) and complementary assets of a firm'

p.51 qui sont mobilisées au cours du processus résolutoire. Pour ces auteurs les compétences d'une firme

'define therefore what a firm can do, shape the company's organizational structure and constrain the available menu of possible choices',

p.51.

note58. En matière d'innovation de produit on parle souvent du problème critique posé par '*l'intégration fonctionnelle*' (Maidique et Zirger [1984]) et plus spécifiquement par '*l'interface marketing-R et D*' ou par le développement de '*cross functional teams*' en parallèle à des stratégies de '*concurrent engineering*' (Takeuchi et Nonaka [1986]). Ces méthodes visent explicitement à optimiser l'intégration de compétences hétérogènes dans le but d'assurer un développement aussi réussi et rapide que possible. Pour un suvey voir Hart [1995], Biemans [1995], Nonaka [1995].

note59. '*the group as a whole must have some level of relevant background knowledge, and when knowledge structure are highly differentiated, the requisite level of background knowledge may be rather high.*', Cohen et Levinthal [1990], p.132.

note60. Hormis la typologies de Lundvall et Johnson employée ici un certain nombre de typologies apparentées existent entre lesquelles une tentative de synthèse a récemment été proposé par Cohendet et Llerena [1999], p.219-220.

note61. Ces moyens de communication sont avant tout institutionnels et fondés sur le développement de la confiance, de la répétition de l'interaction, du développement de codes de communications communs, ... (Lundvall [1992]).

note62. Trouver les agents capables d'assurer cette coopération constitue un véritable challenge ainsi que le soulignent non seulement les travaux en économie (Cohen et Levinthal [1990]), en management (Bruce et Biemans [1995]; Takeuchi et Nonaka [1986] ; Nonaka [1995]) mais aussi les études de cas (Utterback [1994] ; Clark et Wheelwright [1993]).

note63. Nous appelons temps économique le temps tel qu'il est mesuré par la production cumulée, l'investissement cumulé. Ce n'est pas un temps naturel (ou biologique).

note64. Un attribut se définit comme une propriété c'est à dire comme un qualificatif.

note65. L'adjectif tacite fait ici référence '*aux éléments de la connaissance, de la vision des choses et bien d'autres encore que les individus détiennent. Ils sont mal définis, non codifiés, non publiés, ils diffèrent de personne à personne. De plus, les individus ne peuvent pas les exprimer entièrement. Pourtant, ces éléments peuvent faire l'objet d'un partage important entre collaborateurs et collègues qui ont une même expérience*'. (Dosi [1988], p.1126)

note66. Dans l'enquête SESSI, 1985-1990 ce type d'innovation est relativement rare. Nous pouvons donc supposer que le recours aux sciences sociales dans le cadre de la résolution des problèmes portant sur les moyens demeure limité. Plus récemment l'apparition du 'reengineering' et les problèmes humains qu'il a soulevés et rencontrés dans son application illustre bien les limites de toute rationalisation scientifique des moyens de production. Nous devons aussi noter que les innovations organisationnelles apportent souvent des ruptures qualitatives importantes dans le système économique : le taylorisme, le fordisme, la production flexible. Ces changements organisationnels ne se sont cependant pas développés seul. La taylorisme et le fordisme ont été précédés / se sont accompagnés d'une évolution des techniques matérielles de production (standardisation des procédés, sources d'énergies décentralisées, informatique) mais aussi des produits offerts (standards en masse / spécifiques). La distinction que nous établissons est donc très réductrice et ne vaut que dans le court terme.

note67. Von Hippel [1982] a propose des procédures spécifiques pour aider les producteurs à mieux identifier les besoins révélés ou non des utilisateurs. Voir aussi sur les problème de mise à jour des besoins des utilisateurs potentiels Holt [1987].

note68. On retrouve ici l'opposition science push versus technology push. Les savoir-faire développés sur un procédé vont être réexploitables dans d'autres contextes et surtout en vue d'autres innovations s'il existe une continuité technologique dans cette évolution. C'est à dire si les apprentissages sont cumulatifs.

note69. La base de connaissance se définit comme 'l'ensemble des inputs informationnels, des connaissances et des capacités sur lesquelles les inventeurs se fondent quand ils cherchent une solution innovantes.' (Dosi [1988], p.1126.

note70. Pour un survol de la littérature sur 'l'économie du changement technologique localisé' voir Antonelli [1995].

note71. '*Prior knowledge permits the assimilation and exploitation of new knowledge. Some portion of that prior knowledge should be very closely related to the new knowledge to facilitate assimilation and some fraction of that knowledge must be fairly diverse, although still related, to permit effective, creative utilization of the new knowledge.*' Cohen et Levinthal [1990], pp.135-136.

note72. Le déterminisme fait ici référence à la théorie néoclassique. Cette approche est qualifiée de déterministe et de mécaniciste par Nelson [1995] dans la mesure où elle se fonde sur une rationalité substantive qui correspond à des états de certitude ou de risque mais pas d'incertitude radicale où l'ensemble des états du monde futur n'est pas connu. Ainsi, dans une situation déterministe, un observateur extérieur pourrait isoler l'unique solution qui, compte tenu du but recherché et de l'état actuel de l'environnement, donne le résultat optimal.

note73. '*lockout*' (Cohen et Levinthal [1989]) : lorsqu'une firme ne développe pas ses capacités absorptives dans un domaine, ses anticipations se figent. Par la suite, lorsqu'une opportunité émerge elle risque de ne pas être perçue ou de ne pas être accessible faute de capacités d'absorption nécessaires pour l'exploiter. La firme est de fait contrainte dans des domaines technologiques spécifiques de par le développement autonome de ses capacités d'absorption. Si elle ne réalise pas suffisamment tôt des investissements pour diversifier ses capacités absorptives dans certains domaines, elle peut par la suite être incapable de rattraper ce retard. Ce phénomène devrait être plus fréquent en cas de trajectoire orientée vers les innovations de procédés puisque ces dernières reposeraient plus sur des compétences spécifiques.

note74. Voir plus de détails sur le sujet voir Le Bas [1991] et Young [1991].

note75. Le cas des comportements innovants de produits & procédés n'est pas explicitement abordé mais les firmes sont implicitement toutes potentiellement innovantes en produits & procédés dans la mesure où elles peuvent toutes à la fois réaliser de la R et D de produits et de procédés.

note76. Ou de manière plus réaliste 'sont-elles associées à ', ...

note77. CIS pour 'Community Innovation Survey'.

note78. Nous manquons en effet de précisions quant au sens exact des questions. En particulier, quel est le but de la flexibilité ? S'agit-il d'améliorer la qualité du service rendu (auquel cas la valorisation est externe) ou d'augmenter le taux de rotation du capital et du personnel ?

note79. Pour trois secteurs de la NAF à deux positions (24, 26 et 35) nous avons effectué une scission en deux. Nous distinguons ainsi les secteurs 24 / 244, 26 / 261 et 35 / 353.

note80. Nous excluons les secteurs 10 'Extraction de houille, de lignite et de tourbe', 11 'Extraction d'hydrocarbures', 12 'Extraction de minerais d'uranium', 13 'Extraction de minerais métalliques', 40 'Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur', 41 'Captage, traitement et distribution d'eau' de la NAF à deux positions et 296 'Fabrication d'armes et de munitions' de la NAF à 3 positions. N.B. l'agroalimentaire et le bâtiment et travaux public ne sont pas non plus inclus.

note81. Dans l'enquête CIS1 seul un secteur (NAF 30 'Fabrication de matériel de bureau et informatique') a été concerné par cette suppression.

note82. Dans CIS2 il y a 8 questions.

note83. La question qui va donc être posée est la suivante : Sachant qu'une firme est innovante, pourquoi développe-t-elle un type particulier de comportement innovant plutôt que les autres ?

note84. L'appartenance sectorielle agit d'une part sur le niveau des 'opportunités technologiques' (tableau 77) et d'autre part sur l'intensité et la structure des questionnements des firmes (tableau 82). Il importe donc de 'neutraliser' cette dimension afin d'éviter que des effets de structure ne perturbent notre analyse (nous parlons d'effet de structure pour désigner l'influence que peut exercer la composition sectorielle de l'échantillon sur une analyse qui se veut micro-économique).

note85. Le repère construit à partir des axes factoriels a pour coordonnées les vecteurs propres de l'ACP : PRIN1, ..., PRIN10 (10 car il y a dix questions relatives aux objectifs de l'innovation technologique).

note86. L'exemple d'un classement respectant scrupuleusement les typologies théoriques est donné dans le tableau 16. En annexe l'exemple d'une typologie moins directement inspirée des théories est proposée.

. Source : CIS1 SESSI

note87. Les variables Q221 à Q226 contribuent pour 78% de l'inertie totale de l'axe contre 60% attendus en cas d'équi-répartition sur toutes les variables. La qualité de leur représentation sur cet axe est aussi relativement élevée (comprise entre 43% et 55%).

note88. Ces variables contribuent néanmoins très faiblement à l'axe.

note89. C'est au troisième axe que l'objectif de 'remplacement des produits obsolètes' donne son sens tandis que l'objectif 'd'amélioration de la qualité des produits' caractérise plutôt le cinquième axe (par des coordonnées négatives).

note90. Voir le tableau 155 pour une mise en relation explicite des axes factoriels issus de CIS2 avec ceux de CIS1.

note91. Produits, procédés, produits & procédés.

note92. En particulier il sera intéressant de vérifier si ce sont effectivement les principaux axes factoriels (axes 1 et 2) qui agissent le plus fortement sur le comportement innovant des firmes.

note93. On notera que formellement les modèles IV et V sont respectivement équivalents aux modèles I et II. En effet, les composantes principales employées dans les modèles I et II sont des combinaisons linéaires des variables brutes Q211...Q226. L'information contenue dans les deux types de modèles est donc globalement identique en terme de vraisemblance et de pouvoir prédictif. En revanche, individuellement les variables ne sont plus les mêmes. Dans le cas des composantes principales toute multicolinéarité susceptible d'agir sur la qualité des estimations a été supprimée, ce qui n'est pas le cas lorsqu'on utilise des variables brutes.

note94. Les difficultés liées à l'emploi de ces variables sont détaillées

note95. Il s'agit respectivement des colonnes 1 et 2 du tableau 21

note96. Formellement pour un coefficient estimé quelconque noté β : $[3]\beta = [1]\beta - [2]\beta$

note97. Sous SAS le coefficient de redressement normalisé \check{r}

se définit comme suit si nous disposons de N observations chacune redressées par un coefficient brut $r > 1$ (ce

$$\tilde{r}_i = \frac{r}{\sum_{i=1}^N r_i} \times N$$

qui est le cas avec les données du SESSI) :

note98. L'hypothèse nulle ainsi testée est la suivante : $H_0: [1]_1 \text{ PRIN1} = \dots = [1]_{10} \text{ PRIN10} = [1]_1 \text{ lnCAHT92} = [1]_1 \text{ SEC1} = \dots = [1]_{22} \text{ SEC36} = [2]_1 \text{ PRIN1} = \dots = [2]_{10} \text{ PRIN10} = [2]_1 \text{ lnCAHT92} = [2]_1 \text{ SEC1} = \dots = [2]_{22} \text{ SEC36} = 0$ où [1] figure le vecteur qui regroupe les coefficients estimés agissant sur la probabilité relative d'innover en produit plutôt qu'en produit & procédé et [2] le vecteur qui regroupe les coefficients estimés agissant sur la probabilité d'innover en procédé plutôt qu'en produit & procédé.

note99. Le pseudo- R^2 est reporté à titre indicatif, son utilisation est sujette à controverse chez les statisticiens. Dans le contexte de la régression logistique il ne peut en effet pas faire l'objet de la même interprétation (en terme de proportion de la variance expliquée par le modèle) que dans les modèles linéaires traditionnels.

note100. Si l'on exclut du modèle les 22 variables muettes sectorielles et la variable taille (lnCAHT92) le R^2 demeure tout de même à 11%.

note101. Pour le modèle I, un test de Wald de nullité simultanée des 22 variables muettes sectorielles pour les vecteurs [1] ET [2] donne un $F(44, 1604) = 3.70$. Ceci permet de rejeter l'hypothèse nulle avec un risque critique inférieur à 1/10000.

note102. Quel que soit le modèle considéré la variable lnCAHT92 indique un effet positif de la taille en faveur des innovateurs de produits & procédés par rapport aux innovateurs de produits et aux innovateurs de procédés. Elle indique aussi un effet positif de la taille en faveur de l'innovation de produits par rapport à l'innovation de procédés. L'emploi d'une mesure catégorielle de la taille à l'aide des variables Q2 ... Q5 indique aussi un effet positif de la taille en faveur des innovateurs de produits & procédés par rapport aux innovateurs de produits et aux innovateurs de procédés mais elle ne rapporte pas d'effet plus favorable aux innovateurs de produits qu'aux innovateurs de procédés.

note103. Formellement on teste l'hypothèse nulle suivante : $H_0 : [1]_1 \text{ PRIN1} = \dots = [1]_{10} \text{ PRIN10} = [2]_1 \text{ PRIN1} = \dots = [2]_{10} \text{ PRIN10} = 0$

note104. Si nous considérons deux variables quelconques x et y le test que nous avons effectué est celui de l'égalité des coefficients estimés simultanément dans les deux équations de la régression qui s'écrit : $H_0 : [1]_x - [1]_y = 0$ ET $[2]_x - [2]_y = 0$

note105. 1/ l'impact de PRIN2 est significativement différent (supérieur) à celui de PRIN2 dans la détermination du type de comportement innovant adopté par les firmes ($F(1, 1647) = 48.01$ Prob $> F = 0.0000$), 2/ l'impact de PRIN1 est significativement différent (supérieur) à celui de PRIN6 dans la détermination du type de comportement innovant adopté par les firmes ($F(2, 1646) = 8.27$ / Prob $> F = 0.0003$), 3/ l'impact de PRIN6 est significativement différent (supérieur) à celui de PRIN4 dans la détermination du type de comportement innovant adopté par les firmes ($F(2, 1646) = 15.59$ Prob $> F = 0.0000$), 4/ l'impact de PRIN6 est significativement différent (supérieur) à celui de PRIN4 dans la détermination du type de comportement innovant adopté par les firmes ($F(2, 1646) = 3.38$ Prob $> F = 0.0343$).

note106. Dans CIS2 l'axe correspondant à PRIN6 est PRIN7 dont le coefficient estimé $[3] \text{ PRIN7} = 0.515^{****}$ est étonnamment proche de celui de PRIN6 dans CIS1 ce qui appuie les remarques qui vont être faites.

note107. ou de manière plus générale dans CIS2 'de conquête de nouveaux marchés ou d'accroissement des parts de marchés'.

note108. Sachant que $[3] \text{ PRIN1} < 0$ et que $[3] \text{ PRIN2} > 0$ le test de Wald de l'hypothèse nulle $H_0: [3] \text{ PRIN1} + [3] \text{ PRIN2} = 0$ produit un $F(1, 1647) = 79.74$ dont la probabilité critique est inférieure à 1/10000. Il

est donc possible de rejeter cette hypothèse nulle selon laquelle les valeurs absolues des coefficients associés à [3]PRIN1 et [3]PRIN2 sont égales. Nous concluons donc que la différence observée entre les valeurs absolues des coefficients estimés [3]PRIN1 et [3]PRIN2 est significative.

note109. Le test de l'hypothèse nulle $H_0 : [3]PRIN1 + [3]PRIN4 = -[3]PRIN2$ donne un $F(1, 1647) = 15.41$ dont la probabilité critique est de 0.0001. Nous concluons ainsi que la différence observée entre les valeurs absolues des coefficients estimés pour [3]PRIN1+[3]PRIN4 et pour [3]PRIN2 est significative.

note110. Voir tableau 141 et tableau 142

note111. Au contraire, PRIN1 tendrait plutôt à favoriser l'innovation de produit comme l'indique le tableau 156.

note112. Le test de Wald de l'hypothèse nulle $[1]PRIN1 - [1]PRIN4 = 0.0$ produit un $F(1, 1647) = 1.53$ ce qui correspond à un risque critique de 21,6%. Il n'est donc pas possible de conclure à une différence significative entre ces deux coefficients. L'effet positif sur l'innovation de procédé par rapport à l'innovation de produit de PRIN4 n'est pas significativement supérieur à celui de PRIN1.

note113. Consommations d'énergie (Q224) et de matériaux (Q223).

note114. Les quatre variables qui participent le plus à la définition de PRIN4 comptent toutes parmi les plus influentes sur PRIN1.

note115. Si l'on prend comme critère minimum de significativité le seuil des 5%.

note116. La même absence de significativité statistique des variables de coûts stricto sensu se retrouve avec les données de CIS2 comme l'indiquent les coefficients associés à [3]CtW et [3]CtMat dans le modèle IX du tableau 156 alors qu'au contraire [3]Flex qui représente la recherche de flexibilité semble exercer un effet très favorable sur l'innovation de procédé plutôt que de produit.

note117. Le test porte exclusivement sur les variables représentant les objectifs de l'innovation. Cela permet de conserver aux autres variables indépendantes que sont la taille et l'appartenance sectorielle leur rôle de variables contrôle.

note118. Par exemple dans le cas du modèle I sur le vecteur [3] un test de Wald de l'hypothèse nulle $H_0: [3]PRIN1=[3]PRIN2=...=[3]PRIN9=[3]PRIN10=0$ donne un $F(10, 1638)=18.26$ qui permet de rejeter l'hypothèse nulle avec un risque critique inférieur à 1/10000. Sur le vecteur [2] le test de l'hypothèse nulle $H_0: [2]PRIN1=[2]PRIN2=...=[2]PRIN9=[2]PRIN10=0$ donne un $F(10, 1638)=14.54$ qui permet aussi de rejeter l'hypothèse nulle avec un risque critique inférieur à 1/10000. Finalement sur le vecteur [1] le test de l'hypothèse nulle $H_0: [1]PRIN1=[1]PRIN2=...=[1]PRIN9=[1]PRIN10=0$ donne un $F(10, 1638)=9.08$ qui permet là encore de rejeter l'hypothèse nulle avec un risque critique inférieur à 1/10000. Dans les trois cas l'hypothèse de nullité simultanée des coefficients estimés associés aux objectifs de l'innovation est fortement rejetée. On note cependant que la valeur du F obtenue sur le vecteur [3] (18.26) est supérieure à celle obtenue sur le vecteur [2] (14.54) qui elle-même est supérieure à celle du F obtenu sur le vecteur [1]. L'hypothèse nulle est donc plus fortement rejetée sur [3] que sur [2] que sur [1]. Le même phénomène s'observe pour tous les modèles.

. Source : A partir des résultats obtenus dans le Modèle I,(Tableau 21) sur les données de CIS1

note119. Le jugement fondé sur les tableaux de classifications construits à partir des coefficients estimés nous renseigne sur le pouvoir prédictif global des modèles en confondant ce qui revient explicitement aux objectifs de l'innovation de ce qui est imputable aux variables contrôle.

note120. Par exemple le tableau 102 sur la base des résultats du modèle I procède à une classification des observations. On constate que 45% des firmes effectivement innovantes en produits sont confondues avec des firmes innovantes en produits & procédés contre 32% pour les firmes innovantes en procédés. Les mêmes types de résultats sont obtenus pour les modèles innovation à VII.

note121. PRIN3 (qui figure l'objectif de remplacement des produits obsolètes) pourrait aussi être inclus dans ce groupe de variables. Cependant seul [3]PRIN3 est significatif, [1]PRIN3 et [2]PRIN3 ne l'étant pas.

note122. [1]PRIN2=0.209****

note123. [2]PRIN2=-0.744****

note124. [2]PRIN4=0.027

note125. [3]PRIN4=-0.287***

note126. [1]PRIN4=-0.26****

note127. [1]PRIN6=0.023

note128. [3]PRIN6=0.518****

note129. [2]PRIN6=-0.494****

note130. [2]PRIN10=-0.256**

note131. En effet nous avons dans le modèle I : [1]PRIN1=-0.313**** et [2]PRIN1=-0.162****

note132. voir annexe XXI.

note133. Les résultats obtenus avec CIS1 en matière d'analyse en composantes principales ont été 'confirmés' par CIS2 (voir annexe XXI).

note134. voir annexe XX et annexe XXI

note135. Cette difficulté se retrouve aussi lorsqu'on emploie des données brutes plutôt que des composantes principales.

note136. Ceci est parfaitement bien illustré par le coefficient estimé négatif associé à [3]PRIN4 'Amélioration des caract. orga. vs méca. du proces. prod.' dans le tableau 21.

note137. Suivant en cela Malerba et Orsenigo [1993], nous considérons que les compétences d'une firme 'define therefore what a firm can do, shape the company's organizational structure and constrain the available menu of possible choices', p.51. L'aptitude globale d'une firme ('capability') pour la résolution de certaines catégories de problèmes peut alors être considérée comme 'the set of specific competences (technological, inventive, design, ...) and complementary assets of a firm' p.51 qui sont mobilisées au cours du processus résolutoire.

note138. Chaque catégorie est composée de différentes 'compétences élémentaires'.

note139. Dans la terminologie de Cohen et Levinthal [1990] on parlera de 'capacités absorbatives'.

note140. Ou 'capacités absorbatives'.

note141. Lorsque cela était possible nous avons reporté en annexes les résultats de modèles incorporant un plus grand nombre de variables. Dans ces cas-là les problèmes de multicollinéarité sont souvent importants de sorte qu'il faut préalablement transformer les données brutes à l'aide d'une ACP.

note142. L'enquête Yale2 n'offre quant à elle que la possibilité de mesurer un aspect du problème : les compétences des firmes en matière d'homogénéisation des connaissances. Il est donc impossible de mesurer la tension entre les compétences destinées à l'homogénéisation et celles destinées à la stimulation de l'hétérogénéité.

note143. Ceci consiste essentiellement en une capacité d'imitation puis d'amélioration pour innover.

note145. La 'qualité' n'est pas évaluée dans l'absolu. Il s'agit de la qualité des données pour l'étude du sujet qui nous intéresse.

note146. 'Chefs d'entreprise' ; 'Autres cadres et profess sup' ; 'Ingénieurs, cadres techniques' ; 'Autres profess intermédiaires' ; 'Techniciens' ; 'Contremaîtres, maîtrise' ; 'Employés' ; 'Ouvriers qualifiés' ; 'Ouvriers non qualifiés'.

note147. Nous avons en outre vérifié que cela n'affectait pas de manière importante la nature des résultats obtenus.

note148. On prendra garde de ne pas comparer le niveau des moyennes et des corrélations obtenues dans les différentes enquêtes dans la mesure où les échelles de mesures employées varient très souvent.

note149. pour CIS1, pour Yale2, pour Compétence et pour CIS2.

note151. Voir par exemple en annexe la dernière ligne du tableau 196 et l'ensemble des autres tableaux similaires.

note152. Pour simplifier les notations nous remplacerons l'expression convenable 'coefficients estimés associés à [N]VAR' par celle plus courte [N]VAR.

note153. Ce phénomène peut être expliqué par les problèmes de multicollinéarité entre les variables de l'enquête Compétence. Dans cette enquête, la variable FSR présente un coefficient de corrélation de Pearson supérieur à 0.2 dans 8 cas sur 10 contre 2 cas sur 7 dans l'enquête CIS1.

note154. A l'exception de l'enquête Yale2 les compétences d'interface avec les concurrents sont fortement corrélées à celles d'interface avec les utilisateurs comme l'indiquent les matrices de corrélations reportées en annexes (Voir le tableau 174 pour CIS1, le tableau 176 pour Yale2, le tableau 178 pour CIS2, le tableau 180 pour Compétence). En introduisant alternativement COMP et USR dans des régressions non reportées ici nous avons vérifié que cette forte corrélation n'entraînait pas de modifications substantielles des résultats (valeur des coefficients et niveau de significativité).

note155. On notera les résultats atypiques de l'enquête CIS2 par rapport aux autres enquêtes pour le coefficient estimé associé à [1]COMP.

note156. Voir le tableau 200 où les coefficients associés à [1]SCI et [2]SCI décroissent de plus en plus lorsque la taille des firmes augmente.

note157. [3]SCI est systématiquement non significatif au seuil des 5% que nous raisonnions sur l'ensemble des échantillons ou que nous segmentions la population par quantiles de CAHT (tableau 200, tableau 218) ou par secteurs (tableau 202).

note158. Pour CIS1 et CIS2 on observe que [1]PRIN1 et [2]PRIN1 sont significativement négatifs ce qui indique la plus grande sensibilité des innovateurs de produits & procédés face aux compétences d'interface externes par rapport aux innovateurs de produits et aux innovateurs de procédés. [3]PRIN1 est significativement positif ce qui signifie que les innovateurs de produits sont plus sensibles aux compétences d'interface externes que les innovateurs de procédés.

note159. Yale2 permet uniquement une mesure des compétences des firmes pour la stimulation des comportements innovants collectifs mais pas individuels. Les coefficients associés à cette variable ne sont pas significatifs.

note160. Ce résultat semble particulièrement robuste puisqu'à l'exception des firmes les plus petites, quel que soit le quantile de CAHT96 considéré le signe de [3]Het_Hom est positif.

note161. Mesurée à l'aide d'indicateurs comme le nombre de brevets déposés ou le volume de RD.

note162. On peut principalement mentionner les dépenses RD, le nombre de brevets déposés, le chiffre d'affaires innovant, le temps d'attente entre deux innovations, la continuité du comportement innovant (définie en nombre d'années), ...

note163. Le plus souvent des modèles de séries chronologiques, de données de panel ou de survie.

note164. Ces deux repères ne sont vraisemblablement pas orthogonaux. Un lien existe certainement entre d'une part le capital et l'innovation de procédé et d'autre part le travail et l'innovation de produit. Des travaux récents en économie du travail tendent effectivement à montrer l'existence d'un biais des innovations de produits en faveur du travail. Nous n'explorerons pas plus cette question qui renvoie au débat plus large des années 60 sur le biais du progrès technologique. Sur ce sujet nous renvoyons en particulier à l'article de Duguet et Greenan [1997].

note165. Soit Y_t un processus numérique et t_1, \dots, t_k une suite croissante d'instants. Soit :
 $X_{tk} = (X_{t1} - X_{t0}) + (X_{t2} - X_{t1}) + \dots + (X_{tk} - X_{t-1}) = U_1 + U_2 + \dots + U_k$ Le processus est dit à accroissements aléatoires indépendants si pour tout k et tout t_1, \dots, t_k les variables aléatoires $U_i = X_{ti} - X_{ti-1}$.

note166. Il est à noter que les processus de Markov peuvent aussi être utilisés dans un contexte à temps continu lorsque les intervalles de temps considérés tendent vers 0. Voir Haccou et Meelis [1994] sur ce sujet et des applications aux études comportementales.

note167. Arthur, Ermoliev et Kaniovski [1987] et Dosi et Kaniovski [1994] utilisent des urnes de Polya pour modéliser des processus de compétition entre standards technologiques. Les mécanismes décrits par ces urnes correspondent en fait à des chaînes de Markov.

note168. Voir l'ouvrage de Haccou et Meelis [1994] pour un survol des techniques markoviennes appliquées à l'étude des comportements en éthologie.

note169. Pour modéliser les phénomènes de mobilité sociale en particulier à partir de données de panels (Boudon [1970], Boudon [1973], Spilerman [1972], Singer et Spilerman [1976], Schinnare et Stewman [1978]).

note170. Issues des travaux de recherche opérationnelle, de très nombreuses applications des chaînes de Markov à espace des états discrets ont été proposées.

note171. Florens, Fougère, Kamionka et Mouchart [1994], Fougère et Kamionka [1996], Adam [1997].

note172. L'expression 'sans mémoire' se comprend dans le cas d'une prévision faite à l'instant t vers l'instant $t+1$. Dans ce cas seul l'instant présent t entre dans la définition de $t+1$. Le passé est complètement effacé.

. Source : A partir de Berchtold [1998], p.54

note173. Le nombre de paramètres indépendants à estimer se monte à $Jp(J-1)$ (une fois les zéros structurels éliminés comme dans la matrice de transition réduite R_p).

note174. On parle de High-order Markov Models (HMM).

note175. Pour plus de détails sur le sujet voir dans ce document le paragraphe ”, et Berchtold [1998], p.26 et suivantes.

note176. voir Gourieroux [1989], p.159-164 pour une démonstration.

note177. Pour la construction des matrices de transition d’ordre p voir le paragraphe ”,.

note178. Gourieroux [1989], p. 164-165

note179. Pour un traitement complet du sujet voir Berchtold et Ritschard [1997] et Berchtold [1998], p.65 et suiv.

note180. Après élimination des zéros structurels.

note181. Nous disposons tout au plus de trois périodes d’observations, ce qui correspond à l’estimation d’un modèle autoregressif d’ordre 2 au maximum. Nous avons néanmoins noté que la modélisation d’une chaîne de Markov d’ordre 2 pour les comportements d’innovations de produits et de procédés nous amenait déjà à l’estimation de $4^2*(4-1)=48$ paramètres indépendants dans la matrice de transition réduite R_p !

note182. Berchtold mentionne d’autres modèles comme ceux de Jabos et Lewis [1978] ; Pegram [1975] ; Pegram [1980] ; Logan [1981].

note183. Ils correspondent aux paramètres des équations de Yule-Walker habituellement utilisés pour l’étude des séries chronologiques.

note184. Berchtold [1999] propose un logiciel librement téléchargeable pour l’estimation de ce type de modèles.

note185. Voir aussi Berchtold [1994] ; Berchtold [1996].

note186. Ce qui est le cas si les matrices de transition utilisées sont régulières. Voir Berchtold [1998], p.145 pour une démonstration.

note187. Après élimination des observations issues de secteurs a priori exclus de notre analyse (les codes de la naf à deux indices égaux à 10, 11, 12, 13, 40, 41 et le code 296 de la naf à 3 indices), 3837 firmes observées dans l’enquête CIS1 le sont aussi dans Innovation 1990 et 1774 le sont pour l’enquête Yale2.

note188. Dans les deux cas nous avons préalablement éliminé un certain nombre de firmes appartenant à des secteurs hors du champ de notre analyse (cf note de bas de page n°187).

note189. Nous définirons ces termes ultérieurement dans la section 2 (voir le sous-titre ”,.)

note190. Après élimination des observations a priori indésirables nous obtenons 2749 observations communes aux enquêtes Innovation 1990 et CIS2 et 2477 observations communes aux enquêtes Innovation 1990 et Compétence.

note191. Nous avons déjà indiqué que le fichier de lancement des enquêtes CIS1 et Yale2 était le même que

celui de l'enquête Innovation 1990.

note192. i.e. une unité de temps n'a pas la même signification selon les cas : $(t)-(t-1) \neq (t)-(t-2) \neq (t-1)-(t-2)$.

note193. Voir annexe VIII pour le détail des constats à l'origine de cette conclusion et pour quelques pistes d'explication.

note194. Le taux de sondage dans la strate i (s_i) se définit comme le rapport entre l'effectif sondé dans la strate i (n_i) et la population totale de la strate i (N_i) : $s_i = n_i / N_i$

note195. Ce coefficient de redressement (r_i) correspond à l'inverse du taux de sondage $r_i = 1/s_i = N_i/n_i$. Il s'interprète donc comme le nombre d'entreprises de la même strate que représente chaque entreprise sondée.

note196. Dans notre cas la population parent est constituée de l'ensemble des firmes industrielles françaises à l'exception de quelques secteurs comme l'armement, ...

note197. Ce coefficient de redressement permet certes d'obtenir des estimations sans biais mais en fonction du logiciel statistique employé, il doit faire l'objet de réajustements afin d'obtenir des variances estimées qui ne soient pas sous-évaluées (voir note de bas de page n°97).

note198. Il s'agit d'une variante de la NAF60 dont le mode de construction est détaillé dans le chapitre III sous l'intitulé ''.

note199. En particulier nous utilisons un niveau de désagrégation relativement fin en NAFRD. Les quantiles de chiffre d'affaires hors taxes sont calculés non pas à partir de la taille de la firme dans l'échantillon mais en utilisant les enquêtes annuelles entreprises.

note200. Ce choix est contraint par les données disponibles. L'ordre optimal pourrait très bien être supérieur.

note201. Voir par exemple Karlin [1969], Karlin [1975], Karlin et Taylor [1981], Knapp [1976], Striebel [1975].

note202. Notre objectif n'est pas de détailler de manière approfondie l'emploi de ces outils ni de lister l'ensemble de leurs applications dans la mesure où le type de matrices de transition associé aux comportements d'innovations de produits et de procédés semble *a priori* présenter des propriétés tout à fait standard (en particulier de 'régularité'). Nous ne ferons donc qu'évoquer rapidement l'intérêt potentiel de certaines matrices de transition 'atypiques' pour la modélisation du changement technologique, renvoyant le lecteur aux références citées.

note203. On emploie aussi la formulation équivalente : e_i conduit vers e_j si et seulement si : ...

note204. Une chaîne de Markov à nombre fini d'états est dite régulière si elle est formée d'une seule classe irréductible et non périodique.

note205. Un vecteur de probabilité noté ' π ' est appelé loi stable du système si Dans le cas d'une chaîne de Markov à nombre fini d'état comportant une seule classe finale et éventuellement un état transitoire alors il existe forcément une loi stable et unique indépendante des conditions initiales $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_m)$ dans laquelle les π_j correspondent à l'inverse des espérances de retour de chacun des états considérés .

note206. Nous reportons en annexe le cas d'une chaîne d'ordre 2 (annexe XXXI).

note207. On pourrait employer le terme anglais 'innovativeness'.

note208. Il s'agit d'un 'odd-ratio' ou ratio de chance. Un odd-ratio x_{ij} pour une variable binaire X entre deux populations i et j dont les probabilités respectives de réalisation de l'événement X=1 sont P_i et P_j alors le odd-ratio se calcule comme suit : $x_{ij}=(P_i/(1-P_i))/(P_j/(1-P_j))$. Il s'interprète comme un multiplicateur de chance ou de risque (selon les circonstances) entre la population i et la population j.

note209. Ils ont 4,2 fois plus de chance de continuer à innover en procédés que les firmes initialement non-innovantes, 9,86 fois plus que les firmes initialement innovantes en produits, 3 fois plus que celles innovantes en produits & procédés. Dans tous les cas ces différences sont significatives au seuil de 0.001.

note210. Ils ont 6,2 fois plus de chances de continuer à innover en produits & procédés que les firmes initialement non-innovantes (différence significative au seuil de 0.001%), 1,8 fois plus que les firmes initialement innovantes en produits (différence significative au seuil de 0.5), 3 fois plus que les firmes initialement innovantes en procédés (différence significative au seuil de 0.0001).

note211. Exprimés en termes plus parlant de ratio de chance ('odd-ratio') les innovateurs de procédés seraient confrontés à des risques d'interruption de tout comportement innovant 1,38 fois plus élevés que les innovateurs de produits et 2,45 fois plus élevés que les innovateurs de produits & procédés !

note212. Les odds-ratio sont calculés à partir des données relatives aux proportions de firmes entrantes en comparaison de la population de firmes initialement engagées sur la trajectoire.

note213. En effet, pour que deux proportions respectivement de 0.45 et 0.55 soient significatives au seuil de 5% il faut disposer d'environ 218 observations dans chaque échantillon (soit un total de 436 observations) alors que nous n'avons que 103 innovateurs de produits et 64 innovateurs de procédés !

note214. Sauf dans le cas de l'appariement de CIS1 et CIS2 où nous avons le classement suivant : [1]>[3]>[2].

note215. ''

note216. Nous avons proposé d'identifier empiriquement les attributs des connaissances technologiques en considérant que les outils d'appropriation (brevet, lead-time, complexité, secret) jugés les plus efficaces par les firmes pour protéger leurs comportements innovants nous renseignaient sur les attributs des connaissances qui président à leur développement. Nous avons alors évalué l'impact de l'efficacité de ces différents outils sur les principales caractéristiques (en termes de persistance et de continuité) des trajectoires technologiques sur lesquelles s'engagent les innovateurs de produits, procédés et produits & procédés.

note217. Voir Chapitre 4, où est détaillé le mode de construction des variables.

note218. En particulier nous utilisons un niveau de désagrégation relativement fin en NAFRD. Les quantiles de CAHT sont calculés non pas à partir de la taille de la firme dans l'échantillon mais en utilisant les enquêtes annuelles entreprises.

note219. Cette composante est issue de l'ACP évoquée dans le tableau 53.

note220. L'emploi de cette variable nous amènera à supprimer 7 observations de firmes innovantes en produits & procédés en 1990-92 qui faisaient partie du premier quantile de CAHT en 1992. Ces observations entraînaient une instabilité des résultats.

note221. 7 observations de firmes innovantes en produits & procédés ont dû être éliminées pour assurer la stabilité des estimations. Voir note de bas de page n°220.

note222. On notera que les modèles 'complets' (i.e. avant sélection stepwise des variables indépendantes) reportés dans le tableau 60 et le tableau 59 ne produisent pas strictement les mêmes résultats agrégés (statistique de Wald, $-2\log(\text{vraisemblance finale})$ et proportion de prédictions correctes). Ceci vient du fait

que les regressions reportées dans le tableau 60 ne prennent en compte les compétences d'interface avec les fournisseurs qu'à travers une seule variable (FSR qui est la moyenne des compétences d'interfaces avec les 'fournisseurs d'équipements' et les 'fournisseurs de composants et matériaux') alors que les composantes principales tiennent compte de deux variables différentes : une pour les 'fournisseurs d'équipements', l'autre pour les 'fournisseurs de composants et matériaux'.

note223. Une attention particulière a été accordée aux cas dans lesquels les firmes développent conjointement ces deux formes d'innovation à travers ce que nous avons qualifié d'innovation de produits & procédés.

note224. Il s'agit principalement des conditions de demande, de l'intensité de la concurrence, de la taille des firmes et des conditions d'appropriation.

note225. Nous avons examiné l'impact des opportunités technologiques, des formes d'apprentissages, du coût et de la qualité des facteurs de production ainsi que des caractéristiques organisationnelles des firmes.

. **Source** : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

. **Source** : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

. **Source** : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

. **Source** : Descriptif extrait de l'Appel d'Offre 'La place de l'industrie française dans l'économie mondiale' diffusé par le Service des Etudes et de la Recherche du Commissariat Général Du Plan, le 27 Mars 1998.

note226. Ce phénomène s'observe par exemple si l'on croise les enquêtes CIS1 et Yale2 qui couvrent des périodes de temps identiques et adoptent la même définition pour les comportements innovants (voir annexe IX). Dans ce cas plus de 90% des firmes déclarent des comportements innovants identiques dans les deux enquêtes.

note227. Sont détaillées les expressions '*innovation technologique de produit et de procédé*' (TPP), '*produit technologiquement nouveau*', '*produit technologiquement amélioré*' '*innovation technologique de procédé*'.

. Source : CIS1 SESSI et Tableau 77

. (1) La taille est mesurée de manière discrète par le quantile d'appartenance des firmes. Nous distinguons 5 quantiles définis pour chaque secteur de la NAF à deux indices. Le quantile 1 correspond aux 20% des firmes les plus petites ; le quantile 5 aux 20% des plus grandes firmes.

Source : CIS1 SESSI, données extraites du tableau 83

note230. Il s'agit bien de la taille des entreprises dans leur ensemble et non des différentes lignes de produits qu'elles sont susceptibles de produire.

. Source : CIS1 SESSI (tableau 80)

note231. Voir tableau 78.

. (1) La taille est mesurée de manière discrète par le quantile d'appartenance des firmes. Nous distinguons 10 quantiles définis pour chaque secteur de la NAF à deux indices. Le quantile 1 correspond aux 10% de firmes les plus petites ; le quantile 10 aux 10% plus grandes firmes.

Source : CIS1 SESSI, données extraites du tableau 90

. (1) Les rangs sont ceux des moyennes reportées dans le tableau 82. Ces moyennes ont été calculées à partir des données corrigées du taux de sondage. Les objectifs étaient notés suivant leur importance sur une échelle de 0 à 4. Pour les rangs : 1 correspond à la valeur la plus élevée, 10 à la valeur la plus faible.

Source : Les données utilisées dans cette figure proviennent du tableau 91. L'ordre des lignes et des colonnes a été modifié après prétraitement par une ACP

note232. Le score de Brière sert à évaluer la finesse de l'ajustement du modèle aux données. Si nous disposons de n observations faisant éventuellement l'objet d'une pondération par un coefficient f et que la variable y à modéliser comporte r niveaux alors le score de Brière pour l'ensemble du modèle (B_T) s'écrit : On peut de la même façon évaluer la qualité prédictive du modèle pour chacun des r niveaux de la variable endogène y en calculant des B_k : En cas de prédiction parfaite le score de Brière=0. La prédiction la plus mauvaise possible donne un score maximum égal à

note233. Ce modèle est décrit et commenté et suivantes. L'ensemble des résultats statistiques est reporté en annexe.

note234. Nous ne pouvons pas étudier l'impact croisé des quantiles de CAHT et des secteurs car dans nombre de cas nous ne disposons pas de suffisamment d'observations.

note235. Fautes d'observations en nombre suffisant nous n'avons pas inclus de constantes sectorielles mais préféré employer NBINNO (proportion de firmes innovantes dans le secteur) pour prendre en compte d'éventuels effets sectoriels. Nous avons en effet montré en annexe que NBINNO pouvait utilement se substituer à l'emploi d'indicateurs sectoriels lorsque le nombre d'observations disponibles pour estimer correctement les constantes sectorielles était insuffisant.

note236. La procédure d'identification des innovateurs de produits, de procédés et de produits & procédés est détaillée en annexe.

note237. Nous avons initialement nettoyé le fichier en suivant la même procédure que celle indiquée pour l'enquête CIS1, sous l'intitulé de paragraphe ''.

note238. Cet objectif était explicitement pris en considération dans CIS1 et contribuait effectivement fortement à l'axe 1.

note239. Le secteur s261 sert de référence pour l'estimation des constantes sectorielles. Le secteur S35 'Automobile' a été supprimé car il induisait des problèmes dans l'estimation des autres constantes.

note240. Nous avons en effet souligné précédemment que l'objectif d'extension des parts de marché évoqué dans la question Q9L4 correspondait étroitement à ce dont il est fait mention dans les travaux standards alors que l'objectif d'extension de la gamme des produits mentionné dans Q9L3 ne leur est qu'indirectement lié (i.e. on suppose que l'élargissement de la gamme des produits vise la conquête de nouveaux marchés mais ce n'est pas explicite). A ce titre, si l'hypothèse standard selon laquelle l'objectif principal de l'innovation de produit était effectivement l'extension des parts de marchés nous devrions d'une part trouver en tête de l'axe 2 la variable Q9L4 devant Q9L3 (or nous observons le contraire, Q9L3 contribue plus) et, d'autre part, observer que l'intensification des objectifs d'extension des parts de marché au détriment des objectifs d'extension de la gamme favorise plus l'innovation de produit que de procédé (or nous observons le contraire : les objectifs d'extension de la gamme des produits stimulent plus l'innovation de produit que ceux d'accroissement des parts de marchés).

note241. [1]PRIN1=-0.117**** et [2]PRIN1=-0.224****

note242. Voir ''