

CHAPITRE 8

Analyse socio-historique des rapports entre les formes de distribution différentielle des “savoirs” scolaires, notamment probabilistes, et les formes de division sociale, technique et marchande du travail

Notre recherche a pour but de tenter de comprendre ce qui est au principe des “performances” des étudiants des sections de technicien supérieur en électrotechnique confrontés à un problème portant sur le calcul des probabilités. Dans ce cadre, il nous apparaît nécessaire de conduire un premier niveau d’analyse, de nature socio-historique et structurale, de l’élaboration du système français de formation et d’enseignement professionnel et technique. L’ensemble des éléments recueillis lors de cette première étape doit nous permettre d’entreprendre ensuite un second niveau d’analyse sociologique de la forme (scolaire) actuelle de l’enseignement de probabilités dispensé aux élèves techniciens supérieurs en électrotechnique. Ce second niveau d’analyse - rapporté à la division sociale, technique et marchande du travail - nécessite d’établir une comparaison entre les différentes formes d’enseignement des probabilités dispensées aux futurs ingénieurs, techniciens supérieurs, techniciens, ouvriers qualifiés¹³⁸⁵, et d’interroger le sens de ces différences.

Pour mener à bien ce projet, il nous apparaît nécessaire, comme le préconise et le pratique E. DURKHEIM¹³⁸⁶, d’examiner au préalable la nature des choix initiaux, les principes sur lesquels ils reposent, leur évolution, qui ont rendu possibles les différentes formes historiques et sociales d’organisation de la formation générale, professionnelle et technique. Pour E. DURKHEIM, ce sont des raisons d’ordre “utilitaire et professionnel” qui ont fait que ce qu’il appelle “l’enseignement de la nature” a conquis droit de cité dans notre système scolaire : « *C’est l’importance accrue de la vie économique qui fit sentir, vers le milieu du XVIII^e siècle, la nécessité d’une culture nouvelle qui préparât mieux*

¹³⁸⁵ lorsque cet enseignement existe...

¹³⁸⁶ « *Le présent n’est rien par lui-même ; ce n’est que le prolongement du passé dont il ne peut être séparé sans perdre en grande partie toute sa signification. Le présent est formé d’innombrables éléments, si étroitement enchevêtrés les uns dans les autres qu’il nous est malaisé d’apercevoir où l’un commence, où l’autre finit, ce qu’est chacun d’eux et quels sont leurs rapports ; nous n’en avons donc par l’observation immédiate qu’une impression trouble et confuse. La seule manière de les distinguer, de les dissocier, d’introduire par suite un peu de clarté dans cette confusion, c’est de rechercher dans l’histoire comment ils sont venus progressivement se surajouter les uns aux autres, se combiner et s’organiser.* » E. DURKHEIM, *L’évolution pédagogique en France*, op. cit., p.22

les jeunes gens aux professions industrielles. »¹³⁸⁷ Ainsi, la compréhension des processus ayant permis la constitution et l'organisation de l'enseignement professionnel et technique¹³⁸⁸, exige-t-elle d'être établie au regard des évolutions scientifiques, techniques, économiques, politiques et sociales amorcées au milieu du XVIII^e siècle et amplifiées aux XIX^e et XX^e siècles.

Section I : Accélération des développements scientifiques, techniques, économiques aux XIX^e et XX^e siècles et nécessité pour la bourgeoisie industrielle d'élargir son assise sociale

Nous évoquons ici les principales innovations scientifiques et techniques en tenant compte à la fois de la chronologie, des liens qui les unissent et de leur rapport au contexte économique et social. Ces changements, sont principalement de trois ordres : maîtrise de l'énergie, mécanisation des opérations de production et d'organisation du travail, amélioration quantitative et qualitative des moyens de transport et de communication.

§.1. Maîtrise de l'énergie

§.1.1. Domestication de l'énergie hydraulique et de la vapeur produite lors de la combustion du charbon

■ L'énergie hydraulique revêt une importance capitale dans le processus d'industrialisation. Durant le premier tiers du XVIII^e siècle, de nombreux ingénieurs travaillent à améliorer le rendement des roues hydrauliques en tentant de maîtriser la pression exercée par l'eau sur les pales. En mettant au point une roue entièrement métallique, PONCELET¹³⁸⁹ réussit à éliminer considérablement les pertes d'énergie. Autre amélioration du système, celle obtenue en permettant la pénétration de l'eau à vitesse constante, ce qui a pour effet d'améliorer la vitesse de rotation. La roue de SAGEBIEN¹³⁹⁰ constitue une autre innovation remarquable : constituée de pales inclinées, elle permet d'obtenir un rendement optimal. En vingt-cinq ans le rendement des roues hydrauliques passe ainsi de 50 % à 90 %. Par ailleurs, la turbine de FOURNEYRON¹³⁹¹ permet l'utilisation de roues hydrauliques horizontales. Toutes ces diverses machines hydrauliques permettent aux industriels de disposer de moteurs performants à un coût relativement faible, l'énergie hydraulique étant gratuite.

¹³⁸⁷ E. DURKHEIM, *L'évolution pédagogique en France*, op. cit., p.385

¹³⁸⁸ L'enseignement professionnel est la formation professionnelle scolarisée, l'enseignement technique est la formation technique scolarisée. L'enseignement technique vise l'acquisition de connaissances techniques théoriques nécessaires au bon exercice d'une profession.

¹³⁸⁹ - 1823 -

¹³⁹⁰ - 1850 -

¹³⁹¹ - 1827 -

■ La vapeur est la deuxième énergie domestiquée. Une étape décisive est franchie lorsque WATT, grâce au système bielle-manivelle, transforme un mouvement alternatif en mouvement rotatif faisant ainsi de la machine à vapeur un moteur. À la fin du XVIII^e siècle, ce type de moteur est notamment utilisé dans les moulins à grain, les filatures de coton, pour la navigation et pour la remontée du charbon des mines. Au début du XIX^e siècle, grâce à une meilleure distribution de la vapeur et à des systèmes de soupapes, il devient possible de construire des machines à haute pression. En 1810, l'écart d'équipements en machines à vapeur entre la France et l'Angleterre est important : 200 sont en activité en France contre 1 200 en Angleterre. C'est seulement après la chute de l'Empire, avec l'arrivée de mécaniciens britanniques, que leur installation se développe en France. Il est fréquent de se référer à une typologie des machines à vapeur à piston fondée sur l'opposition entre machines monocylindriques et machines à double ou triple expansion, les premières étant dominantes dans l'ensemble des machines fixes alors que les secondes, notamment dans les pays où le prix du charbon est cher, sont dominantes dans celui des machines destinées aux transports (navires, locomotives). Progressivement, la stabilisation des performances des machines à piston induit une accélération des recherches dans le domaine des turbines à vapeur en raison de la supériorité du mouvement rotatif sur le mouvement alternatif. Les années 1880 marquent ainsi un tournant décisif dans cette évolution avec la mise au point des turbines à action pour les hautes pressions et des turbines à réaction pour les moyennes et basses pressions.

§.1.2. Evolutions en matière de technologie des moteurs

La technologie des moteurs se transforme également. Qu'il s'agisse des transports individuels ou collectifs, des moteurs domestiques ou industriels, les utilisateurs disposent de solutions alternatives : moteur à vapeur, moteur à gaz, moteur électrique associé à une machine à vapeur ou distribué depuis une centrale thermique ou hydraulique, moteur à essence ou diesel. Vers 1900, la concurrence entre ces différents procédés est générale : dans le domaine de la traction automobile, le moteur à explosion n'a encore supplanté, ni la machine à vapeur, ni le moteur électrique. L'automobile apparaît vers 1890-1900 puis connaît une forte extension dans les années 1910-1920. Dans la petite industrie, le moteur électrique n'a pas encore remplacé le moteur à gaz, pas plus qu'il n'a remplacé, dans la grande industrie, la machine à vapeur ; la locomotive à vapeur est à son apogée alors que le tramway à vapeur est sur le point d'être remplacé par le tramway électrique ; quant au moteur électrique, il commence à bouleverser l'économie domestique.

§.1.3. L'électricité : une forme nouvelle d'utilisation de l'énergie

L'électricité ne se substitue ni à la force hydraulique ni au charbon : elle est une forme nouvelle d'utilisation de ces énergies. Le développement de ses usages provient de sa capacité à fournir des réponses appropriées aux difficultés de fonctionnement des systèmes en place et à de nouvelles aspirations qui ne peuvent être satisfaites par les technologies en vigueur. Entre 1880 et 1900, la technologie électrique passe du statut d'adjuvant modeste du système à une position dominante. Elle présente, en comparaison des autres technologies, des avantages considérables tant du point de vue de son utilisation (elle permet un fonctionnement régulier des machines d'où une possible standardisation des produits) que du point de vue de ses modes de transport et de distribution. Ces évolutions sont complémentaires : l'extension des réseaux électriques est à la fois une cause et une conséquence de la multiplication des usages de l'électricité et l'amélioration de ses modes d'utilisation justifie l'accroissement du nombre et de la puissance des centrales et l'allongement des lignes de transport et de distribution. Les centrales de distribution locales, construites dans les années 1880, ont pour fonction première l'éclairage, mais elles diversifient par la suite leur offre en fournissant la force motrice. Elles sont encore nombreuses au début du siècle : en 1907, il y a environ 1 400 usines productrices dont 950 fournissent du courant continu. La découverte, au début des années 1890, des possibilités offertes, pour le transport à distance, par le courant alternatif haute tension, associé à l'usage des transformateurs, renforce cette dynamique. Il est alors possible, à partir d'une source unique, de faire fonctionner aussi bien des moteurs à courant continu qu'à courant alternatif. Le courant est fourni, pour l'éclairage comme pour la force, à n'importe quel voltage et à n'importe quelle fréquence. La mise en place de transformateurs permet ensuite de passer d'une logique de centrale à une logique de réseau. Les courants alternatifs à haute tension, en particulier les courants polyphasés, permettent de transporter économiquement de l'énergie à distance en la divisant à l'infini. À partir de centrales productrices de grande puissance, mettant en œuvre des turbines hydrauliques ou à vapeur, des réseaux de transport à grande distance diffusent un courant alternatif haute tension polyphasé qui peut être transformé en courant alternatif à faible tension ou en courant continu. Le couplage de réseaux de même fréquence et de tensions différentes permet d'échanger de l'énergie à tout moment. Il est alors possible de relier à ce nouveau réseau les réseaux antérieurs équipés en courant continu haute tension ou en alternatif basse tension grâce à des dispositifs de conversion. La voie est ainsi ouverte pour la formation de maillages régionaux, nationaux et internationaux de plus en plus serrés et de plus en plus étendus. En France, les réseaux haute tension, mis en place avant 1914, par des sociétés de transport et de distribution, conservent un caractère régional et c'est dans les années 1920 qu'est réalisée l'interconnexion nationale.

L'énergie hydraulique retrouve un nouvel essor grâce à l'utilisation de turbines à haut rendement pour des générateurs électriques. C'est ainsi qu'en 1914, les centrales alpines assurent les deux-tiers de la production française hydroélectrique. L'entre-deux-guerres est marqué par un effort général d'interconnexion et de standardisation. L'essor des usages de l'électricité est cependant ralenti par la résistance des modes d'utilisation de l'énergie préexistants (gaz, machine à vapeur). En effet, l'ensemble des équipements techniques est adapté à ces formes initiales d'utilisation et l'apparition de l'électricité condamne à l'obsolescence une partie importante des infrastructures, ou nécessite leur reconstruction. Pour que l'électricité passe d'une position marginale à une position centrale, des investissements considérables sont nécessaires. En 1930, en France, 70 % des établissements industriels dans le secteur secondaire n'ont pas l'électricité, celle-ci conquiert pourtant, progressivement, une position dominante au sein du système. Le développement de la demande offre alors des perspectives immenses pour de nombreuses entreprises privées qui organisent la production et la commercialisation de câbles et de fils électriques, de poteaux, de lampadaires, de moteurs, etc. L'électricité accompagne le développement de l'économie domestique caractérisée par une consommation croissante de biens durables et de services. Cette croissance, indissociable du développement du réseau bancaire qui modifie le système de financement des entreprises, favorise l'émergence de nouveaux modes de production et de formes nouvelles de transport et de communication.

§.2. Mécanisation des opérations de production et organisation du travail

Les évolutions scientifiques et techniques qui se produisent entre 1780 et 1850 ne sont pas sans effet sur l'organisation du travail. La manufacture et la grande usine n'ont pas été inventées au XX^e siècle. Ce type d'organisation existe depuis le XVIII^e siècle : il s'agit d'un local où sont concentrées des productions rassemblant des centaines d'individus. La plupart des secteurs de production sont touchés par la recherche de la substitution de la machine à l'homme : l'exploitation minière, la métallurgie, la chimie, la filature des fibres, l'agriculture. La mise au point des machines est rendue possible par celle, préalable, des engrenages¹³⁹². Des améliorations sont obtenues dans la transmission du mouvement grâce au passage des arbres en bois aux arbres moteurs en fer. Autre changement : l'entraînement. À partir d'un arbre moteur, l'entraînement passe par la mise au point de la poulie et de la courroie de cuir avec un système de débrayage permettant de passer facilement de l'arrêt au mouvement. L'exemple emblématique de la mécanisation est celui de la

¹³⁹² - 1840 -

machine à coudre : THIMONNIER¹³⁹³ pour la confection, SINGER¹³⁹⁴ pour la confection et l'usage familial. La mécanisation s'étend à la filature des fibres : ARKWRIGHT¹³⁹⁵ met au point les premières cardes¹³⁹⁶. La première machine à filer, le waterframe, est un métier hydraulique. Le premier modèle comporte 48 broches, c'est-à-dire qu'il effectue 48 fois le travail d'une fileuse. Des modèles de 80 et 90 broches sont ensuite mis au point pour produire des fils de chaîne. La mule, autre machine à filer mise au point par les Anglais, produit des fils de trame. ROBERTS¹³⁹⁷, mécanicien anglais, met au point un métier automate (self-acting) qui permet d'automatiser le filage : l'homme n'est plus que surveillant. Les changements des méthodes de production atteignent également la chimie qui est transformée par la fabrication de la soude industrielle¹³⁹⁸ et par la distillation de la houille qui aboutit, bien avant la découverte de l'électricité, à l'utilisation du gaz pour l'éclairage¹³⁹⁹. La distillation de goudrons de houille permet la fabrication de solvants et le traitement du bois. La découverte de l'aniline permet la fabrication des premiers colorants artificiels¹⁴⁰⁰. La métallurgie se transforme également grâce à la mise au point du convertisseur BESSEMER¹⁴⁰¹.

Les années 1870-1880 et le dernier quart du XIX^e siècle voient apparaître des usines de plusieurs milliers de salariés. En France, en 1906, les établissements inférieurs à 10 personnes accueillent 60 % de l'ensemble de la main d'œuvre salariée et les entreprises supérieures à 100 personnes accueillent 25 % de l'ensemble. En 1926, les établissements supérieurs à 500 salariés emploient 20 % de la main d'œuvre salariée, 80 % continuent à travailler dans de petits établissements. La même année, les entreprises employant moins de 10 salariés regroupent 40 % de la main d'œuvre. En 1954, les entreprises de plus de 500 salariés d'une part et les entreprises de moins de 10 salariés d'autre part regroupent 25 % de la main d'œuvre. Le temps de l'organisation scientifique s'installe dans les années 1900-1920, notamment pendant la Première guerre mondiale qui voit l'État avancer les fonds aux entrepreneurs de manière à accélérer les évolutions de l'appareil productif. Le fait qu'un grand nombre d'hommes se trouvent mobilisés sur le terrain des hostilités conduit les ingénieurs à inventer des méthodes permettant de faire travailler des femmes sur des machines. Cela aboutit à une automatisation poussée dans les usines neuves.

¹³⁹³ - 1845 -

¹³⁹⁴ - 1856 -

¹³⁹⁵ - 1760 -

¹³⁹⁶ La cardes est une machine circulaire qui fait passer les fibres sur des espèces de râtaux qui les étirent et les peignent.

¹³⁹⁷ - 1825 -

¹³⁹⁸ - 1785 -

¹³⁹⁹ - 1802 -

¹⁴⁰⁰ - 1856 -

¹⁴⁰¹ - 1856 -

L'apparition de nouveaux métaux, comme par exemple les alliages acier/tungstène, et les progrès faits dans le domaine de la cristallographie modifient les modes de production notamment dans l'horlogerie, l'armement, la fabrication des cycles, etc. Ces nouveaux métaux accélèrent la vitesse de coupe des machines-outils qui par ailleurs commencent à être mues, non plus par l'énergie hydraulique mais par l'énergie électrique donc avec une grande régularité. Grâce à des métaux plus durs, les machines travaillent plus vite. La production entre alors dans l'ère de l'automatisation : les machines remplacent la force humaine. Par ailleurs, la régularité des machines, obtenue grâce à l'électricité et aux nouveaux métaux, permet la standardisation. Les pièces, toutes identiques, deviennent interchangeables.

§.3. Amélioration quantitative et qualitative des moyens de transport et de communication

La France crée l'École Royale des Ponts et Chaussées¹⁴⁰² afin d'assurer une formation aux techniques de construction des routes. En Angleterre, des recherches permettent d'établir des règles pour le tracé des pentes, pour le profil bombé des routes de manière à permettre l'écoulement des eaux, pour améliorer la résistance des chaussées. Le revêtement des routes ne devient opératoire qu'avec l'invention¹⁴⁰³ du rouleau compresseur. Dans le dernier tiers du XVIII^e siècle, la technique de construction des ponts marque de grands progrès avec l'apparition des ponts suspendus. En ce qui concerne les véhicules, le développement de la métallurgie permet de construire des essieux en fer forgé, des ressorts de suspension et des bandages de roues, améliorations considérables, notamment pour les véhicules de transport de voyageurs à longue distance. À la fin de la Restauration en France, apparaissent des véhicules adaptés au trafic urbain avec le développement des voitures omnibus. La principale innovation vient de la traction des voitures par la vapeur sur des chemins de fer. Au début du XIX^e siècle, des machines à haute pression sont utilisées pour tirer les wagonnets de charbon. STEPHENSON substitue des rails en fer forgé aux rails en fonte et met au point, en 1813, une première machine pour tracter les wagonnets. En 1845 est inaugurée la première ligne, pour passagers et marchandises, dans le nord du Yorkshire. La France connaît, à peu près au même moment, l'utilisation du chemin de fer dans les mines. À la suite du succès de l'exploitation du Manchester-Liverpool, les réseaux ferroviaires se multiplient en Grande-Bretagne. Dès 1850, l'Angleterre dispose de plus de 10 000 km de voies en activité, alors que la France en compte moins de 3 000. Le développement des chemins de fer en France s'effectue sous le second Empire avec la mise en place du réseau national. Le développement des communications s'étend aussi à la voie fluviale. En 1820, l'Angleterre a un

¹⁴⁰² - 1747 -

¹⁴⁰³ - 1840 -

réseau de canaux de 6 400 km ; le réseau français en comporte moins de 1 000. Sur ces réseaux de navigation, la vapeur est adaptée. C'est en Amérique, sur l'East River, que le premier bateau à vapeur fonctionne et, de son succès, naît le développement de cette technique, à la fois aux États-Unis et en Angleterre. La France de la Restauration importe d'Angleterre la technologie des bateaux à vapeur ainsi que les mécaniciens capables de les conduire. Avec l'adaptation de la vapeur à des bateaux capables de traverser l'Atlantique, une nouvelle dimension¹⁴⁰⁴ est atteinte. La mise au point par des constructeurs français de l'hélice permet la propulsion de nouveaux navires : la substitution des hélices aux roues à aubes marque un tournant dans le développement de la navigation.

Conclusion

Les principaux changements évoqués dans les domaines de l'énergie, de la mécanisation des opérations de production et de l'organisation du travail, dans le domaine des moyens de transport et de communication, sont cohérents entre eux dans la mesure où chacun d'eux a des répercussions dans le temps sur les autres : le changement de l'un, l'énergie par exemple, ne se conçoit pas sans un changement de méthode de production et d'organisation du travail qui à son tour est lié à un nouveau mode de transport et d'information. Les innovations techniques, qui permettent au mode de production capitaliste de se développer dans le cadre de la propriété privée des moyens de production, ont pour effet de contraindre la bourgeoisie industrielle à accueillir en son sein les collaborateurs nécessaires au maintien et au renforcement de son assise sociale, nouveaux membres qui vont s'enrichir grâce à elle. Pour conserver son pouvoir économique et social et la domination idéologique qu'elle a réussi à instaurer, la bourgeoisie doit sans arrêt transformer et "révolutionner" l'organisation de la production et élargir les bases de sa domination. L'État, organisation administrative de la classe bourgeoise, permet à celle-ci de s'élargir en sélectionnant, grâce à l'école, ceux qu'elle juge dignes d'admettre en son sein.

¹⁴⁰⁴ - 1819, première traversée transatlantique par un bateau à vapeur -

Section II. Elaboration du système de formation et d'enseignement professionnel et "technique"¹⁴⁰⁵ : étude socio-historique et structurale

§.1. Auto-instruction mutuelle et enseignement scolaire pendant la première moitié du XIX^e siècle : deux modes de socialisation divergents

L'évocation de l'histoire sociale de l'élaboration du système de formation et d'enseignement professionnel et technique ne peut occulter le fait que, bien avant que la scolarisation ne soit généralisée, la plupart des ouvriers parisiens étaient capables de lire et d'écrire. Outre une multitude de témoignages, il existe des confirmations statistiques indirectes du niveau d'instruction des ouvriers parisiens grâce notamment aux renseignements concernant les conscrits. Ainsi, en 1827-1829, près de 80 % des conscrits de la Seine savent lire alors qu'ils ne sont que 45 % sur l'ensemble du territoire. Par ailleurs, des enquêtes menées par la Chambre de Commerce de Paris entre 1847 et 1860, il ressort que plus de 85 % des ouvriers parisiens savent lire et écrire. Pour ces individus qui n'ont pas fréquenté l'école, cette appropriation n'a été possible que grâce à une multitude d'apprentissages mutuels. Un tel mode d'apprentissage est confirmé par des témoignages autobiographiques, des enquêtes d'institution d'aide sociale ainsi que par l'analyse de contrats d'apprentissage. Ainsi, la consultation des registres d'élaboration de contrats d'apprentissage révèle que, jusqu'à la fin des années 1870, ces contrats comportaient des clauses d'instruction mutuelle des apprentis du même atelier, hors de toute institution scolaire. Il s'agissait d'un moyen d'attirer des apprentis désirant à la fois gagner leur vie et apprendre à lire et à écrire. Dans de nombreuses professions, c'était généralement entre 15 et 20 ans, qu'ouvrières et ouvriers effectuaient ou complétaient leur instruction élémentaire, lorsqu'ils commençaient à marchander leur travail, ou bien lorsqu'ils cherchaient à se constituer une culture individuelle par l'écrit. Quant à ceux qui prenaient des responsabilités dans des associations ouvrières, ils se donnaient une instruction mutuelle préalable en quelques semaines. Cependant les pratiques d'auto-instruction n'étaient pas sans menacer les intérêts de la

¹⁴⁰⁵ « Parler d'enseignement technique strictu senso au XVIII^e siècle est un anachronisme. C'est seulement dans la deuxième moitié du XIX^e siècle que se mettent en place dans la plupart des pays industrialisés des systèmes d'enseignement de masse pour la formation professionnelle. En France, par exemple, le terme d'enseignement technique apparaît dans la littérature pédagogique et administrative au cours des années 1860, lorsque le gouvernement se préoccupe d'organiser nationalement la formation professionnelle pour le commerce et l'industrie. D'un autre côté, on peut trouver à toutes les époques des exemples d'enseignement à finalité directement professionnelle qui rentreraient aujourd'hui dans ce qu'on appelle l'enseignement technique. » B. BELHOSTE, *L'enseignement technique*, in *Dictionnaire européen des Lumières* sous la direction de M. DELON, PUF, 1997, p.400-403

classe bourgeoise dans la mesure où elles étaient généralement élaborées dans le cadre d'une défense collective des intérêts de la classe ouvrière. L'auto-instruction populaire, indissociable de l'organisation de luttes sous forme mutuelles et coopératives, a en effet pour objet de construire, d'échanger et de mobiliser des savoirs permettant une amélioration générale et collective des conditions sociales, d'apprendre à savoir et à pouvoir décider et agir, en concertation avec les autres, pour des valeurs d'humanisation. Ce type d'instruction a pour objet d'assurer la promotion collective de tout un groupe par le biais de coopérations et non de multiplier les seules réussites ou promotions sociales individuelles. L'enseignement scolaire évite de diffuser les savoirs susceptibles d'en permettre sa propre critique dans la mesure où ceux-ci seraient susceptibles de le remettre en cause. C'est dans ce contexte que les débats du mouvement ouvrier sur la question de l'école prennent toute leur importance, débats qui culminent en 1867-1869 sur la question suivante : faut-il revendiquer une instruction scolaire obligatoire, laïque et gratuite, ou maintenir la liberté contre l'emprise de l'État ? D'un côté, l'instruction libre permet un pouvoir ouvrier direct sur l'éducation ; de l'autre, l'enseignement étatique obligatoire et gratuit a l'avantage de retirer les enfants du marché du travail ouvrier, à une époque où l'emploi des enfants, comme celui des femmes et des étrangers¹⁴⁰⁶, est un moyen patronal systématique de briser la résistance ouvrière. C'est parce que la scolarité obligatoire est perçue comme une opportunité permettant d'améliorer le prix du travail ainsi que les conditions de lutte, que les ouvriers parisiens finissent par se rallier à la solution de l'école gratuite d'État avec l'espoir et l'intention de l'amender dans un sens favorable à l'émancipation ouvrière et à l'esprit de coopération et d'entraide. Or l'évolution prise va être non celle d'une promotion collective, mais d'une promotion individuelle de quelques individus sur-sélectionnés. Les transfuges, qui réussissent à quitter leur classe et à accéder aux classes moyenne ou bourgeoise, confortent la règle tout en élargissant l'assise des dominants. Quant aux élèves désignés scolairement "inaptes", non seulement ils doivent intérioriser leur condition mais il est nécessaire d'éviter qu'ils puissent élaborer l'idée que leurs prétendues "inaptitudes" individuelles pourraient se révéler autres dans un contexte différent et dans le cadre d'un projet collectif : à l'école, n'est pas enseignée la force du groupe, de l'association. L'efficacité de la transmission de savoirs transmis dans un rapport de domination est telle que ce qui est incorporé est davantage la soumission que les connaissances. Pour élargir les bases de sa domination, la classe bourgeoise est amenée à faire fonctionner un certain nombre de filtres de manière à prévenir l'intrusion de parvenus atypiques dans les sphères du pouvoir, sans cesser pour autant de qualifier les collaborateurs

¹⁴⁰⁶ « En 1851, où ils sont recensés pour la première fois, ils sont environ 380 000. Trente ans plus tard, on compte un million d'ouvriers immigrés dans le pays. » G. NOIRIEL, *Les ouvriers dans la société française, XIX^e-XX^e siècle*, éditions du Seuil, collection Points, 1986, p.17

(ingénieurs, techniciens, ouvriers) dont elle a besoin. La bourgeoisie doit assurer la production et la reproduction de la force de travail au moindre coût possible. Les formations de collaborateurs qui sont mises en place ne doivent être ni trop longues, ni trop onéreuses, non seulement parce qu'à l'origine, nous le verrons, leurs coûts sont assurés par les entreprises, mais également pour éviter que ces formations acquièrent une trop grande valeur sur le marché du travail. La valeur d'une marchandise comme la force de travail est en effet d'autant plus forte que le temps de travail qui a permis de la constituer est grand. D'autre part, la classe bourgeoise ne peut et ne veut assurer seule le financement des écoles de formation professionnelle qui voient leur nombre croître au fur et à mesure de l'accélération des évolutions techniques et scientifiques. Elle délègue alors à "l'État éducateur" qu'elle contrôle, le soin d'assurer, par l'intermédiaire de fonds publics, le financement de ces écoles qui servent ses intérêts et son expansion, écoles dont le programme est généralement élaboré au regard de ses besoins même si cette affirmation mérite, nous le verrons, d'être nuancée, écoles qui diffusent principalement une culture de la dépolitisation et de la désolidarisation, l'individualisme remplaçant l'évidence du combat solidaire.

§.2. Mise en place de grandes écoles d'enseignement technique supérieur et réticence vis-à-vis du développement de la formation professionnelle "de base"

Nous avons déjà évoqué, lors des chapitres précédents, la manière dont dès le XVIII^e siècle et à l'initiative de l'État, se mettent en place de grandes écoles d'enseignement technique supérieur, destinées à répondre aux besoins des grands corps civils et militaires en hauts fonctionnaires, en cadres scientifiques, techniques et administratifs de haut niveau : École Royale des Ponts et Chaussées, École Royale des Mines, École Royale du Génie de Mézières, Écoles Royales Militaires. Ces écoles, progressivement rattachées à l'École Centrale des Travaux Publics créée par la Convention Nationale en l'An III, dispensent plutôt un enseignement scientifique à finalité professionnelle qu'un enseignement proprement technique. Le Conservatoire des Arts et métiers¹⁴⁰⁷ est conçu afin d'expliquer la construction et l'emploi des outils et des machines utiles... précisément aux arts et aux métiers. Ce réseau d'établissements se développe au début du XIX^e siècle avec la création de l'École spéciale de commerce de Paris en 1820 et de l'École centrale des Arts et manufactures en 1829, établissement privé jusqu'en 1859, destiné à la formation des ingénieurs

¹⁴⁰⁷ Création le 19 vendémiaire, An III (10 octobre 1794)

de l'industrie privée¹⁴⁰⁸. La fin du XIX^e siècle, après la défaite de 1870, voit la création de l'École libre des Sciences Politiques en 1871, l'École de Guerre en 1875, l'Institut National Agronomique (INA) en 1876, l'École des Hautes Études Commerciales (HEC) en 1881, ainsi que l'émergence d'instituts annexés aux Facultés des sciences¹⁴⁰⁹ ayant pour objectifs la formation d'experts capables à la fois d'adapter les sciences et les techniques aux procédés industriels et de s'intégrer à l'organisation hiérarchique des entreprises. Ces écoles ou instituts, qui dispensent notamment des enseignements dans les domaines de la chimie, de l'électricité, de l'aéronautique, constituent, à l'aube du XX^e siècle, l'ébauche d'un enseignement technique universitaire. La priorité accordée par l'État à la création de ces prestigieuses institutions d'enseignement des savoirs et des techniques relève d'une analyse en termes de pouvoir et de domination : elle doit également être examinée au regard de la qualité toute relative de la formation professionnelle des ouvriers, des employés et des professions intermédiaires et notamment de celle des premières écoles d'enseignement technique de niveau élémentaire¹⁴¹⁰ créées sous l'Empire. « *La bourgeoisie, qui, en créant pour ses fils les écoles polytechniques, agronomiques, etc., ne faisait pourtant qu'obéir aux tendances intimes de la production moderne, n'a donné aux prolétaires que l'ombre de l'enseignement professionnel.* »¹⁴¹¹ Les résistances de l'État à élaborer une politique cohérente de formation des ouvriers et des catégories intermédiaires, sont liées, malgré d'inévitables variantes historiques liées aux formes de mise en œuvre des politiques éducatives des différents gouvernements, à ses tentatives pour garantir la pérennité de l'ordre établi, tentatives perceptibles dans le maintien, au stade embryonnaire, de l'ensemble des réglementations du travail et de la formation et en laissant libre cours aux initiatives locales et privées en ce domaine. Rappelons que c'est en 1838, au moment où il écrit *Les Misérables*, que Victor HUGO dénonce le travail

¹⁴⁰⁸ « Dans l'École centrale de Paris, on ne dresse pas d'ouvriers ; on y prépare des manufacturiers instruits. On y forme des directeurs de grandes exploitations, des ingénieurs civils, des mécaniciens d'un degré supérieur. Il n'y a point d'atelier, il n'y a que des laboratoires de chimie, de physique pour les démonstrations des leçons et pour l'explication raisonnée des principes et des procédés de minéralogie, de métallurgie, de teinture, de statique, etc. » Circulaire du ministre des Travaux publics, de l'Agriculture et du Commerce aux préfets, 31 juillet 1837 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours, tome 1 : 1789-1926*, éditions Economica et INRP, 1987, p.16

¹⁴⁰⁹ Entre 1883 et 1914, A. GRELON établit à vingt-cinq le nombre de ces créations d'écoles ou d'instituts. A. GRELON, *Les universités et la formation des ingénieurs en France (1870-1914)*, Revue Formation-Emploi, n°27-28, juillet-décembre 1989, éditions La Documentation Française, p.65-85

¹⁴¹⁰ L'école de Compiègne, créée en l'An XI (1803), a pour mission de former "de bons ouvriers et des chefs d'ateliers". Cette école, appelée école des arts et métiers, est transférée à Châlons-sur-Marne en 1806. Une seconde école est d'abord instituée à Beaupréau en l'An XII (1804) avant d'être transférée à Angers en 1815.

¹⁴¹¹ K. MARX, *Le Capital*, Livre I, quatrième section, chapitre XIV, éditions Champs Flammarion, 1985, p.350

des enfants¹⁴¹² et que ce n'est qu'en 1841, suite à un rapport de Charles DUPIN, qu'est promulguée la loi interdisant de faire travailler dans les fabriques les enfants de moins de huit ans¹⁴¹³. Pour Claude GRIGNON¹⁴¹⁴, les résistances des pouvoirs publics à élaborer une politique cohérente de formation professionnelle prennent la forme qui convient le mieux à la reproduction des structures sociales. C. GRIGNON remarque que les résistances opposées par le système d'enseignement à la demande économique et sociale de formation tendent à diminuer, voire à s'annuler, lorsqu'elles entrent directement en conflit avec les intérêts des classes supérieures et avec la nécessité de transmettre aux enfants issus de ces classes le minimum de savoirs requis pour l'exercice des professions auxquelles ils doivent nécessairement accéder pour que se perpétue la domination des classes dominantes. Remarquant que les résistances sont, au contraire, très fortes à l'égard de métiers situés au plus bas de la hiérarchie sociale, C. GRIGNON émet l'hypothèse que ces résistances sont probablement à rapporter au fait qu'enseigner une profession revient à accroître la valeur

¹⁴¹² « Où vont tous ces enfants dont pas un seul ne rit ? / Ces doux êtres pensifs, que la fièvre maigrit ?
Ces filles de huit ans qu'on voit cheminer seules ? / Ils s'en vont travailler quinze heures sous des meules ;

Ils vont, de l'aube au soir, faire éternellement / Dans la même prison le même mouvement.

Accroupis sous les dents d'une machine sombre, / Monstre hideux qui mâche on ne sait quoi dans l'ombre.

Innocents dans un baigne, anges dans un enfer, / Ils travaillent. Tout est d'airain, tout est de fer.

Jamais on ne s'arrête et jamais on ne joue. / Aussi quelle pâleur ! La cendre est sur leur joue.

Il fait à peine jour, ils sont déjà bien las. / Ils ne comprennent rien à leur destin, hélas !

Ils semblent dire à Dieu : " Petits comme nous sommes, / Notre père, voyez ce que nous font les hommes ! "

Ô servitude infâme imposée à l'enfant ! / Rachitisme ! Travail dont le souffle étouffant

Défait ce qu'a fait Dieu ; qui tue, œuvre insensée, / La beauté sur les fronts, dans les cœurs la pensée,

Et qui ferait - c'est là son fruit le plus certain - / D'Apollon un bossu, de Voltaire un crétin !

Travail mauvais qui prend l'âge tendre en sa serre, / Qui produit la richesse en créant la misère,

Qui se sert d'un enfant ainsi que d'un outil ! / Progrès dont on demande : « Où va-t-il ? Que veut-il ? »

Qui brise la jeunesse en fleur ! Qui donne, en somme, / Une âme à la machine et la retire à l'homme !

Que ce travail, haï des mères, soit maudit ! / Maudit comme le vice où l'on s'abâtardit,

Maudit comme l'opprobre et comme le blasphème ! / Ô Dieu ! Qu'il soit maudit au nom du travail même,

Au nom du vrai travail, saint, fécond, généreux, / Qui fait le peuple libre et qui rend l'homme heureux ! » V. HUGO, *Les Contemplations*, Livre Troisième, Les luttes et les rêves, Melancholia, éditions du Livre de Poche, 1985, p.153-154

¹⁴¹³ La loi du 22 mars 1841 prévoit une limitation de la durée du travail à huit heures pour les enfants de huit à douze ans, à douze heures ensuite. Le corps d'inspecteurs du travail, créé par cette loi ne sera effectivement mis en place qu'en 1874. À cette date, l'âge limite pour le travail de l'enfant sera fixé à douze ans. C'est en 1892 qu'une loi interdira le travail de nuit pour les femmes dans les usines ; la journée de travail à cette époque sera de dix heures au moins et le repos hebdomadaire ne sera imposé par la loi qu'en 1906.

¹⁴¹⁴ C. GRIGNON, *L'ordre des choses, Les fonctions sociales de l'enseignement technique*, éditions de Minuit, 1971, p.49-50

économique de ceux qui l'exercent¹⁴¹⁵ ainsi que la valeur symbolique de cette profession¹⁴¹⁶. Ainsi pour que le système d'enseignement contribue de manière directe et efficace à la reproduction des structures sociales, il est nécessaire que les professions situées au plus bas de la hiérarchie, notamment les professions ouvrières, ne fassent l'objet d'aucun enseignement¹⁴¹⁷. Cette hypothèse permet d'expliquer en partie les résistances historiques des pouvoirs publics à favoriser le développement de la formation professionnelle ainsi que sa propension à privilégier l'émergence et la formation d'une "élite ouvrière" chargée d'assurer la médiation technique et morale entre ceux qui commandent et ceux qui exécutent.

§.3. Accélération du développement du capitalisme industriel et intensification du dualisme entre dirigeants et exécutants

Le XIX^e siècle voit une accélération du développement du capitalisme industriel : la fraction la plus dynamique de la bourgeoisie investit les revenus de ses propriétés terriennes ainsi que le capital accumulé par le grand négoce dans de nouvelles entreprises où ceux qui ne possèdent rien trouvent plus ou moins facilement à vendre leur force de travail. La plus-value, que cette opération ajoute aux matières premières, constitue alors la source essentielle du profit. Dans les années 1860, la plupart des ouvriers qui débute, dans une fabrique, sur un poste de travail n'ont aucune formation professionnelle. L'acquisition des gestes du métier se fait "sur le tas", les savoir-faire s'acquièrent en situation, l'emploi de machines mécaniques n'exigeant pas de qualification initiale particulière. La vie entière des travailleurs se trouve ainsi

¹⁴¹⁵ - puisque le coût de leur scolarisation vient s'ajouter à l'ensemble des coûts qu'implique la reproduction de leur force de travail -

¹⁴¹⁶ « En tant que toute AP (action pédagogique) en exercice dispose d'emblée d'une AuP (autorité pédagogique), le rapport de communication pédagogique dans lequel s'accomplit l'AP tend à produire la légitimité de ce qu'elle transmet en désignant ce qui est transmis, du seul fait de le transmettre légitimement, comme digne d'être transmis, par opposition à tout ce qu'elle ne transmet pas. » P. BOURDIEU et J.C. PASSERON, *La reproduction*, op. cit., p.37

¹⁴¹⁷ « La manufacture produit ainsi dans chaque métier dont elle s'empare une classe de simples manouvriers que le métier du Moyen Âge écartait impitoyablement. Si elle développe la spécialité isolée au point d'en faire une virtuosité aux dépens de la puissance de travail intégrale, elle commence aussi à faire une spécialité du défaut de tout développement. À côté de la production hiérarchique prend place une division simple des travailleurs en habiles et inhabiles. Pour ces derniers les frais d'apprentissage disparaissent ; pour les premiers ils diminuent comparativement à ceux qu'exige le métier ; dans les deux cas la force de travail perd de sa valeur ; cependant la décomposition du procès de travail donne parfois naissance à des fonctions générales qui, dans l'exercice du métier, ne jouaient aucun rôle ou un rôle inférieur. La perte de valeur relative de la force de travail provenant de la diminution ou de la disparition des frais d'apprentissage entraîne immédiatement pour le capital accroissement de la plus-value, car tout ce qui raccourcit le temps nécessaire à la production de la force de travail agrandit ipso facto le domaine du surtravail. » K. MARX, *Le Capital*, Livre I, quatrième section, chapitre XIV, éditions Champs Flammarion, op. cit., p.259-260

confisquée par la durée de la journée de travail¹⁴¹⁸ et la tâche vise à produire en un temps toujours décroissant une quantité toujours croissante de biens. Mais si l'État se préoccupe en priorité de la formation des chefs d'entreprises, des ingénieurs et des cadres techniques, administratifs et commerciaux, son action dans le domaine de la formation des ouvriers et des employés, des techniciens et des cadres moyens, va cependant déboucher, au terme d'un long processus historique, sur la constitution progressive d'un enseignement professionnel et technique. L'élaboration de cet enseignement et son évolution vers une scolarisation des apprentissages¹⁴¹⁹ ne peuvent cependant se comprendre en prenant seulement en compte la seule dimension du développement technico-économique. L'organisation du système éducatif est en effet commandée par l'existence des classes sociales et l'histoire de la constitution de l'enseignement professionnel et technique est inséparable de celle de l'enseignement général : il s'agit d'une histoire commune dont l'élaboration nécessite d'être rapportée au processus de perpétuation de la division de la société en deux classes antagonistes, celle des dirigeants et celle des exécutants, la première exploitant la seconde. Dans ce cadre, il n'est alors possible d'occulter ni le souci, exprimé notamment par les représentants du patronat, de moralisation¹⁴²⁰ du prolétariat urbain¹⁴²¹, ni le projet antagonique d'inventer de nouvelles formes de qualifications professionnelles susceptibles de permettre une émancipation collective des individus.

Dans le prolongement des événements qui se sont produits en 1789, il y a notamment la volonté d'instaurer un nouveau système d'instruction publique. CONDORCET, à la suite de TALLEYRAND, élabore, avant la Révolution, un projet d'enseignement progressif organisé en degrés dont le premier (école primaire) est commun et gratuit. Pour CONDORCET, il s'agit de permettre aux élèves méritants et talentueux de pouvoir poursuivre leurs études, degré après degré, et ce indépendamment de leur naissance et de leur fortune. Or, bien que ce projet

¹⁴¹⁸ La durée moyenne de la journée de travail dans l'industrie est alors de quatorze heures pour un adulte comme pour un enfant de plus de douze ans.

¹⁴¹⁹ L'apprentissage désigne la transmission d'un métier d'un maître à son apprenti. L'apprentissage s'opère sur le lieu de travail, à l'atelier ou à l'échoppe, et se caractérise généralement par l'absence, ou la faiblesse, des connaissances théoriques et par l'accentuation de la pratique. De ce fait, il s'agit plus d'un transfert de savoir-faire par le biais de l'imitation de gestes ou de pratiques que d'un transfert de connaissances.

¹⁴²⁰ Il s'agit d'organiser le contrôle des comportements individuels et collectifs de la classe ouvrière afin de rendre ces comportements compatibles avec les intérêts du patronat et plus généralement, de la bourgeoisie industrielle dont le pouvoir économique et politique se renforce depuis la Monarchie de Juillet jusqu'à la Troisième République. Il s'agit d'inculquer l'habitude de l'ordre, de la discipline et du travail.

¹⁴²¹ « Pour les bourgeois de Paris, les classes laborieuses sont et restent en marge de la ville, de la même manière qu'aux époques anciennes, ces catégories de population que l'on confondait avec les groupes criminels. » L. CHEVALIER, *Classes laborieuses et Classes dangereuses à Paris, pendant la première moitié du XIX^e siècle*, éditions Hachette, collection Pluriel, 1984, p.596

soit fondé sur l'idée d'égalitarisme et sur la volonté d'abolir domination et asservissement¹⁴²², G. VINCENT a pu montrer¹⁴²³ que l'idéologie de la nécessité d'un dualisme (des dirigeants et des concepteurs d'un côté, des exécutants plus ou moins qualifiés de l'autre) structure cette organisation en degrés : celle-ci cache en effet des distinctions de forme et de contenu d'enseignement et a pour fonction de mettre chacun à sa place¹⁴²⁴. CONDORCET propose de créer des écoles primaires pour tous les enfants de six à dix ans en vue de l'apprentissage du lire-écrire-compter, des écoles secondaires pour les élèves de dix à treize ans où, en plus d'un approfondissement des connaissances acquises en primaire, est dispensée une formation nécessaire à l'exercice d'un métier (notions scientifiques, techniques et commerciales élémentaires), des instituts (départementaux) où les "meilleurs" élèves¹⁴²⁵ accèdent à la connaissance scientifique et aux questionnements sur les fins et les valeurs, et des lycées. Ce faisant, CONDORCET distingue deux formes d'"enseignement secondaire" : d'une part une formation professionnelle dispensée dans les écoles secondaires (conçues comme degré supérieur de l'enseignement primaire), d'autre part une formation de l'esprit critique par la science dans les instituts. Si CONDORCET parvient à concilier principe républicain et inégalité d'instruction, c'est parce que la plupart des enseignements dispensés sont scientifiques et même lorsqu'ils

¹⁴²² Rappelons que, pour CONDORCET, l'idée même d'instruction publique implique que, dès le plus jeune âge (premier degré commun à tous), l'enfant pense par lui-même, refuse toute autorité extérieure, est citoyen. Il existe un lien étroit entre la science, qui s'enseigne dès le premier degré, et la citoyenneté. Il est frappant de constater que ce programme ressemble bien davantage à celui recommandé par les autorités ayant en charge l'instruction communale pendant l'épisode de La Commune de Paris (cf. citation suivante : le manifeste adressé aux instituteurs et institutrices du XVII^e arrondissement, Paris, 3 avril 1871) qu'à celui de Jules FERRY qui s'est réclamé indûment de l'héritage de CONDORCET. « *Les instituteurs et institutrices des écoles et salles d'asile publiques du XVII^e arrondissement sont invités à se conformer aux instructions suivantes : ils emploieront exclusivement la méthode expérimentale ou scientifique, celle qui part toujours de l'observation des faits quelle qu'en soit la nature : physiques, moraux, intellectuels... L'enseignement de la morale sera à la fois usuel et théorique, dégagé de tout principe religieux ou dogmatique, afin de pouvoir être donné à tous, sans blesser qui que ce soit. Il éloignera également de l'esprit de domination et de l'esprit de servitude. Il ne sera enseigné ou pratiqué en commun, ni prières, ni dogmes, ni rien de ce qui est réservé à la conscience individuelle. Les écoles et salles d'asile communales ne contiendront, aucune image religieuse, aucun objet de culte. Les élèves n'auront à se servir d'aucun livre, d'aucun objet qui serait, en quoi que ce soit, contraire à la méthode scientifique et aux sentiments de concorde qui sont le but de la présente circulaire.* » RAMA, délégué à l'instruction communale du XVII^e arrondissement, Journal officiel, 13 avril 1871

¹⁴²³ G. VINCENT, *Histoire et structure du système scolaire : l'enseignement primaire*, Revue Française de sociologie, XIII, 1972, p.59-79

¹⁴²⁴ Déjà le projet de TALLEYRAND attribuait à l'école un rôle fonctionnel dans la division du travail : « *On doit considérer la société comme un vaste atelier. Il ne suffit pas que tous y travaillent, il faut que tous y soient à leur place, sans quoi il y a opposition de forces, au lieu du concours qui les multiplie... La plus grande de toutes les économies, puisque c'est l'économie des hommes, consiste donc à les mettre dans leur véritable position ; or, il est incontestable qu'un bon système d'instruction est le premier des moyens pour y parvenir.* » TALLEYRAND, cité par E. DURKHEIM, *L'évolution pédagogique en France*, op. cit., p.332

¹⁴²⁵ - L'élitisme républicain vise la sélection des meilleurs par la réussite de tous -

ont une finalité utilitaire, celle-ci est subordonnée aux enseignements scientifiques.

§.4. Emergence d'un enseignement technique industriel élémentaire et moyen due aux initiatives privées et locales

La période 1815-1880 voit, outre la suite du développement d'un enseignement supérieur industriel régi essentiellement par l'État ainsi que l'apparition des premières structures de formation de cadres pour l'industrie et le commerce, l'émergence d'un enseignement technique industriel élémentaire et moyen due le plus souvent à des initiatives privées et locales. Cette attention accrue portée, surtout à partir de 1830, au problème de la mise en place d'enseignements destinés à la formation d'ouvriers qualifiés et de cadres moyens s'inscrit dans le cadre des développements de la production de charbon, de vapeur, d'acier, d'électricité, de fabrication de machines-outils qui sont à l'origine de demandes de nouvelles qualifications fondées sur la maîtrise de connaissances théoriques auxquelles les formations traditionnelles "sur le tas" ne peuvent répondre. Les écoles d'Arts et métiers de Châlons-sur-Marne et d'Angers, réorganisées à plusieurs reprises, passent progressivement du niveau élémentaire au niveau moyen en abandonnant les enseignements élémentaires de lecture et d'écriture au profit d'enseignements professionnels organisés autour des ateliers de forge, de fonderie et moulages, d'ajustage et serrurerie, de tour, de menuiserie. Leur "succès" entraîne la création, en 1843, de l'école d'Aix-en-Provence. Les écoles pratiques des mines, destinées à former des conducteurs garde-mines, des directeurs d'exploitation (Saint Etienne, 1816) et des maîtres ouvriers mineurs (Alès, 1843), se situent d'emblée au niveau moyen : l'enseignement théorique¹⁴²⁶ y est étroitement associé à l'enseignement pratique¹⁴²⁷. L'école d'horlogerie (Cluses, 1863) et l'école des maîtres mineurs (Douai, 1878) complètent ce dispositif. Pour pallier la carence de l'État dans le domaine de la formation des cadres moyens de l'industrie et du commerce, de nombreux établissements privés sont alors créés. Ces initiatives répondent à des besoins spécifiques et locaux : elles sont rendues possibles grâce aux initiatives d'individus, de sociétés, d'institutions municipales et départementales, de chambres de commerce. Les établissements qui sont créés, notamment les écoles des sciences et des arts, passent rapidement du niveau élémentaire au niveau moyen. C'est notamment le cas, à Lyon, de l'école de la Martinière (1833) et à

¹⁴²⁶ - arithmétique, géométrie, dessin linéaire, dessin des machines, arpentage et lever des plans de mines, physique, chimie, minéralogie, géologie, exploitation des mines -

¹⁴²⁷ « Dans l'intervalle des leçons, les élèves s'exerceront à la pratique du travail de la forge, de la charpente et du charonnage, d'une manière appropriée à l'exploitation des mines. » Article 7 de l'ordonnance du roi instituant à Alès, l'école pratique de formation des maîtres ouvriers mineurs : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.141

Mulhouse, de l'école professionnelle (1854). Ces écoles, qui préparent à un groupe de métiers plutôt qu'à la pratique d'un seul, sont des compromis. La forme de leurs enseignements, fortement critiquée par les ouvriers, consiste généralement en une juxtaposition de morceaux de sciences et d'apprentissages de gestes dont le sens échappe aux acteurs. L'école d'Ivry (1853), qualifiée de professionnelle, ne dispense aucune formation pratique¹⁴²⁸. Ces initiatives, dispersées, hétérogènes, sans liaison entre elles, non intégrées au système déjà en place, ne suffisent pas à répondre à l'accroissement de la demande de qualifications.

§.5. Enseignement spécial et enseignement primaire supérieur : une tentative pour concilier maintien de la division sociale du travail et développement d'un enseignement professionnel à caractère scientifique dans le cadre d'un enseignement moyen et intermédiaire

C'est apparemment pour tenter de répondre de manière plus satisfaisante aux nouveaux besoins de l'industrie et du commerce que le ministère de l'Instruction publique organise et développe un enseignement professionnel à caractère scientifique se situant dans le cadre d'un enseignement moyen et intermédiaire en créant deux nouveaux ordres d'enseignement : l'enseignement spécial (1829) et l'enseignement primaire supérieur (1833). Nous verrons que la création de ces deux ordres répond non seulement à cet objectif mais également à des fonctions de conservation de l'ordre social établi.

- L'enseignement spécial, conçu pour s'adapter aux "spécialités" de l'économie locale (d'où son nom), est inspiré des Realschulen allemandes dans leur recherche de liens entre théorie et pratique. C'est en 1829, sous la Restauration, que VATIMESNIL crée l'enseignement spécial en le rattachant à l'enseignement secondaire. Dans les collèges¹⁴²⁹, pendant deux années, sont alors enseignées les sciences, leurs applications à l'industrie et la théorie du commerce ; sont également dispensés des cours de latin, de français, d'histoire et de géographie, de mathématiques, de physique, de chimie, de dessin et de langues vivantes. En 1847, sous la Monarchie de Juillet, SALVANDY allonge la durée de cet enseignement d'une année : celui-ci commence après la classe de quatrième. Au programme précédent,

¹⁴²⁸ « Les jeunes gens qui veulent embrasser de bonne heure les professions agricoles, industrielles, commerciales et artistiques reçoivent d'une manière libérale, prompte, solide et complète, les connaissances qui doivent assurer leur succès à ces différentes carrières, sans entrer toutefois dans le domaine de la pratique proprement dite qui constitue l'apprentissage. » P. POMPÉE, *Études sur l'éducation professionnelle en France*, 1863 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.21

¹⁴²⁹ - établissements municipaux offrant alors les mêmes classes que les lycées d'État -

s'ajoutent, en troisième année, des éléments de comptabilité générale, de droit commercial et d'économie agricole. En 1862, sous le Second Empire, ROULAND met en place une commission chargée d'étudier la réorganisation de l'enseignement commercial et industriel. Les conclusions des travaux de cette commission permettent à Victor DURUY d'achever, en 1865, l'organisation de l'enseignement spécial : « *Le système que je propose est bien simple : sur la base élargie et consolidée de l'enseignement primaire s'élèveront les deux enseignements secondaires : l'un classique, pour les carrières dites libérales ; l'autre professionnel, pour les carrières de l'industrie, du commerce et de l'agriculture.* »¹⁴³⁰ V. DURUY s'inscrit dans la continuité de ses prédécesseurs et innove par l'organisation et l'importance qu'il accorde à cet enseignement : jusqu'ici l'État reconnaissait et encourageait les initiatives locales, désormais il s'applique à les développer. Le caractère secondaire de l'enseignement spécial est alors affirmé : les enseignants sont des agrégés, les élèves, des lycéens. « *Le nouvel enseignement professionnel, qui aura une durée de quatre années, et gardera les enfants de douze à seize ans environ, comprendra les matières suivantes : l'instruction religieuse, la langue et la littérature françaises, les langues vivantes, l'histoire et la géographie, des notions élémentaires de morale privée et publique, de législation à l'usage des agriculteurs, des commerçants et des industriels, et d'économie industrielle et rurale ; la comptabilité, la tenue des livres, les mathématiques appliquées, la physique, la chimie et l'histoire naturelle avec leurs applications à l'agriculture et à l'industrie, le dessin linéaire, le dessin d'ornement et le dessin d'imitation, la gymnastique et le chant. [...] Nous excluons de nos écoles nouvelles les exercices d'atelier, parce que l'administration de l'instruction nationale n'est pas celle des travaux publics. Elle ne fait pas des mécaniciens, des mineurs, des contremaîtres mais, puisque l'industrie, le commerce et l'agriculture exigent chaque jour plus d'intelligence, de savoir et d'art, puisque c'est même le caractère spécial de l'industrie française que la valeur de ses produits dépende moins du prix de la matière première que de l'art et du goût de l'esprit, qui doit précéder celle de la main. Si elle n'enseigne pas une profession déterminée, elle préparera à toutes les professions.* »¹⁴³¹

¹⁴³⁰ V. DURUY, Instruction du ministre de l'Instruction publique aux recteurs, relative à l'établissement d'un enseignement secondaire dit professionnel dans les lycées, 2 octobre 1863 : par T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.180

¹⁴³¹ V. DURUY, Instruction du ministre de l'Instruction publique aux recteurs, relative à l'établissement d'un enseignement secondaire dit professionnel dans les lycées, 2 octobre 1863 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.181-182

- La loi GUIZOT (28 juin 1833, sous la Monarchie de Juillet) oblige chaque commune de plus de 6 000 habitants à entretenir une école primaire supérieure (EPS) : ces EPS sont rattachées à l'enseignement primaire. Il s'agit d'un enseignement à caractère pratique et professionnel destiné aux enfants (jusqu'à l'âge de quinze ans) appartenant aux fractions inférieures des classes moyennes et aux fractions supérieures des classes populaires. Le programme comprend des cours de géométrie avec ses applications usuelles, en particulier le dessin linéaire et l'arpentage, des notions de sciences physiques et d'histoire naturelle applicables aux usages de la vie, d'histoire et géographie de la France, ainsi que les connaissances spéciales en rapport avec les activités économiques locales. À l'origine, ces institutions ont peu de succès : les enfants, pressés de gagner leur vie, quittent assez jeunes l'école ; les maîtres qualifiés manquent. La tentative d'instaurer un enseignement primaire supérieur se solde, dans un premier temps, par un "échec".

Ces deux projets d'écoles vont avoir deux destins différents :

- l'enseignement spécial va à la fois connaître un "succès" de fréquentation sans pour autant réussir à satisfaire toutes les catégories sociales qui l'utilisent, notamment les plus aisées (familles du haut commerce, industriels aisés), ce qui va induire sa transformation en enseignement secondaire moderne ;
- le primaire supérieur ou second degré du primaire, va, dans un premier temps, "échouer" puis connaître une "seconde vie" (sous la Troisième République), en raison précisément de l'espace laissé vacant par la transformation de l'enseignement spécial en secondaire moderne.

Notre analyse du sens à accorder à ces transformations consiste à attribuer à la bourgeoisie industrielle, propriétaire des moyens de productions et détentrice du pouvoir politique, la volonté de maintenir, en élaborant une nouvelle organisation du système scolaire, la forme de division sociale du travail alors en vigueur (séparation entre puissances intellectuelles de la production et travaux manuels), forme susceptible d'être remise en question à la fois par l'évolution des formes de production (évolutions techniques), de commercialisation, de consommation et par les transformations politiques et éducatives (notamment la production de nouveaux savoirs) que cette dernière induit. Dans ce cadre, le "succès" de l'enseignement spécial pourrait alors être expliqué par le fait qu'une grande partie de la bourgeoisie, obligée par l'essor de l'économie industrielle, se serait détournée des humanités traditionnelles sans pour autant oublier ses intérêts de classe. Ayant pour ambition que ses enfants puissent embrasser facilement des carrières de petits patrons, d'industriels, de commerçants, les familles bourgeoises auraient opté pour l'enseignement spécial

dans la mesure où celui-ci leur serait apparu susceptible d'assurer un niveau de connaissances, certes différent de celui de l'enseignement classique, mais tout aussi reconnu. Une autre évolution apparaît également : l'enseignement spécial est progressivement délesté de toute forme d'enseignement pratique. C'est dans la logique de cette évolution qu'en 1890-1891, sous la Troisième République, l'enseignement spécial est transformé en enseignement secondaire moderne. Cette transformation lui permet alors de continuer à accueillir le public traditionnel bourgeois des lycées tout en décourageant, par sa longueur et sa nature théorique, "l'autre public". Quant au primaire supérieur, il a pour fonction d'accueillir et de former les garçons des classes populaires, soit aux métiers manuels, soit à ceux d'employés ou de contremaîtres. Les élèves du primaire supérieur préparent des brevets d'État, mais ne reçoivent alors ni la même forme d'enseignement, ni les mêmes contenus ; ils ne peuvent donc atteindre le même niveau scolaire que les enfants de la bourgeoisie, ni les rejoindre en cours d'études secondaires. En ce sens, l'EPS, école pour le peuple créée par la bourgeoisie, a pour fonction objective, notamment en ne dispensant pas de véritables enseignements scientifiques permettant d'interroger et de comprendre les tenants et les aboutissants des procès de production, les coûts du travail, l'existence et la nature des profits, d'éviter que les enfants de paysans et d'ouvriers puissent avoir accès à des savoirs (scientifiques, économiques et sociaux) susceptibles de leur permettre une prise de conscience de leur aliénation, puissent remettre en cause le respect de l'ordre établi - respect durablement inculqué dans les cours de morale sociale. Comme pour le primaire, le primaire supérieur a pour fonction objective de transmettre un certain nombre de savoirs dans des formes telles qu'ils puissent se réinvestir dans le technique et l'économique mais pas dans le politique, de transmettre les savoirs nécessaires aux forces productives sans échanger ces savoirs contre du pouvoir.

À partir de 1830, et après des années de relative inertie, pouvoirs publics et patronat déplorent l'insuffisance du nombre des apprentis et leur manque de qualification. Des cours théoriques, destinés aux apprentis et aux ouvriers adultes, sont alors progressivement mis en place et se développent surtout après 1850. La loi sur l'apprentissage du 22 février 1851, qui marque un retour à certaines formes d'apprentissages en vigueur sous l'Ancien Régime, prévoit outre la fixation à douze ans de l'âge minimum au travail, la limitation du nombre d'apprentis par patron et l'établissement d'un contrat avec des clauses relatives au suivi de ces cours ; cette loi stipule également que la journée de travail effectif des apprentis âgés de moins de quatorze ans ne peut excéder dix heures, que celle des apprentis âgés de quatorze à seize ans ne peut excéder

douze heures¹⁴³². Cette loi fait également obligation à l'employeur d'accorder à l'apprenti âgé de moins de seize ans au plus deux heures par jour sur le temps de travail pour apprendre à lire, écrire et compter. Quant à la formation des apprentis, elle commence à se faire dans des écoles. En 1872, Octave GRÉARD distingue quatre types d'écoles d'apprentissage dans lesquelles la part de l'enseignement pratique couvre souvent plus de la moitié de l'horaire journalier.

- Le premier type consiste à installer l'école au sein de l'atelier. Au Creusot, les établissements Schneider mettent ainsi en place à partir de 1838 un système qui assure, outre l'enseignement primaire, une formation professionnelle en trois ans.
- Le second type consiste à installer l'atelier au sein de l'école. À Paris, les élèves de l'école Saint-Nicolas, fondée en 1827 par les Frères des écoles chrétiennes, reçoivent le matin un enseignement général puis sont répartis l'après-midi dans différents ateliers où le travail s'effectue sous la direction de patrons qui reçoivent le produit de la vente des objets fabriqués par les élèves.
- Le troisième type consiste en une simple juxtaposition de l'école et de l'atelier. À Nantes, les élèves de l'école créée en 1830 par la Société industrielle ont cours le matin et travaillent l'après-midi chez un patron à l'extérieur des locaux scolaires.
- Le quatrième type, qui se développe surtout à partir des années 1860, est celui de l'école d'apprentis proprement dite au sein de laquelle tous les enseignements, théoriques et pratiques, sont assurés. Les ateliers, installés dans l'école, sont entièrement gérés par celle-ci. Au Havre, les élèves de l'école professionnelle, créée en 1867 par la municipalité, reçoivent chaque jour un enseignement pratique des métiers du fer et du bois durant six heures et un enseignement général durant quatre heures.

§.6. La politique éducative de la Troisième République : comment susciter chez les classes dominées le désir de se conformer et de s'attacher à la pérennité de l'ordre social

Après la tentative d'émancipation collective du mouvement ouvrier parisien lors de La Commune de Paris et sa répression sanglante par les troupes versaillaises (21-28 mai 1871, 25 000 morts), la bourgeoisie industrielle qui se constitue souhaite être assurée que les forces productives issues de la classe populaire seront capables de s'adapter aux nouvelles conditions de travail

¹⁴³² Les raisons de cette décision sont davantage économiques qu'humanitaires. Il s'agit d'une traduction juridique d'exigences de l'industrie moderne : nécessité de pouvoir disposer d'ouvriers, mieux formés et plus robustes, capables de faire plus et mieux en moins de temps.

nécessaires à son développement et souhaite convaincre ces forces de la légitimité de son nouveau projet économique et social. Dans le prolongement de l'enseignement élémentaire, les pouvoirs publics vont alors favoriser le développement du primaire supérieur en créant des sections professionnelles et en autorisant l'ouverture d'écoles d'apprentissage et d'écoles nationales professionnelles. Par ailleurs, la loi sur l'organisation de l'enseignement primaire du 30 octobre 1886¹⁴³³ fixe, entre autres, le statut juridique des écoles primaires supérieures et des cours complémentaires qui sont des classes d'enseignement primaire supérieur annexées aux écoles élémentaires.

▪ L'enseignement élémentaire a pour objet de donner une instruction générale mobilisable aussi bien dans le travail que dans les échanges économiques et sociaux, (manipulation d'opérations simples, possibilité d'une communication différée grâce à l'écrit); au point de vue de l'éducation morale, cet enseignement a pour fin d'apprendre à l'enfant le respect de la règle impersonnelle : l'élève doit faire son devoir parce que c'est son devoir, ne doit pas troubler l'ordre. Ceci a notamment pour effet de le conduire, en niant la division en classes, à intérioriser l'inégalité sociale comme relevant de la nature des choses ou plutôt de l'inégalité "naturelle" entre les individus, de rendre morale la force des choses qui explique la relation dominants-dominés par l'"échec" ou la "réussite" d'individus ayant joui de chances égales. « *C'est en respectant la règle scolaire que l'enfant apprendra à respecter les règles, qu'il prendra l'habitude de se contenir et de se gêner, parce qu'il doit se gêner et se contenir. C'est une première initiation à l'austérité du devoir. C'est la vie sérieuse qui commence.* »¹⁴³⁴ La logique à l'œuvre dans ce processus éducatif est une logique de la soumission et non de la participation ou de la responsabilisation. Ce qui est recherché à travers la discipline, c'est l'obéissance et la docilité. Il s'agit de faire intérioriser par les élèves le respect de la règle simplement parce que c'est la règle. Dans ce cadre, chaque individu est théoriquement assuré d'être tranquille et "libre" dès lors qu'il respecte la règle ; il est à l'abri de l'arbitraire et de l'injustice tant qu'il ne s'interroge pas sur l'origine du pouvoir. À l'opposé, mettre en doute le bien-fondé des lois, vouloir comprendre à qui elles profitent, imaginer qu'elles puissent être autres, c'est réactiver le modèle du "mauvais élève".

▪ Le primaire supérieur et ses sections professionnelles, les écoles manuelles d'apprentissage, les écoles nationales professionnelles, ont pour objet spécifique d'offrir aux élèves la possibilité de s'adapter à des

¹⁴³³ T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.283

¹⁴³⁴ E. DURKHEIM, *L'éducation morale*, *op. cit.*, p.126

nouvelles formes d'organisation du travail, à des nouveaux savoirs et à de nouveaux outils de production. Pour convaincre le corps social de la légitimité du nouveau contrat social, les pouvoirs publics promettent que le développement industriel garantira à tous, en échange de travail et de discipline, la sécurité, la justice, l'égalité et des perspectives illimitées de progrès matériel et social. La foi en la science et en la raison constitue le ciment de cette idéologie et crée le sentiment d'appartenir à un ensemble vaste et solidaire dans lequel tout individu a un rôle à jouer.

Évoquons rapidement une des spécificités importantes de la méthode pédagogique mise en place de manière systématique dans les écoles primaires (élémentaires et supérieures) de la Troisième République ; il s'agit de la méthode synthétique - qui relève d'un choix politique et non simplement technique - et dont l'essence peut être résumée ainsi : le simple est facile et le complexe difficile. Selon ce principe, l'élève aborde, non la réalité complexe, mais les éléments qui la constituent. Plus il dispose d'éléments simples, plus il peut s'élever, en les associant et en les combinant, dans la complexité. La méthode synthétique en lecture consiste à débiter son apprentissage par la présentation de lettres isolées, puis par leur combinaison systématique par deux, trois et quatre afin de constituer des syllabes, puis par la combinaison des syllabes afin de constituer des mots, par la combinaison de mots pour constituer des phrases, par la combinaison de phrases pour constituer un texte, enfin par la donnée d'un texte pour aboutir à une (possible) signification. La méthode synthétique en arithmétique consiste à présenter d'abord les chiffres, puis les nombres, puis les opérations, les exercices et enfin des problèmes. En histoire, cette méthode consiste à faire rencontrer à l'élève d'abord de "grands hommes" puis des batailles, des traités, les outils d'analyse nécessaires à la compréhension du présent sont généralement présentés en fin de cursus. La méthode synthétique en natation consiste à apprendre successivement les mouvements des bras puis ceux des jambes, puis leur combinaison sur un tabouret. Le principe est le même en musique, en danse, en cuisine, etc. Dès la fin du XIX^e siècle, de nombreux travaux, notamment en psychologie avec la Gestalt-théorie, ont montré que le tout est autre chose ou quelque chose de plus que la somme de ses parties, que l'enfant est confronté, dès sa naissance, à la complexité dont il fait progressivement l'analyse à partir de l'expérience fonctionnelle qu'il en a et seulement à partir d'elle, que c'est précisément cette activité d'analyse qui produit la connaissance des éléments simples en même temps que la maîtrise de leur organisation. Ces travaux montrent qu'un élément simple est beaucoup plus difficile à caractériser qu'une forme globale, que la relation susceptible d'être établie entre deux éléments pris isolément est différente de celle qui existe entre eux lorsqu'ils fonctionnent dans un système. Si, comme nous l'avons définie précédemment, la connaissance désigne l'ensemble des moyens, des méthodes et des concepts, dont se dote progressivement un individu pour comprendre la

réalité en agissant sur elle, si la connaissance désigne une démarche d'analyse pour, à travers le contingent, cerner les principes actifs et leur organisation afin de construire un modèle de cette réalité qui permette l'action et la transformation, alors les effets d'un enseignement organisé à partir de la méthode synthétique, tel qu'il est mis en œuvre à l'école, a peu à voir avec cette conception de la connaissance. La connaissance, c'est aussi le caractère dynamique d'une démarche afin que celle-ci évolue par l'effet de sa mise en œuvre. Tout progrès, à l'échelle de l'individu ou à l'échelle anthropologique, tient dans la remise en cause des éléments supposés "simples", soit parce qu'ils ne se révèlent pas si simples que prévus ou imaginés, soit parce qu'une autre analyse produit d'autres éléments simples que ceux habituellement identifiés. Aucune connaissance ne peut donc se confondre avec la possession d'un catalogue d'éléments simples auquel est adjointe une combinatoire en guise de mode d'emploi. Se (re)trouve ici posé le problème du partage social entre ceux qui produisent les savoirs et ceux qui ont seulement accès au produit de ces savoirs, ensemble d'éléments utilisables dans des plans conçus par d'autres mais qui, tels quels, ne créent ni autonomie, ni savoir nouveau, ni projet nouveau. Le choix fait par l'école de Jules FERRY d'une approche résolument synthétique peut donc s'expliquer ainsi : faire acquérir aux forces productives des connaissances ponctuelles nécessaires au fonctionnement de l'économie capitaliste, connaissances ponctuelles qui doivent être réinvesties dans des modèles d'action décidés de l'extérieur, mais éviter de laisser se développer une autre possibilité de production des savoirs et, pour cela, ne pas permettre que soit abordée la réalité complexe au moyen de la problématisation et de l'analyse, procédés susceptibles de déboucher finalement sur une synthèse. La démarche synthétique - que l'on peut également qualifier d'associationiste - correspond, dans la vie économique, à la division du travail et, dans la vie politique, au système de délégation aux "experts". Elle les renforce tout autant qu'elle les justifie. Au XX^e siècle, le taylorisme demandera à l'ouvrier spécialisé d'être le rouage performant dans un dessein qu'il ignore et qu'il ne peut modifier : personne n'attendra de lui qu'il participe à l'analyse du processus dans son ensemble pour définir les meilleures conditions des actions élémentaires. Si le nécessaire est de transmettre certains savoirs en empêchant la production de connaissances et donc d'autres savoirs, la méthode synthétique convient parfaitement à un tel projet.

Par ailleurs, la bourgeoisie industrielle ne peut empêcher le mouvement ouvrier de développer ses propres écoles qu'en renonçant elle-même aux écoles confessionnelles et en mettant en place une institution commune qui sera sous son contrôle. Pour réussir ce projet, elle doit lutter sur deux fronts : sur un premier front, elle tente de se substituer à la bourgeoisie rurale, conservatrice, religieuse et royaliste dont les intérêts sont à la fois liés et opposés aux siens ; sur un deuxième front, elle donne naissance à une classe ouvrière dont les

intérêts sont également liés et opposés aux siens. La bourgeoisie terrienne et négociante, celle qui, après avoir fait la révolution, a tenté d'en sauvegarder les acquis en se confiant à des régimes forts, est persuadée que l'ignorance et la religion représentent les remparts les plus sûrs contre un peuple qui vit dans la misère. Ce sentiment est constant et s'exprime de la même manière vis-à-vis du peuple et vis-à-vis des "races inférieures" dans les pays colonisés.

À cette volonté de confisquer les savoirs, la bourgeoisie industrielle propose une autre stratégie. Puisqu'elle ne peut différer un relatif partage des savoirs et compte tenu de la nécessité d'adapter la main-d'œuvre aux techniques nouvelles de production, elle tente de neutraliser l'éventuel pouvoir de subversion que les savoirs sont susceptibles de conférer, grâce notamment au choix de la méthode synthétique dans l'enseignement. La neutralisation va s'opérer en niant le caractère de classe de la société moderne et en affirmant l'unicité du corps social, unicité prouvée à travers les cas de réussite scolaire individuelle et de promotion sociale. Il n'y a pas deux classes antagonistes puisqu'un fils d'ouvrier peut devenir banquier ou médecin. Comme l'analyse Antonio GRAMSCI, à la différence des classes dominantes traditionnelles qui empêchaient tout passage des autres classes à la leur, la "nouvelle" bourgeoisie, grâce à l'école, manifeste une volonté de conformer, c'est-à-dire de susciter chez les classes dominées un désir de conformité et une illusion de ressemblance qui, en détruisant leurs espaces d'autonomie culturelle, les conduisent à attacher ces classes à la pérennité de l'ordre social. *« La révolution apportée par la classe bourgeoise dans la conception du droit et, en conséquence, dans la fonction de l'État, consiste surtout dans la volonté de conformisme (par suite, caractère éthique du droit et de l'État). Les classes dominantes d'avant la Révolution étaient essentiellement conservatrices en ce sens qu'elles ne tendaient pas à élaborer un passage organique des autres classes à la leur, c'est-à-dire à élargir leur sphère de classe "techniquement" et idéologiquement : la conception de caste fermée. La classe bourgeoise se pose elle-même comme un organisme en continuel mouvement, capable d'absorber toute la société, en l'assimilant à son niveau culturel et économique : toute la fonction de l'État est transformée : l'État devient "éducateur, etc. »*¹⁴³⁵ Là réside le principe organisateur de l'action de la bourgeoisie industrielle et la clé de sa politique scolaire. Au lieu d'imposer un rapport de forces "classe contre classe", la bourgeoisie nouvelle affirme qu'elle est porteuse d'un idéal commun et que chacun, s'il s'en montre digne, est à même de partager. En se réclamant de valeurs universelles et égalitaires qui masquent sa domination, elle tente de désamorcer les oppositions sociales. Elle s'affirme ainsi d'autant plus habilement comme une classe qu'elle renonce à être une caste. En se proclamant ouverte, elle parvient à imposer son idéologie grâce à une forme d'éducation que

¹⁴³⁵ A. GRAMSCI, *Gramsci dans le texte*, éditions sociales, 1977, p.572

chacun doit accepter dans l'espoir de la rejoindre. Le risque d'une promotion collective des dominés par l'accès aux savoirs est ainsi détourné par l'offre de la réussite individuelle qui implique l'acceptation et l'appropriation des valeurs dominantes. Il s'agit d'offrir à chacun, quelle que soit son origine sociale, des chances égales d'accéder aux échelons les plus élevés d'une société inégalitaire et non d'aider les classes dominées à développer les savoirs susceptibles de transformer la nature inégalitaire du système social. Dans ce contexte, les masses ouvrières éduquées ne devraient plus se révolter mais devenir consentantes dans la mesure où le projet consiste à substituer des rapports contractuels à des rapports de forces, de remplacer l'oppression par la coopération. Après les événements de La Commune qui l'ont vidé de ses forces vives, le mouvement ouvrier, qui croit à l'éducation comme facteur de progrès et de justice, résiste mal à un projet qui semble s'inscrire dans la grande tradition de 1789. La thèse de Karl MARX relative au fait que les hommes ne peuvent faire leur propre histoire que dans des conditions héritées du passé apparaît ici prémonitoire : « *Les hommes font leur propre histoire, mais ils ne la font pas arbitrairement, dans les conditions choisies par eux, mais dans des conditions directement données et héritées du passé.* »¹⁴³⁶ L'école de Jules FERRY joue alors un rôle important dans la transformation des mentalités en imposant l'idée nationaliste et patriotique qu'il n'y a pas d'ouvriers ou de patrons, mais seulement des citoyens Français qui bénéficient du travail des uns et des autres. Cette idéologie fonctionne comme un contre-feu aux menées de l'Association internationale des travailleurs dont l'idée maîtresse a été formulée par Karl MARX : « *Les prolétaires n'ont rien à perdre que leurs chaînes. Ils ont un monde à gagner. Prolétaires de tous les pays, unissez-vous !* »¹⁴³⁷

§.7. La création d'écoles professionnelles à la fin du XIX^e siècle : comment constituer une "élite ouvrière" collaborant efficacement à la reproduction de l'ordre social établi

C'est dans ce contexte qu'au début des années 1880 se met en place un nouveau dispositif de formation professionnelle, qualifié généralement de "professionnel court". Le montage initial prévoit des sections professionnelles rattachées à des écoles primaires supérieures sous tutelle du ministère de l'Instruction publique et des écoles manuelles d'apprentissage sous tutelle du ministère de l'Agriculture et du Commerce. Ce dispositif est complété par la création, en juillet 1881, des écoles nationales professionnelles (ENP) placées sous la tutelle du ministère de l'Instruction publique. De manière plus précise, l'article 1 de la loi du 11 décembre 1880 institue les écoles manuelles

¹⁴³⁶ K. MARX, *Le 18 brumaire de Louis Bonaparte*, éditions Mille et une nuits, 1997, p.13

¹⁴³⁷ K. MARX, *Le manifeste du parti communiste*, éditions 10-18, 1962, p.61

d'apprentissage et les écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire¹⁴³⁸ : « *Les écoles d'apprentissage fondées par les communes ou les départements pour développer chez les jeunes gens qui se destinent aux professions manuelles la dextérité nécessaire et les connaissances techniques sont mises au nombre des établissements d'enseignement primaire publics. Les écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire, dont le programme comprend des cours ou des classes d'enseignement professionnel, sont assimilées aux écoles manuelles d'apprentissage.* »¹⁴³⁹ Le décret du 30 juillet 1881¹⁴⁴⁰ établit la distinction entre ces deux types d'établissements. Ainsi, au niveau budgétaire¹⁴⁴¹, les écoles manuelles d'apprentissage dépendent du ministère de l'Agriculture et du Commerce¹⁴⁴² alors que les écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire dépendent du ministère de l'Instruction publique et des Beaux Arts¹⁴⁴³. Ce décret instaure également, par son article 2, une tutelle croisée sur chaque type d'établissements dans la mesure où chacun des deux ministères doit contrôler l'enseignement dispensé dans les écoles dépendant de l'autre ministère. Au sein de la commission mixte qui réunit, entre 1866 et 1888, les représentants de chaque ministère, deux conceptions s'opposent : celle du ministère de l'Instruction publique consiste à vouloir encadrer l'apprentissage dans la culture générale et à enseigner les préliminaires généraux de tous les apprentissages mais d'aucun en particulier ; celle du ministère du Commerce et de l'Industrie consiste, sous le contrôle des professionnels et sans rejeter la forme scolaire, à vouloir adapter l'enseignement aux divers besoins des industries locales. Le décret du 9 juillet 1881¹⁴⁴⁴, rendu sur proposition des deux ministères, crée à Vierzon la première école nationale d'enseignement primaire supérieur et d'enseignement professionnel préparatoire à l'apprentissage, destinée à servir de modèle aux futures écoles nationales

¹⁴³⁸ - EPS à sections professionnelles -

¹⁴³⁹ Article 1 de la loi du 11 décembre 1880 (loi relative aux écoles manuelles d'apprentissage) : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.243

¹⁴⁴⁰ « *Les écoles manuelles d'apprentissage, qui font l'objet de la loi du 11 décembre 1880, sont divisées en deux catégories : 1. Les écoles manuelles d'apprentissage publiques ou libres, fondées en vue de développer chez les jeunes gens qui se destinent aux professions manuelles la dextérité nécessaire et les connaissances techniques ; 2. Les écoles publiques d'enseignement primaire complémentaire, dont le programme comprend des cours ou des classes d'enseignement professionnel et les écoles libres à la fois primaires et professionnelles.* » Article 1 du décret du 30 juillet 1881 (décret relatif à l'organisation des écoles manuelles d'apprentissage) : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.246

¹⁴⁴¹ Article 5 du décret du 30 juillet 1881 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.247

¹⁴⁴² P. TIRARD

¹⁴⁴³ J. FERRY

¹⁴⁴⁴ Bulletin administratif, tome XXIV, 1881, p.1002-1003 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.245

professionnelles¹⁴⁴⁵. Lors de la pose de la première pierre de cette école, Jules FERRY, ministre de l'Instruction publique, déclare : « *Nous ne voulons pas créer à Vierzon une école professionnelle qui double ou qui copie les écoles d'Arts et métiers de Châlons, d'Aix, d'Angers. Non, ces écoles ont un but déterminé : elles se proposent de former des contremaîtres, des sous-officiers pour l'armée du travail ; ici, nous voulons préparer des soldats pour cette armée.* »¹⁴⁴⁶ Dans ce discours, J. FERRY, après avoir insisté sur la noblesse du travail manuel et sa nécessaire reconnaissance par la société tout entière, évoque la spécificité de l'enseignement dans cette école : celui-ci sera professionnel sans spécialité et distribuera les principes généraux sur lesquels reposent toutes les industries. Par la suite, le décret du 17 mars 1888¹⁴⁴⁷, qui a pour objet de tenter de régler le conflit de compétence et de doctrine entre le ministère du Commerce et celui de l'Instruction publique, place les écoles manuelles d'apprentissage et les écoles primaires supérieures professionnelles sous la double autorité du ministre de l'Instruction publique et du ministre du Commerce et de l'Industrie. Mais les difficultés d'application de ce décret, notamment parce qu'il ne laisse aucune autorité au ministère du Commerce sur le personnel, provoquent le rattachement exclusif des EPS professionnelles, dont l'enseignement est principalement industriel ou commercial, au ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. La loi du 26 janvier 1892¹⁴⁴⁸ leur donne le nom d'écoles pratiques de commerce et d'industrie (EPCI). Puis le décret du 1^{er} juin 1892¹⁴⁴⁹ place, sous l'autorité du ministère du Commerce et de l'Industrie, les écoles primaires supérieures et professionnelles dont l'enseignement est principalement industriel ou commercial et qui fonctionnaient, depuis la loi du 11 décembre 1880, sous la double autorité des deux ministères. À la fin de 1899, la plupart des écoles primaires supérieures et des cours complémentaires donnant un enseignement industriel ou commercial

¹⁴⁴⁵ Villes et dates des décrets portant création des ENP : Vierzon (9 juillet 1881), Armentières (10 mars 1882), Voiron (26 juillet 1882).

¹⁴⁴⁶ Discours prononcé par le Ministre de l'Instruction publique à l'occasion de la pose de la première pierre de l'école nationale d'enseignement primaire supérieur et professionnel de Vierzon le 3 mai 1883 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.259-260

¹⁴⁴⁷ Décret du 17 mars 1888 (décret relatif à l'organisation des écoles manuelles d'apprentissage) : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.295

¹⁴⁴⁸ Loi de finances de l'exercice 1892, article 69 créant les écoles pratiques de commerce et d'industrie, du 26 janvier 1892 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.343

¹⁴⁴⁹ Décret transférant au ministère du Commerce et de l'Industrie les écoles primaires supérieures et professionnelles dont l'enseignement est principalement industriel ou commercial, 1^{er} juin 1892 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.344

sont ainsi transformées en EPCI¹⁴⁵⁰. Le décret du 22 février 1893¹⁴⁵¹ précise les modalités de création et de fonctionnement des EPCI qui peuvent être des établissements communaux, départementaux, inter-communaux ou inter-départementaux¹⁴⁵². Les élèves sont admis à treize ans après un examen d'entrée. Les programmes comportent un enseignement technique théorique et pratique et un enseignement primaire complémentaire. Les études, qui durent trois ans, sont sanctionnées par un certificat d'études pratiques industrielles (CEPI) ou un certificat d'études pratiques commerciales (CEPC)¹⁴⁵³. Une circulaire du ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, adressée aux préfets le 20 juin 1893 précise le rôle des EPCI : « *Les écoles pratiques diffèrent essentiellement des écoles primaires supérieures, dans lesquelles une part est faite à l'enseignement professionnel, et qui ont simplement pour objet la préparation à l'apprentissage. Pour éviter toute confusion, il importe de préciser le caractère des premières : elles sont destinées à former des employés de commerce et des ouvriers aptes à être immédiatement utilisés au comptoir et à l'atelier. [...] Il est devenu indispensable de mettre à la disposition de nos commerçants des auxiliaires bien préparés et de fournir à nos industriels des ouvriers d'élite : c'est à l'école pratique qu'il appartient de remplir cette tâche.* »¹⁴⁵⁴ De 1893 à 1900, le ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, met progressivement en place toute une réglementation pour les EPCI : deux arrêtés précisent notamment les conditions d'obtention des diplômes de sortie, le certificat d'études pratiques industrielles¹⁴⁵⁵ et le certificat d'études pratiques commerciales¹⁴⁵⁶. La loi de finances du 26 janvier 1892, prescrivant le transfert des EPS dont l'enseignement est principalement industriel et commercial au ministère du Commerce et de l'Industrie, ne s'appliquait pas à toutes les écoles placées sous le régime de la loi du 11 décembre 1880 sur les écoles manuelles d'apprentissage : restaient sous la tutelle conjointe des deux ministères un certain nombre d'écoles primaires supérieures professionnelles ou primaires

¹⁴⁵⁰ Décret portant règlement d'administration publique sur les conditions dans lesquelles les écoles primaires supérieures ou les cours complémentaires donnant l'enseignement industriel ou commercial devront, pour être entretenus par l'Etat, être placés sous le régime de la loi du 11 décembre 1880 et du règlement du 17 mars 1888, 25 janvier 1895 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.361

¹⁴⁵¹ Décret portant règlement des écoles pratiques de commerce et d'industrie, 22 février 1893 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.346-347

¹⁴⁵² Leur création doit être autorisée par le ministère du Commerce et de l'Industrie qui peut accorder des subventions pour la construction.

¹⁴⁵³ - certificats transformés en brevets en 1934 -

¹⁴⁵⁴ Circulaire du ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies aux préfets relative à la création et à l'organisation des écoles pratiques de commerce et d'industrie, 20 juin 1893 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.355

¹⁴⁵⁵ Arrêté du 13 juillet 1895

¹⁴⁵⁶ Arrêté du 8 mai 1896

supérieures, ainsi que les écoles professionnelles de la ville de Paris et les ENP. Après moult débats et suite à la loi de finance du 13 avril 1900¹⁴⁵⁷, les écoles nationales professionnelles sont rattachées au ministère du Commerce ; les écoles professionnelles de la ville de Paris passent également sous l'autorité du ministère du Commerce par la loi du 27 décembre 1900¹⁴⁵⁸. Les ENP recrutent par concours régional, sur épreuves nationales, des élèves de 13 ans. La scolarité est de quatre ans, sanctionnée par le diplôme national d'élève breveté des ENP. Le décret du 13 février 1903, portant règlement des ENP, précise leur rôle : « *Les écoles nationales professionnelles ont pour but de former des ouvriers instruits, aptes à devenir contremaîtres et chefs d'atelier. Elles préparent également aux concours d'admission dans les écoles d'Arts et métiers et aux autres écoles techniques du même degré.* »¹⁴⁵⁹ Dans l'ouvrage qu'il a consacré à l'étude des fonctions sociales de l'enseignement professionnel et technique, C. GRIGNON¹⁴⁶⁰ nous invite à interroger les analogies entre la formation des "élites indigènes" et celle des "élites ouvrières". Il apparaît en effet que la formation de telles "élites", en permettant l'instauration d'une collaboration technique et morale entre les groupes de dominants et de dominés, a pour objet principal de contribuer à la perpétuation de l'ordre établi. L'histoire des mécanismes de colonisation montre que seules la sélection et la formation d'un petit nombre de médiateurs permettent aux groupes dominants de communiquer avec ceux qu'ils dominent. Dans la mesure où ces médiateurs participent à la fois de leur culture d'origine et d'une certaine forme de culture transmise par le groupe dominant, ils constituent souvent les seuls interlocuteurs possibles entre les membres des deux groupes. Ces médiateurs ont pour fonction objective de transmettre, en les reformulant, les informations et les consignes élaborées par les membres du groupe dominant et à faire respecter aux membres du groupe dominé un certain nombre de normes. Pour C. GRIGNON, « *une analyse historique et sociologique approfondie montrerait sans doute que la situation et la fonction de l'élite indigène constituent la vérité objective de la situation et de la fonction imparties à l'"aristocratie ouvrière"*. »¹⁴⁶¹ La sélection et la formation d'un petit nombre d'ouvriers très qualifiés s'avère en effet un moyen efficace et peu coûteux d'assurer l'encadrement technique et moral de

¹⁴⁵⁷ Ministère du Commerce, de l'Industrie, des postes et des Télégraphes, Direction de l'enseignement technique, écoles nationales professionnelles, 1903, p.7 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.394

¹⁴⁵⁸ Loi du 27 décembre 1900 concernant l'organisation et la fixation des traitements du personnel des écoles professionnelles de la ville de Paris, Bulletin de l'enseignement technique, tome IV, 1901, p.1-37 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.405

¹⁴⁵⁹ Décret portant règlement des écoles nationales professionnelles, 13 février 1903 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.410

¹⁴⁶⁰ C. GRIGNON, *L'ordre des choses*, *op. cit.*

¹⁴⁶¹ C. GRIGNON, *L'ordre des choses*, *op. cit.*, p.53

l'ensemble des ouvriers. « *La constitution d'une "élite" apporte une contribution essentielle à la reproduction de la structure de domination dont elle autorise le fonctionnement dans la mesure où elle permet de maintenir au plus bas la valeur de la quasi-totalité des individus des classes dominées ; en élevant le niveau de compétences et de formation d'un petit nombre de producteurs, on se donne les moyens de perpétuer l'incompétence et le manque de formation de la masse des exécutants.* »¹⁴⁶²

Ainsi, après 1900, le ministère du Commerce contrôle la quasi-totalité de l'enseignement technique industriel et commercial, mais l'élévation rapide du niveau des EPCI et des ENP - qui forment de plus en plus du personnel de maîtrise - crée, de nouveau, un vide au niveau moyen. En effet, la forme d'enseignement dispensée dans les EPCI et les ENP s'écarte progressivement de celle adoptée dans le primaire supérieur et se rapproche de celle adoptée dans le secondaire. D'autres établissements viennent également répondre aux besoins nouveaux de l'économie, notamment les écoles de chimie industrielle de Lyon et de Nancy en 1883 et 1890 ou l'école supérieure d'électricité de Paris en 1894.

§.8. Première moitié du XX^e siècle : tentative pour généraliser et organiser les cours professionnels (loi ASTIER) et création des premiers diplômes de qualification professionnelle : CCP¹⁴⁶³ puis CAP¹⁴⁶⁴ et BP¹⁴⁶⁵

Au début du XX^e siècle, pouvoirs publics, patronat, syndicats professionnels expriment, de nouveau, le sentiment que le renouvellement de la qualification de la main-d'œuvre ouvrière n'est pas correctement assuré¹⁴⁶⁶, qu'il y a "crise de l'apprentissage". Celle-ci est ressentie d'autant plus vivement qu'elle coïncide avec une augmentation régulière des taux annuels de croissance de la production industrielle. Dans leur ouvrage, *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*, Bernard CHARLOT et Madeleine FIGEAT soulignent d'une part l'existence d'un consensus entre patrons et ouvriers sur la nécessité

¹⁴⁶² C. GRIGNON, *L'ordre des choses, op. cit.*, p.54

¹⁴⁶³ - certificat de capacité professionnelle -

¹⁴⁶⁴ - certificat d'aptitude professionnelle -

¹⁴⁶⁵ - brevet professionnel -

¹⁴⁶⁶ En 1904, le rapport COHENDY dresse un bilan de la situation de l'apprentissage : La loi du 22 février 1851 n'est pas appliquée. Très peu d'apprentis disposent d'un contrat ; la plupart d'entre eux ne terminent pas leur formation et près de 90 % d'une classe d'âge entre en activité sans autre formation que l'enseignement primaire élémentaire. L'apprentissage sur le tas, peu efficace, demeure dans quelques secteurs traditionnels ne s'ouvrant que difficilement aux nouvelles techniques. Par ailleurs, l'élévation du niveau des enseignements professionnels et techniques provoque la méfiance, d'une part des syndicats ouvriers qui craignent que la forme de ces enseignements incite les jeunes ouvriers à se couper de leur milieu et à rompre avec leurs valeurs d'origine, d'autre part de celle d'une partie du patronat qui craint qu'elle ne favorise l'émergence de "rebelle" au mode de production capitaliste...

d'organiser des cours professionnels et d'autre part l'existence d'importantes divergences à propos des fins et des moyens de cette mise en place. « *Le patronat a besoin d'un enseignement technique élémentaire rénové. Des cours professionnels lui conviendraient, à condition qu'ils ne soient ni obligatoires ni pris sur le temps de travail. Les ouvriers, quant à eux, commencent à reconnaître l'émergence d'un type nouveau d'ouvrier. Ils voudraient que lui aussi soit formé à l'atelier mais, s'ils sont très hostiles aux écoles professionnelles, ils sont prêts à accepter des cours professionnels qui ne couperaient pas le jeune de la vie de l'atelier, à condition toutefois que ces cours soient organisés pendant la durée légale du travail. Il y a là un point sensible de divergence entre patrons et ouvriers, mais, sur le fond, les cours professionnels bénéficient d'un consensus social assez large.* »¹⁴⁶⁷ En 1911 à Roubaix, le congrès national de l'apprentissage émet le vœu « *qu'à la suite de l'école élémentaire soient constitués des cours d'adolescents, obligatoires entre quatorze et dix-huit ans, pour tous ceux qui ne continuent pas régulièrement leurs études dans les écoles d'un degré supérieur au primaire ; que cet enseignement post-scolaire comprenne, dans une mesure variable, suivant les exigences locales et les besoins des élèves, d'une part la révision des matières essentielles du programme de l'école primaire, [...] d'autre part l'enseignement professionnel et pratique approprié aux métiers qu'exercent les différentes catégories d'apprentis ou de jeunes ouvriers qui suivent ces cours.* »¹⁴⁶⁸ Le congrès demande par ailleurs que l'organisation de ces cours soit confiée à des comités locaux d'apprentissage et qu'un diplôme sanctionne cette formation. Ces vœux sont suivis d'effet : un décret du 24 octobre 1911 institue, sous la responsabilité du ministre du Commerce et de l'Industrie, le certificat de capacité professionnelle (CCP). « *Il est institué un certificat de capacité professionnelle. Ce certificat est délivré aux jeunes gens et jeunes filles de moins de dix-huit ans qui justifient de trois années de pratique dans le commerce ou l'industrie et qui ont satisfait à un examen.* »¹⁴⁶⁹ Le CCP est réservé aux seuls apprentis qui travaillent depuis au moins trois ans. Il n'est ni la sanction de cours professionnels, ni celle de formations accomplies au sein du système scolaire. Les élèves des EPCI, qui, de fait, ne peuvent justifier de trois années de pratique professionnelle, ne sont pas autorisés à se présenter à cet examen qui est conçu comme la sanction spécifique des formations données sur le lieu de travail. Le programme est élaboré par un comité départemental de l'enseignement technique et l'examen, axé sur la pratique d'un métier, est organisé par des gens

¹⁴⁶⁷ B. CHARLOT et M. FIGEAT, *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*, éditions Minerve, 1985, p.239

¹⁴⁶⁸ Congrès national de l'apprentissage, Roubaix, 1911 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.62

¹⁴⁶⁹ Décret du 24 octobre 1911, instituant un certificat de capacité professionnelle, Bulletin de l'enseignement technique, tome XIV, 1911 : T. CHARMASSON, A.M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.459-460

de la profession : patrons, employés, ouvriers “reconnus pour leurs compétences”, les enseignants des écoles techniques étant tenus à l’écart. Notons que l’obtention du CCP n’ouvre alors aucun droit en matière d’emploi ou de salaire.

Autre événement institutionnel, à prendre en considération dans le domaine de la formation, le vote, le 25 juillet 1919¹⁴⁷⁰, de la “loi relative à l’organisation de l’enseignement technique et industriel et commercial”, dite loi ASTIER, inspirée du projet DUBIEF en 1905. Son article 38 stipule notamment que des cours professionnels gratuits sont obligatoires pour les jeunes gens et les jeunes filles âgés de moins de dix-huit ans¹⁴⁷¹ employés dans le commerce et l’industrie. Ces cours professionnels doivent avoir lieu pendant la journée légale de travail à raison d’au moins quatre heures par semaine et cent heures par an. Les articles 47 et 48 de la loi ASTIER créent le certificat d’aptitude professionnelle : les jeunes ouvriers ou employés qui ont suivi, pendant trois ans au moins les cours professionnels (article 47), ceux et celles qui ont terminé leurs études dans une école privée ou publique d’enseignement technique et ceux et celles occupés dans le commerce et l’industrie, âgés de seize ans accomplis (article 48), sont admis à concourir à un nouvel examen : le certificat d’aptitude professionnelle (CAP). Le certificat de “capacité” devient ainsi certificat d’“aptitude” sous la pression des milieux patronaux qui refusent les exigences salariales des personnes détentrices d’un certificat de “capacité”, considérant qu’il est abusif de parler de “capacités”, celles-ci ne pouvant s’acquérir qu’après de longues années d’expérience. Selon eux, le certificat n’est qu’une simple attestation stipulant la fin de l’apprentissage et le passage du statut d’apprenti à celui d’ouvrier débutant. Des commissions locales professionnelles sont alors instituées dans chaque commune où existent des cours professionnels : ces commissions sont chargées d’élaborer les programmes et les épreuves de l’examen en fonction des besoins et des demandes des employeurs locaux. Innovation : les élèves des écoles techniques sont autorisés à se présenter au CAP. Deux raisons conduisent à cette décision. D’une part, de nombreux élèves des écoles pratiques qui échouent au CEPI et au CEPC¹⁴⁷², notamment aux épreuves théoriques, peuvent cependant disposer des connaissances pratiques leur permettant de réussir au CAP. D’autre part, un certain nombre de responsables de l’enseignement technique, saisissent l’occasion de démontrer la supériorité de la formation en école sur la formation en atelier. Rappelons que dès 1914, Edmond LABBÉ, inspecteur général, déclare à propos du certificat de capacité professionnelle : « *Je suis très partisan de faire subir aux élèves des*

¹⁴⁷⁰ Loi du 25 juillet 1919 relative à l’organisation de l’enseignement technique et industriel et commercial Journal Officiel, le 27 juillet 1919, p.7744-7748

¹⁴⁷¹ - sauf pour ceux qui ont déjà un CAP ou un diplôme délivré par une école technique -

¹⁴⁷² - certificat d’études pratiques commerciales et certificat d’études pratiques industrielles -

écoles pratiques les examens du certificat de capacité professionnelle. Leur succès montrera que les apprentis formés dans nos écoles valent, et au-delà, ceux qui apprennent la pratique à l'atelier. »¹⁴⁷³ Ces premières transformations sont à l'origine d'un progressif alignement du CAP, initialement destiné aux seuls apprentis, aux normes scolaires. Pour Guy BRUCY¹⁴⁷⁴, trois éléments contribuent à expliquer ce glissement vers la forme scolaire :

- La participation massive des élèves des ECPI au CAP. Les directeurs des EPCI sont invités, par la DET, à présenter leurs élèves aux épreuves du CAP, examen public organisé hors l'école pratique et donc plus indépendant et impartial que les CEPI et CEPC organisés dans et par l'école pratique. Par ailleurs, les employeurs semblent accorder plus d'intérêt au CAP qu'aux diplômes des ECPI. Rapidement, les élèves des EPCI constituent l'effectif dominant des candidats au CAP. Les épreuves, souvent élaborées par les professeurs des EPCI, deviennent de plus en plus difficiles pour ceux auxquels elles étaient initialement destinées : les apprentis.
- Le rôle croissant des enseignants dans la formation professionnelle. Si les employeurs dominant en nombre dans les différentes commissions locales professionnelles et n'hésitent pas à formuler leurs besoins, ils délèguent généralement aux enseignants les travaux de mise en forme des programmes et l'organisation des examens. Le glissement du CAP vers les normes scolaires s'intensifie à mesure que les enseignants investissent les différents niveaux de l'organisation de la formation des apprentis.
- L'émergence, au début des années trente, de l'idée "d'apprentissage raisonné, méthodique et complet". Sa mise en œuvre, qui sous-entend l'accroissement de la part d'enseignement général destiné à former un ouvrier-citoyen responsable, contribue à ancrer davantage la formation professionnelle à l'institution scolaire.

En 1926, la création du brevet professionnel¹⁴⁷⁵ (BP) permet d'attester les capacités pratiques et théoriques ainsi que la fréquentation régulière des cours professionnels, après l'obtention du CAP ou du certificat d'études pratiques commerciales ou industrielles.

¹⁴⁷³ E. LABBE, intervention au Conseil supérieur de l'enseignement technique, le 29 juin 1914 : citée par G. BRUCY, *Comment le CAP est devenu une affaire d'Etat (1911-1943)*, Revue Education et formations, n°45, 1996, p.22

¹⁴⁷⁴ G. BRUCY, *Comment le CAP est devenu une affaire d'Etat (1911-1943)*, *op. cit.*, p.22-24

¹⁴⁷⁵ Décret du 31 mars 1926 relatif à la création d'un brevet professionnel, Bulletin administratif, tome CXIX, 1926, p.70-71 : T. CHARMASSON, A. M. LELORRAIN, Y. RIPA, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 1, *op. cit.*, p.547

La loi ASTIER¹⁴⁷⁶ n'atteint pas ses objectifs : 500 communes environ organisent ces cours ; ils sont fréquentés par 150 000 auditeurs en 1929 et 160 000 en 1931 sur un effectif potentiel d'un million d'apprentis de moins de dix-huit ans. Par ailleurs, le nombre de candidats se présentant au CAP, sanction de cet enseignement, est faible en dépit d'une progression réelle : environ 7 000 apprentis en 1927 et 19 000 en 1931. Les entreprises françaises se sont, semble-t-il, peu engagées dans la formation professionnelle : de nombreux secteurs recherchent de la main d'œuvre au moindre coût ou, comme le textile et le bâtiment, ne sont pas concernés par l'évolution technique. D'autres secteurs, en particulier ceux liés à la métallurgie, font le choix de l'enseignement technique (dont le coût repose sur la collectivité) ou des écoles d'entreprise (automobile, aviation, chantiers navals) qui fonctionnent sur le mode scolaire et non sur le mode de l'apprentissage. La loi ASTIER, qui crée une obligation pour les jeunes, est peu contraignante à l'égard des entreprises : nul financement ne leur est initialement demandé, nul allègement du temps de travail ne leur est imposé pour permettre aux jeunes de se former. Face à la résistance des entreprises, l'État multiplie les incitations et les obligations : instauration de la taxe d'apprentissage¹⁴⁷⁷ (1925), obligation de suivre les cours professionnels mis en place par la loi ASTIER et imposés par la loi sur le contrat d'apprentissage¹⁴⁷⁸ (1928), création des ateliers-écoles¹⁴⁷⁹ et promulgation de lois portant organisation de l'apprentissage dans les entreprises artisanales¹⁴⁸⁰ (1937), promulgation et édition du décret-loi relatif à l'orientation et à la formation professionnelle¹⁴⁸¹ (1938).

¹⁴⁷⁶ L'article 1 de la loi ASTIER spécifie que l'enseignement technique donné dans les écoles et dans les cours professionnels et de perfectionnement relève du ministère du Commerce et de l'Industrie. Six mois plus tard, à la suite d'un remaniement ministériel, l'enseignement technique est placé, par décret, sous la tutelle du ministère de l'Instruction publique (le décret du 20 janvier 1920 crée un sous-secrétariat d'État de l'Enseignement technique rattaché au ministère de l'Instruction publique). L'enseignement technique conserve cependant son caractère spécifique et une quasi-autonomie. Le décret du 27 juin 1920 précise que le sous-secrétaire d'État de l'enseignement technique a dans ses attributions tout ce qui concerne l'enseignement technique : ce changement de tutelle ne modifie pas l'orientation de la politique suivie. L'ensemble des structures ne subira pas de changements importants jusqu'à la Seconde Guerre mondiale.

¹⁴⁷⁷ - qui ne profite pas exclusivement à l'apprentissage, puisque les entreprises peuvent la consacrer à l'enseignement technique ou à leurs propres écoles -

¹⁴⁷⁸ - loi du 20 mars 1928, Journal Officiel, le 22 mars 1928, p.3184-3185 -

¹⁴⁷⁹ Les ateliers-écoles sont fondés par les municipalités, les chambres de commerce ou les groupements professionnels pour le préapprentissage et l'initiation professionnelle des enfants âgés d'au moins treize ans. En première année, les ateliers-écoles tentent de déterminer les goûts et les aptitudes des élèves afin de les guider vers le choix d'un métier ; la seconde année comprend l'apprentissage d'un métier déterminé.

¹⁴⁸⁰ Loi, dite "Walter-Paulin", du 10 mars 1937. La formation artisanale échappe partiellement à l'emprise de l'État : c'est l'artisanat qui organise lui-même son apprentissage.

¹⁴⁸¹ Décret-loi relatif à l'orientation et à la formation professionnelle du 24 mai 1938

§.9. Organisation de l'apprentissage et développement de l'enseignement technique durant l'entre-deux guerres

De 1919 à 1931, la France connaît une période de prospérité caractérisée par une forte croissance économique (industrielle, commerciale, agricole) et par une bonne situation financière qui ont des incidences sur le marché du travail : il y a plein emploi mais également déficit chronique de main d'œuvre qualifiée. Par ailleurs, la baisse démographique, consécutive à la guerre de 1914, conduit au milieu des années 1920, à une crise de recrutement dans le secondaire qui le contraint à relâcher la sélection. La baisse des effectifs affecte moins les EPS qui, plus souples dans leur gestion décentralisée et avec leur accès gratuit, ouvrent des sections techniques, agricoles, industrielles ou commerciales. Profitant de la conjoncture financière, l'État essaie de promouvoir la formation professionnelle, à la fois sous la forme de l'apprentissage scolarisé et sous celle de l'apprentissage traditionnel. Son premier objectif consiste à étoffer le réseau d'établissements d'enseignement technique : entre 1920 et 1931, le nombre des ENP augmente¹⁴⁸² (5 en 1926 ; 11 en 1931 ; 27 en 1938) ainsi que celui des EPCI¹⁴⁸³ (80 en 1919 ; 151 en 1931).

En 1931, la crise économique mondiale, qui jusque-là, a épargné la France, touche le pays entraînant une chute de la production industrielle, une baisse des prix, des turbulences monétaires et un déficit budgétaire qui limite les moyens d'action de l'État. La montée régulière du chômage affecte le marché du travail et fragilise la condition ouvrière. La DET constate que le chômage touche principalement la main-d'œuvre non formée au moment même où certaines branches de l'industrie mécanique accusent un déficit d'ouvriers qualifiés. La DET se fixe pour double tâche d'assurer le reclassement professionnel des chômeurs en les orientant vers des industries manquant d'ouvriers qualifiés et de former des "ouvriers français" pour les industries et commerces qui emploient de la main-d'œuvre étrangère. Notons que cette circulaire instaure ce qu'on appellera à partir de 1940 "la formation professionnelle accélérée" : il s'agit d'envisager *« un système d'enseignement donnant non une formation méthodique et complète, mais des notions simples et précises sur un métier déterminé ; en d'autres termes, il s'agira bien plutôt d'une adaptation à un métier que d'une véritable instruction professionnelle. »*¹⁴⁸⁴ L'objectif consiste à réinjecter sur le marché du travail des adultes qui en étaient sortis en leur

¹⁴⁸² - la plupart des créations résultant de transformations d'anciennes EPCI -

¹⁴⁸³ - augmentation due principalement aux transformations de sections techniques d'écoles primaires supérieures en écoles pratiques -

¹⁴⁸⁴ Circulaire relative au rôle des écoles publiques techniques et des cours professionnels obligatoires dans la lutte contre le chômage, 15 octobre 1932 : G. BODE, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2 : 1926-1958, volume 1, éditions Economica et INRP, 2002, p.180

délivrant une nouvelle formation correspondant aux besoins économiques du moment.

En 1936, l'arrivée du Front populaire marque une étape supplémentaire de l'intervention de l'État dans l'organisation de l'enseignement professionnel et technique. Les Accords de Matignon¹⁴⁸⁵ prévoient en effet la constitution de conventions collectives obligeant patronat et syndicats à négocier, sous l'égide des pouvoirs publics, leurs rapports de travail et l'organisation de l'apprentissage. La loi du 11 juin 1936¹⁴⁸⁶, promulguée le même jour que celles instituant les congés annuels payés et la semaine de quarante heures, autorise le ministère du Travail à rendre certaines conventions collectives obligatoires pour tous les employeurs et employés d'un même secteur économique ou géographique. La plupart des conventions font mention de l'obligation de suivre les cours professionnels instaurés par la loi ASTIER et imposés par la loi sur le contrat d'apprentissage. Ces conventions définissent également des hiérarchies au sein de l'entreprise qui se fondent sur le niveau de qualification ou sur la possession de diplômes¹⁴⁸⁷ qui est prise en compte lors de l'octroi du poste de travail ; elles définissent également les niveaux de rémunération. La multiplication des conventions collectives¹⁴⁸⁸ contribue à une certaine homogénéisation des conditions de travail et de rémunération qui facilite une harmonisation des programmes de l'enseignement technique et des cours professionnels. Par ailleurs, le texte élaboré par le sous-secrétaire d'État Jules JULIEN et promulgué comme décret-loi le 24 mai 1938 se donne pour objet d'organiser l'orientation et la formation professionnelle. Le texte, qui comprend deux parties¹⁴⁸⁹, marque l'émergence de l'orientation professionnelle dans l'organisation de l'enseignement technique : « *Il ne s'agit pas d'imposer un choix mais de rendre obligatoire une consultation.* »¹⁴⁹⁰ L'article 8 interdit notamment toute embauche d'un enfant de moins de dix-sept ans s'il n'est pas muni d'un certificat délivré par le centre d'orientation professionnelle. Pour remédier aux insuffisances de la loi ASTIER, le texte proclame l'obligation de la formation professionnelle. Tout jeune, âgé de quatorze à dix-sept ans révolus, employé dans le commerce et l'industrie, doit recevoir une éducation professionnelle pratique et théorique (article 9). Le texte réitère l'obligation,

¹⁴⁸⁵ - 7 juin 1936 -

¹⁴⁸⁶ Loi du 11 juin 1936 modifiant et complétant le chapitre IV bis du titre II du livre I du code du travail : "De la convention collective du travail", Journal Officiel, le 26 juin 1936, p.6698-6699

¹⁴⁸⁷ Ainsi, les conventions collectives signées dans la métallurgie définissent l'ouvrier qualifié comme celui qui possède "un métier dont l'apprentissage peut être sanctionné par un CAP".

¹⁴⁸⁸ Environ 8000 sont conclues entre 1936 et 1939

¹⁴⁸⁹ La première est consacrée à l'orientation professionnelle, la seconde à l'éducation professionnelle

¹⁴⁹⁰ Décret-loi relatif à l'orientation et à la formation professionnelle du 24 mai 1938, Rapport au Président de la République : G. BODE, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, *op. cit.*, p.244

pour les apprentis, de fréquenter les cours professionnels (article 16) et de se présenter aux épreuves du CAP (article 18). Il contraint les chefs d'entreprises à engager les jeunes sortant de l'école en fonction d'un rapport minimum fixé par décret entre le nombre des apprentis dans un métier et celui des ouvriers ou employés adultes (article 12).

Entre 1932 et 1939, la hiérarchisation entre écoles techniques s'accroît. Les ENP se distinguent de plus en plus des EPCI par le biais du concours d'entrée passé à l'échelon national au niveau de la classe de quatrième et par l'instauration de classes de sixième et cinquième spéciales. La durée des études (quatre ans) supérieure à celle des écoles pratiques (trois ans) leur permet de dispenser une formation générale et scientifique poussée permettant un taux de réussite supérieur aux concours d'entrée dans les écoles d'Arts et métiers. Les EPCI connaissent aussi une certaine évolution notamment en 1934 lors de la l'instauration de nouveaux règlements relatifs à la préparation des brevets d'enseignement¹⁴⁹¹ commercial (BEC), industriel (BEI), et hôtelier (BEH).

L'ensemble des dispositions prises durant le Front populaire concerne plutôt l'organisation de l'apprentissage via les cours professionnels que l'enseignement technique. Celui-ci n'est cependant pas absent des préoccupations du ministre de l'Éducation nationale Jean ZAY qui présente en mars 1937 un projet de réforme de l'enseignement. Ce texte, élaboré dans l'esprit de "l'école unique", vise à mettre fin à la structure en ordres parallèles des institutions scolaires et à la remplacer par une structure en degrés successifs en principe accessibles pour tous. Ce projet est inspiré de celui élaboré en 1918 par les Compagnons de l'Université Nouvelle¹⁴⁹². Au centre du projet se trouve l'instauration d'un nouveau second degré comprenant différentes filières dont une filière technique. L'objectif est de permettre à chacun de trouver sa place en fonction non de son rang social mais de ses aspirations personnelles. À l'issue d'une scolarité primaire commune pour tous les élèves, l'enfant entrerait à l'âge de onze ans dans l'enseignement du second degré. Il fréquenterait d'abord une classe d'orientation, commune à tous, au cours de laquelle ses aptitudes seraient décelées. Après avis des enseignants, il serait ensuite orienté vers l'une des trois filières classique, scientifique ou technique. En principe, ces trois filières sont

¹⁴⁹¹ Arrêtés du 27 janvier 1934 portant règlement du brevet d'enseignement commercial, du brevet d'enseignement industriel, du brevet d'enseignement hôtelier, Journal Officiel, le 3 février 1934, p.1113-1115

¹⁴⁹² « Les distinctions entre primaire, secondaire et supérieur n'ont plus de sens. [...] Séparer, dès l'origine, les Français en deux classes et les y fixer pour toujours par une éducation différente, c'est aller à l'encontre du bon sens, de la justice et de l'intérêt national. [...] Parlons de l'enseignement tout court, de l'enseignement unique. » Les Compagnons, *L'Université nouvelle*, tome 1, *Les principes*, éditions Fischbacher, 1918, p.21-26, cité par A. PROST, *L'enseignement en France, 1800-1967*, éditions A. Colin, 1968, p.15

équivalentes en valeur et en dignité. Dans les faits, les deux premières sont sanctionnées par un baccalauréat tandis que l'enseignement technique sera sanctionné par un diplôme qu'un décret ultérieur instaurera. Le projet prévoit aussi une réorganisation de l'enseignement post-scolaire pour les élèves de plus de quatorze ans désirant interrompre leurs études. Les cours professionnels obligatoires y trouvent leur place ainsi que les ateliers-écoles. Ce projet ne sera pas examiné en raison du déclenchement de la guerre.

§.10. La contribution du "Gouvernement de l'État français" à la mise en ordre de la formation professionnelle et à la constitution d'une filière de formation scolaire technique autonome

Le 3 septembre 1939, la France et l'Angleterre déclarent la guerre à l'Allemagne. Cet événement a des répercussions immédiates sur l'enseignement technique, conférant au discours sur la pénurie de main-d'œuvre qualifiée une tonalité tragique et un caractère d'urgence. C'est dans ce contexte que sont créés, annexés aux écoles techniques existantes, les centres de formation professionnelle accélérée (CFPA)¹⁴⁹³ qui sont chargés d'accueillir les jeunes âgés de quinze à vingt ans et les adultes au chômage durant une période de quatre à six mois à l'issue de laquelle ils pourront être employés comme ouvriers qualifiés. Préparée à la hâte, l'organisation des centres de formation professionnelle accélérée ne produit que de faibles résultats. La défaite militaire, l'invasion, la confusion de l'exode accélèrent leur fermeture.

La nouvelle administration de l'État français installée à Vichy le 10 juillet 1940, attachée aux valeurs traditionnelles du retour à la terre, au corporatisme des métiers, à l'ordre et à la hiérarchie, accorde une place essentielle à l'éducation et à la formation professionnelle. Elle décide, en octobre 1940, de rouvrir et de développer les centres de formation professionnelle accélérée afin qu'ils préparent les jeunes chômeurs à divers métiers durant une période d'un ou deux ans. Entre 1940 et 1944, près de 850 centres sont organisés sous des appellations diverses : centres de formation professionnelle, centres d'apprentissage, centres de jeunesse, centres de jeunes travailleurs, chantiers de la jeunesse. L'état de désorganisation du pays ne permet pas d'assurer l'uniformité des buts et des enseignements suivis. Pour donner une certaine homogénéité à ces diverses tentatives et à la qualification qu'elles sont censées produire, la loi du 4 août 1942¹⁴⁹⁴ confère à l'État le monopole de l'organisation des examens professionnels qui sont alors publics et organisés dans un cadre départemental : l'objectif est de donner une valeur nationale à tous les diplômes

¹⁴⁹³ - circulaire du 11 décembre 1939 -

¹⁴⁹⁴ Loi relative à la délivrance des titres et diplômes professionnels du 4 août 1942 : G. BODE, L'enseignement technique, de la révolution à nos jours, tome 2, volume 1, *op. cit.*, p.288-289

professionnels afin d'en garantir la reconnaissance sur le marché du travail. Cette loi, élaborée à l'initiative d'Hippolyte LUC alors directeur de l'Enseignement technique, sera validée à la Libération : elle vise à mettre de l'ordre dans le champ de la formation professionnelle. Auparavant, Jérôme CARCOPINO, secrétaire d'État à l'Éducation Nationale et à la Jeunesse en 1941, inquiet du flux croissant d'élèves des EPS intégrant l'enseignement secondaire, enlève, par la loi du 15 août 1941¹⁴⁹⁵, le bénéfice de la gratuité qui avait été accordé en 1930¹⁴⁹⁶ aux élèves du secondaire, et décide la création d'un enseignement secondaire moderne et technique destiné aux élèves du primaire supérieur. Les cours complémentaires subsistent, les EPS sont transformées en collèges modernes, les EPCI et les sections techniques des EPS en collèges techniques, statut symboliquement équivalent à celui des collèges de l'enseignement secondaire. L'intégration, par le régime de Vichy, des écoles primaires supérieures dans l'enseignement du second degré par leur transformation en collèges modernes peut apparaître paradoxale. Pour L. DECAUNES et M.L. CAVALIER, cette décision s'explique en fait par la méfiance du régime envers tout ce qui a rapport à l'enseignement du premier degré : *« En fait, le pouvoir se soucie fort peu de réaliser l'unité des enseignements du second degré, alors qu'il vient d'introduire précisément des discriminations catégoriques dans les études secondaires mêmes. Pour lui l'intégration et la transformation des écoles primaires supérieures ne signifient qu'une chose : la disparition d'établissements fortement imprégnés d'esprit laïque et républicain, et fournisseurs attirés de candidats aux écoles normales, auxquelles ils se trouvaient ainsi étroitement liés. »*¹⁴⁹⁷ Pour Abel BONNARD, qui succède à J. CARCOPINO en 1942, tous les types d'enseignement ont la même valeur. Il envisage d'organiser le préapprentissage pour tous en primaire ainsi qu'une initiation professionnelle aux élèves du secondaire classique. Il propose également de régler le problème de la domination du baccalauréat classique, non en le supprimant mais en instaurant des baccalauréats technique et agricole de manière à ce que tous les types d'enseignement soient d'une égale valeur. En 1944, le gouvernement de Vichy lègue à la Quatrième République entre 850 et 900 centres de formation professionnelle sous tutelle de la DET, préparant 56 000 élèves au CAP en trois ans. Avec les collèges techniques, les ENP et les écoles d'Arts et métiers, c'est toute une filière complète de formation scolaire technique autonome qui est ainsi constituée.

¹⁴⁹⁵ Loi portant réorganisation de l'enseignement du 15 août 1941, Journal Officiel de l'Etat français, le 2 septembre 1941, p.3694

¹⁴⁹⁶ Ce qui revient à écarter de la préparation du baccalauréat et des études supérieures les enfants issus des classes modestes et, par voie de conséquence, à les rejeter hors de l'enseignement secondaire

¹⁴⁹⁷ L. DECAUNES et M.L. CAVALIER, *Réformes et projets de réformes de l'enseignement français de la Révolution à nos jours (1789-1960)*, Institut Pédagogique National (IPN), 1962, p.110

§.11. L'enseignement technique sous la Quatrième République : une mise en œuvre progressive de la scission entre enseignement professionnel et enseignement technologique

En 1944, le Gouvernement provisoire de la République française hérite d'un système scolaire dualiste qui n'est donc plus celui du primaire et du secondaire mais celui du secondaire et du technique. En effet, l'élève de l'école primaire élémentaire qui passe son certificat d'études ne peut choisir qu'entre le centre d'apprentissage et le cours complémentaire. Il ne peut, sauf cas exceptionnel, intégrer le secondaire. Alors que l'activité pratique et les connaissances utilitaires caractérisent la formation technique, par contre la connaissance désintéressée, la science et la culture caractérisent la formation secondaire. Le maintien de l'ordre social établi passe par le maintien de cette dualité de formation. *« Le maintien de la division sociale du travail exigeait que soient séparés d'une part un enseignement moderne à caractère scientifique dont l'aspect théorique, désintéressé, serait renforcé et dont l'aspect culturel serait consacré par la part de lettres qu'il comporte, d'autre part un autre enseignement, dont l'aspect utilitaire et professionnel serait accentué, dont l'aspect scientifique serait réduit aux "connaissances utiles" et dont l'infériorité culturelle serait consacrée par la présence même de quelque bribes de cette "culture générale" que reçoivent seuls vraiment les élèves du secondaire. »*¹⁴⁹⁸

En 1944, le Gouvernement provisoire de la République française, après avoir annulé toutes les décisions prises par le "Gouvernement de l'État français", en réhabilite certaines. Par l'arrêté du 18 septembre 1944¹⁴⁹⁹, les centres de formation professionnelle (sous tutelle du Commissariat général de la jeunesse depuis 1942) sont maintenus et rattachés, avec les services d'orientation professionnelle, à la DET du ministère de l'Éducation nationale où ils sont désormais désignés comme centres d'apprentissage. L'ordonnance du 25 juillet 1945¹⁵⁰⁰ restaure les dispositions de la loi du 15 août 1941 dénuées de caractère politique et maintient la transformation des cours secondaires, des EPS et des EPS professionnelles, des EPCI, des écoles pratiques d'artisanat rural, des écoles de métiers, des sections d'enseignement technique des EPS, en collèges ou en sections de collèges. Dans le contexte de la reconstruction et de son urgence, l'État joue un rôle croissant notamment dans le domaine de la formation professionnelle. Les structures administratives sont rénovées. Par

¹⁴⁹⁸ G. VINCENT, *Histoire et structure du système scolaire : l'enseignement primaire, op. cit.*, p.78

¹⁴⁹⁹ Arrêté portant organisation de la direction de l'enseignement technique du 18 septembre 1944, Journal Officiel, le 4 octobre 1944, p.864-876 et BOEN n°2 du 12 octobre 1944, p.128

¹⁵⁰⁰ Ordonnance relative au régime administratif des collèges du 29 juillet 1945, Journal Officiel, les 30 et 31 juillet 1945, p.4709

l'ordonnance du 26 avril 1945¹⁵⁰¹, le Conseil supérieur de l'enseignement technique, où siégeaient les représentants des milieux professionnels, est d'abord intégré dans un Conseil supérieur de l'Éducation public qui cède ensuite la place, par la loi du 18 mai 1946¹⁵⁰², à une nouvelle organisation composée d'un Conseil supérieur de l'Éducation nationale qui a pour particularité de ne pas accueillir les représentants des milieux professionnels. « *Le patronat se voit ainsi retirer tout pouvoir de contrôle et de décision sur les orientations fondamentales de la formation technique et professionnelle. [...] Cette éviction du patronat confirme avec éclat l'orientation qui s'est imposée à la fin des années 30 en raison des carences persistantes du patronat : la formation technique et professionnelle des jeunes est affaire d'État. Désormais le patronat sera, selon les conditions historiques, plus ou moins consulté, officiellement ou officieusement ; mais l'État, de plus en plus impliqué dans la vie économique, ne se dessaisira plus du contrôle de la formation technique.* »¹⁵⁰³ La liaison avec les milieux professionnels est alors assurée par de nouveaux organismes mis en place en 1946, les commissions consultatives nationales d'apprentissage, que l'arrêté du 15 avril 1948¹⁵⁰⁴ remplace par des commissions nationales professionnelles consultatives (CNPC) comprenant un représentant de l'enseignement technique, des représentants des organisations patronales, des syndicats ouvriers, des syndicats enseignants et des parents d'élèves. Ces organes sont structurés par secteurs d'activité et sont chargés d'établir la liste des métiers qualifiés, d'élaborer les programmes d'apprentissage, d'établir des règlements pour les divers types de formations, de préparer les programmes des examens et de déterminer les coûts individuels des formations. La réforme des structures administratives (notamment l'éviction des milieux professionnels du conseil de l'enseignement technique, la centralisation des CNCP) profite à la Direction de l'enseignement technique. Si jusqu'à la Libération, les milieux professionnels et les instances locales avaient souvent fait jeu égal avec les instances de l'État, l'équilibre est dorénavant rompu et c'est le ministère de l'Éducation nationale qui dispose du pouvoir dans le domaine de la formation professionnelle.

Cette période est aussi celle qui permet l'élaboration d'un texte qui, bien que soumis au ministre de l'Éducation Nationale le 19 juin 1947, ne sera jamais porté devant le Parlement : le Plan LANGEVIN-WALLON. Texte de référence, porteur d'une tradition qui le place dans la continuité du mouvement pour "l'école unique", s'appuyant entre autres sur les nombreux projets élaborés dans la Résistance, il combine réformes structurelles et réformes pédagogiques. En

¹⁵⁰¹ Journal Officiel, le 27 avril 1945, p.2386-2387

¹⁵⁰² Journal Officiel, le 19 mai 1946, p.4323-4329

¹⁵⁰³ B. CHARLOT et M. FIGEAT, *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984, op. cit.*, p.354

¹⁵⁰⁴ Journal Officiel, le 16 avril 1948, p.3763

matière de structure, le plan LANGEVIN-WALLON préconise une “école unique” puisqu’il prévoit trois cycles dont les deux premiers constituent de fait une école moyenne destinée à tous les élèves :

- premier degré jusqu’à onze ans, avec les maîtres des “matières communes” ;
- deuxième degré de onze à quinze ans (second cycle d’orientation), avec des maîtres de “matières communes” et des maîtres de “matières de spécialités” ;
- troisième degré (cycle de détermination) avec des branches distinctes : littéraire, scientifique, technique et professionnelle/pratique.

Penser l’unification du primaire et du secondaire nécessite des moyens qui ne sont guère disponibles en 1947, période de restrictions et de retombées de l’enthousiasme unitaire de la Libération. Il faut en outre combattre l’opposition des conservateurs et des enseignants eux-mêmes qui ont alors tendance à freiner toute tentative de réforme. Cette période correspond aussi à la naissance de deux types d’enseignement technique : le premier, à partir des centres d’apprentissage, va déboucher sur le futur enseignement professionnel ; le second, à partir des écoles nationales professionnelles et des collèges techniques, va donner naissance à l’enseignement technologique. Cette scission au sein de l’enseignement technique, qui ne sera entièrement consommée qu’à partir des années soixante-dix, s’opère par touches progressives durant toute la Quatrième République à partir des mesures prises au cours des années 1944-1952.

- Dans les années d’immédiate après-guerre, la DET adopte une politique volontariste en faveur du développement des centres d’apprentissage. Après leur intégration dans l’enseignement technique, ces centres connaissent des difficultés d’organisation pour des raisons à la fois matérielles (manque de locaux, de personnel) et administratives puisque le statut d’écoles ne leur est pas immédiatement reconnu. Elles se voient doter d’un corps d’inspection et d’écoles normales spécifiques, les écoles normales nationales d’apprentissage (ENNA), qui forment les maîtres d’atelier et d’enseignement général¹⁵⁰⁵. Il faut attendre la loi du 21 février 1949¹⁵⁰⁶ pour que soit octroyé à ces centres d’apprentissage un statut qui les transforme en véritables établissements d’enseignement technique régis par les dispositions de la loi ASTIER. Ces établissements, qui préparent au CAP, connaissent un succès rapide. C’est ainsi qu’entre 1945 et 1960, leurs effectifs passent de 60 000 à 200 000 élèves. De nombreuses conventions signées avec les entreprises, notamment celles de la métallurgie et de l’électricité, leur apportent des financements qui permettent de mettre en

¹⁵⁰⁵ Ordonnance portant création des écoles normales nationales d’apprentissage du 2 novembre 1945, Journal Officiel, les 2 et 3 novembre 1945, p.7192

¹⁵⁰⁶ Journal Officiel, le 22 février 1949, p.1943-1944

place des formations adaptées aux besoins exprimés localement. « *Ils [les centres d'apprentissages] ont pour objet de former des ouvriers, ouvriers qualifiés et employés aptes à exercer les métiers et à remplir les emplois à caractère industriel, commercial et artisanal. La formation dispensée dans les centres d'apprentissage comprend l'enseignement technique, théorique et pratique d'une profession déterminée et un enseignement général comportant la formation physique, intellectuelle, morale, civique et sociale des jeunes gens complétée, pour les jeunes filles, par une formation ménagère.* »¹⁵⁰⁷

- À l'inverse des centres d'apprentissage, les collèges techniques et les ENP se rapprochent progressivement de l'enseignement secondaire. Ce rapprochement s'observe notamment à l'occasion de la création de nouvelles séries au baccalauréat : série "technique", série "mathématiques et technique" en 1946¹⁵⁰⁸ et série "technique B" ("technique économique") en 1953¹⁵⁰⁹. Il ne s'agit pas d'instaurer le baccalauréat technique mais de compléter le baccalauréat de l'enseignement secondaire par des séries destinées aux élèves des ENP se destinant notamment aux sections préparatoires des écoles d'Arts et métiers.

- Les collèges techniques sont dans une situation intermédiaire. Leur mode de fonctionnement s'aligne sur celui des ENP dans la mesure où ils disposent de la maîtrise du recrutement de leurs élèves par concours national et sanctionnent les études par des diplômes spécifiques d'insertion professionnelle, les brevets des collèges techniques : BEI, BEC, BEH. En disposant de classes de sixième et de cinquième (préparatoires ou techniques), les collèges techniques et les ENP s'alignent sur les structures du secondaire classique. Ce rapprochement est souligné par la circulaire du 28 avril 1948 qui octroie aux classes des collèges techniques des appellations calquées sur celles de l'enseignement secondaire¹⁵¹⁰.

¹⁵⁰⁷ Loi relative au statut des centres d'apprentissage du 21 février 1949 : G. BODE, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, *op. cit.*, p.370

¹⁵⁰⁸ Décret portant création des séries technique et mathématiques et technique du baccalauréat de l'enseignement secondaire, le 6 mai 1946, Journal Officiel, les 6 et 7 mai 1946, p.3862-3863

¹⁵⁰⁹ Décret du 13 octobre 1952 instituant de nouvelles séries du baccalauréat de l'enseignement secondaire, Journal Officiel, le 15 octobre 1952, p.9792-9794

¹⁵¹⁰ - « *La section préparatoire prendra le nom de classe de 5^e. La 1^{ère} année prendra le nom de classe de 4^e. La 2^e année prendra le nom de classe de 3^e. La 3^e année prendra le nom de classe de 2^e. Dans les collèges techniques possédant une 4^e et une 5^e année : la 4^e prendra le nom de classe de 1^{ère} et la 5^e année prendra le nom de classe de mathématiques et technique.* » Circulaire relative à l'admission des élèves dans les collèges techniques, sections techniques de collèges, sections professionnelles de cours complémentaires et écoles de métiers du 28 avril 1948 : G. BODE, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, *op. cit.*, p.364

Au cours de la Quatrième République, les cours complémentaires qui se sont substitués aux EPS, se développent considérablement. De 1945 à 1958, alors que les effectifs du premier cycle du secondaire public passent de 207 000 à 376 000, ceux des cours complémentaires passent de 153 000 à 351 000. L'enseignement technique et professionnel connaît également une hausse continue de ses effectifs. En 1945, centres d'apprentissage, collèges techniques, ENP rassemblent 175 000 élèves ; en 1959, ils en accueillent 402 000 dont 203 000 élèves dans les centres d'apprentissage. Les centres d'apprentissage, les collèges techniques et les ENP n'ont pas le même recrutement social. Une statistique de 1951¹⁵¹¹ révèle que sont issus du primaire 84 % des élèves des centres d'apprentissage, 51 % des élèves des collèges techniques et 12 % des élèves des ENP ; quant à l'origine sociale, les enfants de salariés et de cadres inférieurs de l'industrie et du commerce représentent respectivement 59 % des garçons et 60 % des filles dans les centres d'apprentissage, 47 % et 50 % dans les collèges techniques, 30 % et 47 % dans les ENP. Une hiérarchisation des différents types d'établissements, peu visible à travers les textes réglementaires, s'établit ainsi progressivement : elle est également perceptible dans les contenus d'enseignement et dans les finalités des divers établissements. En 1951-1952, une série de mesures accentue cette évolution. Le décret du 9 février 1951¹⁵¹² précise les conditions de recrutement des professeurs des ENP et des collèges techniques et leur confère un nouveau statut. Le 19 février 1952 est créé un nouveau diplôme : le brevet de technicien (BT). « *Sont institués des examens publics en vue de la délivrance de diplômes professionnels qui porteront le nom de brevets de technicien. Ces examens contrôlent une connaissance pratique et complète des techniques relatives à des spécialités qui seront fixées par arrêtés ministériels. Le diplôme délivré au candidat portera l'indication de la spécialité sanctionnée.* »¹⁵¹³ La préparation du brevet de technicien est assurée en deux ans par les collèges techniques et les ENP. Les brevets de technicien dans diverses spécialités sont progressivement créés au fil des années. Nous examinerons plus loin les modalités de la création, le 28 octobre 1953, du "brevet de technicien électrotechnicien" reclassé, le 3 août 1962, "brevet de technicien supérieur en électrotechnique". La scolarité des ENP est prolongée d'un an par le décret du 27 mars 1952¹⁵¹⁴ et l'arrêté du 4 mai 1952¹⁵¹⁵ ce qui met le diplôme d'élève

¹⁵¹¹ source : G. BODÉ, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, *op. cit.*, p.41

¹⁵¹² Décret relatif aux conditions de recrutement des professeurs d'écoles nationales professionnelles, collèges techniques et établissements assimilés du 9 février 1951, Journal Officiel, le 11 février 1951, p.1498-1499

¹⁵¹³ Décret n° 52-178 portant création des brevets de technicien du 19 février 1952, Journal Officiel, le 21 février 1952, p.2139-2140

¹⁵¹⁴ Décret modifiant la durée de la scolarité dans les écoles nationales professionnelles du 27 mars 1952, Journal Officiel, le 29 mars 1952, p.3351

breveté (DEB) au niveau de la série “technique” du baccalauréat. Il en va de même pour les collèges techniques dont la dernière année se hisse ainsi au niveau des premières de lycées. En 1952, ces établissements s’orientent ainsi vers la formation d’agents techniques, de techniciens, voire de techniciens supérieurs alors que les centres d’apprentissage forment des ouvriers spécialisés et des ouvriers qualifiés. Imperceptiblement, deux types d’enseignement technique s’adressant à des publics différents, offrant des débouchés spécifiques, se mettent ainsi en place. À cette date, l’évolution n’est pas achevée. Les ENP et les collèges techniques demeurent en effet des établissements d’insertion professionnelle dont l’objectif premier est de mener élèves à la vie active. Mais la création des séries techniques du baccalauréat et du brevet de technicien permet désormais à leurs élèves de s’orienter vers des études supérieures et de considérer leur passage dans ces écoles comme une étape dans un cursus plus long. Cette tendance existait déjà dans les ENP avec les classes préparatoires aux écoles d’Arts et métiers, mais ne touchait alors qu’une minorité d’élèves.

À partir de 1947, les taux de scolarisation augmentent régulièrement. La demande de scolarisation des classes supérieures est rejointe en partie par celle des couches moyennes. La plupart des paysans et des ouvriers continuent de percevoir la sortie précoce de l’école suivie si possible d’un apprentissage comme devant être la norme, d’autant plus qu’ils sont mal desservis par le réseau scolaire et ce surtout en milieu rural. À la fin des années cinquante, et à la veille de réformes qui vont apporter des changements à la fois politiques, institutionnels, économiques et éducatifs, les enfants qui ont quatorze ans se trouvent dans une des situations évoquées ci-dessous, situations relevant soit du secteur public, soit du secteur privé (qui scolarise environ 20 % des élèves), situations inégalement distribuées selon les types d’enseignement et les lieux :

- Hors l’école suite à la fin de la période d’obligation : environ 50 % se trouvent dans cette situation et la moitié se destine à l’apprentissage ;
- Dans un cours complémentaire : environ 12 %. Le plus souvent ces élèves quittent l’école à quinze ou seize ans, un quart rejoint les classes modernes des lycées, d’autres vont au collège technique, une petite minorité intègre l’Ecole Normale d’instituteurs.
- Dans un lycée d’enseignement général : environ 16 %. Ils préparent le baccalauréat et sont susceptibles d’entrer à l’université.

¹⁵¹⁵ « Les classes dans lesquelles seront enseignés les programmes des écoles nationales professionnelles sont les suivantes : classe de 4^e ; classe de 3^e ; classe de 2^e (sections professionnelles industrielles et commerciales, sections théoriques) ; classe de 1^{ère} (sections professionnelles industrielles et commerciales, sections théoriques) ; classe terminale (sections professionnelles industrielles et commerciales, sections théoriques). » Arrêté relatif à la scolarité dans les écoles nationales professionnelles du 4 mai 1952, Journal Officiel, le 18 septembre 1952, p.9137

- Dans un centre d'apprentissage : environ 12 %. La moitié environ obtient le CAP.
- Dans un collège technique ou dans une école nationale professionnelle.

Les enfants de cadres supérieurs sont généralement au lycée, plus souvent en classique qu'en moderne et assez souvent dans le privé. Les enfants des cadres moyens sont souvent en cours complémentaires, les enfants de petits commerçants, d'artisans, de paysans assez aisés sont répartis au sein de toutes les structures mais en étant plus que les autres scolarisés dans le privé. Les enfants des petits paysans, des ouvriers non qualifiés et des personnels de service sont le plus souvent sortis de l'école ou fréquentent parfois les cours complémentaires. Certains enfants d'ouvriers qualifiés, d'employés, de paysans moyens peuvent parfois avoir quitté l'école, mais le plus souvent ils se répartissent dans les divers lieux excepté au lycée.

§.12. Les tentatives d'ajustement de la formation aux besoins en main-d'œuvre diversifiée et hiérarchisée ou le véritable fondement des réformes des gouvernements gaullistes

« Les incessantes réformes visant à la "réorganisation" (c'est-à-dire apparemment à l'unification, en fait à la dualité) sont des tentatives, sans cesse compromises, pour maintenir l'ordre social. »¹⁵¹⁶

Le gouvernement gaulliste, issu des élections législatives des 23 et 30 novembre 1958 ayant suivi le référendum constitutionnel du 28 septembre 1958 instituant la Cinquième République¹⁵¹⁷, entreprend, dans un souci proclamé de démocratisation et d'égalité des chances et dans la volonté d'instaurer un contrôle efficace de l'école et des flux de jeunes formés, une rationalisation de l'enseignement qui conduit peu à peu, au moins au niveau du premier cycle du second degré, à ce qu'il est coutume d'appeler "l'école unique" : c'est l'objet des réformes BERTHOIN et CAPELLE-FOUCHET de 1959 et 1963. Nous avons déjà évoqué, dans le chapitre précédent, les recommandations du Commissariat général au Plan, notamment celles du 3^{ème} Plan (1958-1961) qui préconisent l'augmentation du nombre d'ouvriers spécialisés et d'ouvriers qualifiés et qui insistent sur les besoins en ingénieurs, en techniciens et en cadres. Pour cela il est nécessaire d'accroître le nombre d'élèves dans le second degré et donc élargir le recrutement à des couches sociales qui jusqu'alors n'ont pas accès au

¹⁵¹⁶ G. VINCENT, *Histoire et structure du système scolaire : l'enseignement primaire, op. cit.*, p.78

¹⁵¹⁷ S. BERNSTEIN, *La France de l'expansion, I. La République gaullienne 1958-1969*, éditions du Seuil, 1989, p.22-40

lycée. Le souci de rationaliser l'organisation de l'enseignement, les théories du "capital humain", au sens où l'État investit et espère tirer bénéfice de cet investissement en termes de productivité et de création de richesses, sont au centre des projets de réforme¹⁵¹⁸. Ces motifs, essentiellement économiques, apparaissent aux responsables politiques compatibles avec le principe républicain de démocratisation et d'égalité des chances. Par ailleurs, l'évocation dans le décret BERTHOIN de la notion d'aptitude¹⁵¹⁹ issue de la psychologie différentielle, fournit un alibi scientifique apte à satisfaire nombre de familles et d'enseignants. Cette notion apparaît susceptible d'être au principe d'une orientation harmonieuse. Or l'accent mis sur l'observation des "aptitudes" durant le cycle d'orientation montre que celles-ci sont considérées comme des qualités immuables et non dans leur aspect développemental. La notion d'"aptitude" ainsi comprise permet de nier les différenciations sociales et permet à la répartition de se faire "naturellement" : "à chacun selon ses aptitudes". La "réforme BERTHOIN" se compose de deux textes¹⁵²⁰. L'ordonnance n° 59-45 du 6 janvier 1959 porte prolongation de la période d'obligation scolaire jusqu'à l'âge de seize ans ; le décret n°59-57 (titre II) promulgué à la même date institue un "cycle d'observation" de deux années pour tous les élèves des classes de sixième et cinquième. Sur la base des "aptitudes" repérées, les élèves sont répartis dans cinq types d'enseignement : l'enseignement terminal, qui achève la période de scolarité obligatoire des élèves qui n'accèdent à aucun des autres enseignements, est organisé avec le concours des professions ; l'enseignement technique court des centres d'apprentissage désormais dénommés "collèges d'enseignement technique" (CET) ; l'enseignement général court des cours complémentaires désormais appelés "collèges d'enseignement général" (CEG) ; l'enseignement technique long des collèges techniques appelés "lycées techniques"¹⁵²¹ et écoles nationales professionnelles appelées "lycées techniques d'État" ; l'enseignement classique ou moderne long des lycées classiques ou modernes. La "réforme BERTHOIN" institue ainsi des filières menant aux différents postes de la division sociale et technique du travail :

¹⁵¹⁸ « *Investir à plein profit* », tel est le titre du paragraphe II de l'exposé des motifs du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.423

¹⁵¹⁹ « *Par une recherche exacte de ces diverses aptitudes, les différents types d'enseignement doivent recevoir tous les élèves qui s'avèrent plus particulièrement aptes à suivre tel ou tel d'entre eux. C'est là tout le problème qui n'est pas de hiérarchisation mais de répartition.* » Paragraphe III du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.423

¹⁵²⁰ Décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.422-430

¹⁵²¹ Le recrutement des élèves à l'issue de la classe de cinquième est provisoirement maintenu, mais il ne s'effectue plus par concours mais à la suite de "procédures d'orientation".

- L'enseignement terminal accueille de jeunes ruraux ou de jeunes citadins qui ne sont pas désireux ou "capables" de suivre avec profit les enseignements longs ou courts, de type général ou professionnel. L'enseignement terminal rural a un caractère pratique devant assurer aux futurs agriculteurs "les connaissances et le savoir-faire désormais indispensables" et leur signaler "le nouvel intérêt d'une vie rurale modernisée". En outre, certains peuvent suivre des cours professionnels afin de recevoir une formation technique les préparant à un métier artisanal. Le jeune citadin, qui doit faire des stages en entreprise, est préparé à devenir artisan ou ouvrier spécialisé grâce à une "formation professionnelle aussi polyvalente que possible qui lui permettra, à travers des tâches et des techniques en transformation rapide, de détenir des moyens de réadaptation aisée".
- L'enseignement technique court - qui doit toujours pouvoir déboucher, "pour les jeunes gens qui en sont capables", sur l'enseignement technique long - est assuré dans les collèges d'enseignement technique : ceux-ci forment en trois ans des professionnels qualifiés et les conduisent au CAP.
- L'enseignement général court est confié aux cours complémentaires qui, prennent le nom de collèges d'enseignement général. Cet enseignement a pour mission de préparer les adolescents aux emplois de cadres moyens non techniques ou peu techniques, c'est-à-dire au secteur "tertiaire" et aux écoles normales d'instituteurs.
- L'enseignement technique long comporte déjà une structure étagée qui est renforcée. Une progression continue mène "de la simple qualification professionnelle à la haute formation du technicien voire de l'ingénieur - formation qu'un stage obligatoire dans une entreprise achèvera de confirmer et d'actualiser". Des classes passerelles permettent aux élèves de l'enseignement général de rejoindre une formation technique correspondant à leur niveau. Tous les établissements d'enseignement technique, qui distribuent une formation longue débouchant sur les diplômes professionnels ou sur les baccalauréats techniques, prennent le nom de lycées techniques. Les lycées techniques forment des "agents techniques brevetés", des "techniciens brevetés" et des "techniciens supérieurs brevetés".
- L'enseignement général long prépare au baccalauréat et à la poursuite d'études à l'Université ou dans les grandes écoles qui forment les ingénieurs et les cadres.

De l'ouvrier spécialisé à l'ingénieur en passant par l'ouvrier qualifié, le technicien, le cadre moyen, le technicien supérieur, le cadre supérieur, tous les échelons de la division hiérarchique du travail sont ainsi pourvus. La réforme BERTHOIN, dans la mesure où elle ouvre - en le canalisant - l'accès à l'enseignement secondaire tout en instaurant avec la filière transition-pratique une voie de formation d'ouvrier spécialisé, dans la mesure où, pour répondre aux besoins diversifiés en main-d'œuvre, elle restructure la formation professionnelle et technique initiale et continue en faisant une large place aux stages en entreprise, et dans la mesure enfin où elle se soucie de la polyvalence et de la mobilité des travailleurs, répond parfaitement aux attentes du 3^{ème} Plan. En instituant différentes filières menant aux différents postes de la division sociale et technique du travail, en rationalisant les procédures d'orientation et l'organisation de l'enseignement, la "réforme BERTHOIN" a pour objectif, non affirmé explicitement, de permettre aux structures économiques et sociales de se reproduire et au système économique et social de fonctionner sans crise majeure. Or la réalisation de ces deux objectifs contient en son principe même une contradiction fondamentale qui va être dépassée en confirmant à l'enseignement professionnel et technique un statut de "seconde zone". Cette thèse est développée de manière convaincante par C. GRIGNON. *« Pour que les structures économiques et sociales puissent se reproduire, il faut que le système d'enseignement élimine ceux qui doivent posséder la valeur économique et la valeur sociale les plus faibles, à savoir les enfants issus des classes populaires promis à l'exécution des tâches situées au plus bas de la hiérarchie des rémunérations et des prestiges ; mais, pour que le système économique et le système social puissent fonctionner, il faut cependant doter les membres des classes dominées des compétences techniques que requiert l'accomplissement des tâches qui lui sont imparties et, plus généralement, des savoirs nécessaires pour qu'ils écoutent et qu'ils déchiffrent correctement les messages et les instructions de toutes sortes qui sont émis à leur intention ; il faut en outre leur faire intérioriser un ensemble de dispositions morales suffisantes et suffisamment durables pour qu'ils reconnaissent la légitimité d'un ordre social dont ils seraient enclins à reconnaître l'arbitraire par cela même qu'il leur réserve la plus mauvaise part ; telle est sans doute la contradiction fondamentale qui domine toute l'histoire des institutions d'enseignement populaire - et plus particulièrement des établissements d'enseignement professionnel - et dont procède la place qu'ont occupée et qu'occupent ces institutions dans le système scolaire et dans le système social. C'est ce que démontre sans doute assez bien le paradoxe de l'enseignement professionnel : dans la mesure où l'école technique constitue probablement un des moyens les mieux adaptés et les moins coûteux de répondre aussi bien aux impératifs techniques de la production qu'à la nécessité sociale de "moraliser" les ouvriers, on pourrait s'attendre qu'elle ait fait l'objet, conformément aux vœux de nombre de réformateurs, d'un développement intensif et rapide, et même*

qu'elle ait fini par conquérir quelque prestige ; mais parce qu'il n'est pas possible de conférer à l'ensemble des exécutants un surcroît trop important de valeur économique et de valeur symbolique sans mettre en cause l'existence même des structures sociales et des structures économiques, l'enseignement technique doit demeurer un enseignement de second ordre, qu'on ne se résout à développer, tout en le maintenant dans un statut inférieur et dans une position marginale, que si l'incompétence d'un trop grand nombre de producteurs devient incompatible avec les nécessités de la production. »¹⁵²²

À l'exception du diplôme de fin d'études obligatoires (DFEO)¹⁵²³, le décret BERTHOIN ne crée pas de nouveaux diplômes. S'il conserve explicitement le CAP¹⁵²⁴ comme sanction de la formation des "professionnels qualifiés", il ne dit rien, en revanche, sur le devenir des diplômes existants. En effet, son article 30 stipule que « *l'enseignement professionnel assure la formation des agents techniques, des techniciens et des techniciens supérieurs, sanctionnées par les brevets correspondants qui sont définis aux articles 33, 34 et 35.* »¹⁵²⁵ Or, ces derniers spécifient seulement que l'enseignement correspondant à chacune de ces formations est sanctionné par le titre délivré après examen public. Ces titres sont donc implicitement mis en correspondance avec les diplômes traditionnels :

- article 33 du décret du 6 janvier 1959 : les BEI sont implicitement remplacés¹⁵²⁶ par le titre d'« agent technique breveté » ; la durée des études dure, après le cycle d'observation, quatre ans ;
- article 34 du décret du 6 janvier 1959 : le diplôme des ENP est implicitement remplacé par le titre de « technicien breveté » ; la durée des études dure, après le cycle d'observation, cinq ans ;
- article 35 du décret du 6 janvier 1959 : le brevet de technicien ("modèle 1952") est implicitement remplacé par le titre de « technicien supérieur breveté » avec mention de spécialité ; la durée des études, après le cycle d'observation, est adaptée à la spécialité étudiée et dure

¹⁵²² C. GRIGNON, *L'ordre des choses, op. cit.*, p.51-52

¹⁵²³ « *Le cycle terminal [...] achève l'obligation scolaire à la fois par un complément de formation générale et par une préparation concrète et pratique aux activités agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles, pour les élèves qui ne s'engagent pas dans les enseignements définis aux titres III et IV du présent décret. Cet enseignement est sanctionné par le diplôme de fin d'études obligatoires, qui porte mention du type de préparation professionnelle choisie.* » Titre I, article 5 : Décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.427

¹⁵²⁴ Titre IV, article 30, 1° et article 32 : Décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.428

¹⁵²⁵ Titre IV, article 30, 2° : Décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.428

¹⁵²⁶ Remarque : quelques mois plus tard, le décret n° 59-970 du 5 août 1959 relatif aux brevets de l'enseignement technique, confirme le maintien des BEI, BEC, BES et BEH, Journal officiel, le 11 août 1959, p.8040

généralement six ou sept ans. D'après le décret n°62-216 du 26 février 1962¹⁵²⁷, les dispositions de cet article, relatives à la formation des techniciens supérieurs, entrent en application à la rentrée scolaire 1962.

La réforme des diplômes se limite à un simple changement de nom : les BEI deviennent des diplômes d'“agent technique breveté” ; les diplômes de “technicien breveté” sont considérés comme la simple transposition des DEB, diplômes d'élève breveté des ENP. La liste des nouveaux diplômes de techniciens arrêtée en juin 1961 en comporte vingt-deux, dont quinze pour la métallurgie, trois pour le BTP et deux pour la chimie. Les sections spécialisées dans la préparation du brevet de technicien institué par le décret du 19 février 1952 se convertissent en sections de techniciens supérieurs. Tous les BT “modèle 1952” ne sont pas automatiquement transformés en BTS. Certains d'entre eux, jugés d'un niveau insuffisant, sont assimilés aux nouveaux BT article 34. En définitive, le 2 août 1962¹⁵²⁸, trente-trois BT “modèle 1952” sont reclassés en BTS¹⁵²⁹.

Trois années après la promulgation du texte BERTHOIN, un certain nombre de points restent à préciser, notamment celle de la distinction à opérer entre la formation des agents techniques (en quatre ans) et celle des techniciens (en cinq ans). Faut-il n'en maintenir qu'une ou conserver les deux ? Sont également en jeu les positionnements du BT et du BTS par rapport au baccalauréat et, au-delà, la survie de l'enseignement technique en tant qu'ordre d'enseignement autonome. Si tous les acteurs impliqués dans la réforme s'accordent sur la nécessité de revaloriser l'enseignement technique, ils divergent sur les modalités de cette revalorisation. Pour les uns, la promotion du technique passe par un renforcement de son autonomie. Pour les autres, l'objectif ne peut être atteint que par la mise à égalité de dignité et de niveau du technique et du secondaire, ce qui implique la fusion des deux ordres d'enseignement au sein d'un second cycle global. Pour Jean CAPELLE, Directeur de l'organisation et des programmes scolaires, la mise à parité du titre de “technicien breveté” avec la première partie du baccalauréat et celle du titre de “technicien supérieur breveté” avec le

¹⁵²⁷ Décret n°62-216 du 26 février 1962 portant application des dispositions de l'article 35 du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 relatif à la réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 2 mars 1962, p.2099

¹⁵²⁸ Arrêté du 2 août 1962 portant reclassement comme brevets de techniciens supérieurs de certains brevets de techniciens institués conformément au décret n°52-178 du 19 février 1952, Journal Officiel, le 9 août 1962, p.7932

¹⁵²⁹ dont le BT d'électrotechnicien en BTS en électrotechnique : arrêté du 2 août 1962, Journal Officiel, le 9 août 1962, p.7932

baccalauréat (articles 34¹⁵³⁰ et 35¹⁵³¹ du décret de janvier 1959) a pour effet de freiner l'accès des "bons élèves" vers le second cycle technique. Selon lui, cette différence de considération, qui fait du brevet de technicien un parent pauvre du baccalauréat, explique que le nombre des candidats au brevet de technicien soit environ trente fois plus faible que celui des candidats au baccalauréat. Il ne lui paraît pas non plus concevable de reconnaître l'équivalence du baccalauréat avec le diplôme de technicien supérieur alors que ce dernier exige deux années supplémentaires d'études sanctionnées par un examen difficile. Pour J. CAPELLE, il ne suffit pas de mettre les diplômes techniques à parité avec le baccalauréat pour que s'opère la promotion du technique : il pense qu'une appellation commune permettrait d'effacer les différences et propose de remplacer le baccalauréat par un "diplôme de maturité" suivi de la mention "option générale" (mathématiques, philosophie, sciences expérimentales, technologie, économie) ou "option spécialisée" (industrie, commerce, agriculture). J. CAPELLE ne limite pas la promotion de l'enseignement technique aux seuls diplômes. Il la replace dans la problématique de l'adaptation des formations aux besoins de l'économie. Il considère que l'orientation des enfants dès la fin du cycle d'observation vers des métiers déterminés est une situation inadaptée à l'évolution économique et sociale, à la complexité croissante des professions et à l'évolution technologique. Il considère nécessaire de rapprocher enseignements généraux et enseignements techniques et professionnels et de reculer l'âge à partir duquel la spécialisation et le métier sont enseignés. Ce choix impose l'unification des programmes des classes de quatrième et troisième de tous les établissements et une orientation effectuée à la fin de la classe de troisième. Dans ce cadre, l'enseignement technique, en tant qu'ordre d'enseignement autonome, est obsolète : sa spécificité ne peut s'affirmer non pas dans l'isolement, mais dans l'intégration à la vie scolaire, universitaire, sociale.

La réforme dite CAPELLE-FOUCHET¹⁵³² du 3 août 1963 a pour objet de modifier un certain nombre de dispositions de la réforme BERTHOIN : elle crée notamment des établissements polyvalents, réunissant sous le même toit tous les enfants indépendamment de leurs origines et toutes les formes d'enseignement

¹⁵³⁰ « La possession de ce titre [technicien breveté] entraîne l'équivalence de la première partie du baccalauréat dans les spécialités comportant un niveau de culture équivalent à celui de cet examen, et qui sont définis par décret. » Titre IV, article 34 : Décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.429

¹⁵³¹ « L'équivalence du baccalauréat est attachée, dans des conditions qui sont fixées par arrêté, au titre de technicien supérieur breveté. » Titre IV, article 35 : Décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.429

¹⁵³² Décret n° 63-793 du 3 août 1963 modifiant certaines dispositions du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public ; décret n° 63-794 du 3 août 1963 relatif à l'organisation pédagogique des collèges d'enseignement secondaire, Journal Officiel, le 4 août 1963, p.7264-7265

entre la fin des études élémentaires et la fin de la scolarité obligatoire. Rappelons que, suite à la réforme BERTHOIN, les cours complémentaires, relevant auparavant du primaire supérieur, ont pris le nom de collèges d'enseignement général (CEG) ; les lycées ont perdu leurs classes élémentaires et leurs premiers cycles deviennent collèges d'enseignement secondaire (CES). Les CES comprennent trois groupes de sections¹⁵³³ : les sections classiques et modernes de l'enseignement général long, les sections modernes de l'enseignement général court¹⁵³⁴, les classes du cycle de transition et du cycle terminal (classes dites de "transition" en sixième et cinquième et dites "terminales pratiques" en quatrième et troisième). Les CEG n'ont pas de section classique. De très nombreux établissements scolaires (CES) sont créés. Progressivement, les différences entre CES et CEG s'estompent, pour aboutir en 1975-1976, à la mise en place, avec la "réforme HABY"¹⁵³⁵, du collège dit "unique". Le premier cycle de l'enseignement secondaire assure la fonction de tri des élèves à travers l'orientation, les filières divergent dorénavant à la sortie de la classe de troisième : *« Tous les enfants reçoivent dans les collèges une formation secondaire. [...] Elle constitue le support des formations générales ou professionnelles ultérieures, que celles-ci la suivent immédiatement ou qu'elles soient données dans le cadre de l'éducation permanente. Les collèges dispensent un enseignement commun, réparti sur quatre niveaux successifs. »*¹⁵³⁶ Dans le cadre du report de l'orientation en fin de troisième¹⁵³⁷, il est prévu que deux ans suffisent désormais pour préparer le CAP¹⁵³⁸ puisque les candidats sont issus de sections modernes ayant suivi un enseignement général de quatre années comprenant de la technologie et du dessin industriel ou issus du cycle terminal pratique ayant reçu une formation pré-professionnelle. Dans tous les cas, ils ont un passé scolaire constituant une base pratique et théorique, censée combler l'écart qui séparait jusque-là le CAP du BEI d'où la disparition de ce dernier en 1970. Par ailleurs nous aborderons un peu plus loin les conditions d'émergence du brevet d'études professionnelles (BEP).

¹⁵³³ Décret n° 63-794 du 3 août 1963 relatif à l'organisation pédagogique des collèges d'enseignement secondaire, Journal Officiel, le 4 août 1963, p.7265

¹⁵³⁴ Dans le moderne long, l'enseignement est assuré par des maîtres de type "lycée", dans le moderne court, il est assuré par des maîtres de type "CEG".

¹⁵³⁵ Loi 75-620 du 11 juillet 1975 relative à l'éducation, Journal Officiel, le 12 juillet 1975, p.7180-7182

¹⁵³⁶ Article 4, Loi 75-620 du 11 juillet 1975 relative à l'éducation, Journal Officiel, le 12 juillet 1975, p.7181

¹⁵³⁷ Article 28 ter du décret n° 63-793 du 3 août 1963 modifiant certaines dispositions du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 4 août 1963, p.7264

¹⁵³⁸ Article 32 (nouveau) du décret n° 63-793 du 3 août 1963 modifiant certaines dispositions du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 4 août 1963, p.7264

Suite aux réformes BERTHOIN et CAPELLE-FOUCHET, la filière professionnelle et technique est intégrée à l'ensemble du système éducatif, mais elle est d'emblée rabaissée et indirectement vouée à rehausser le prestige de la filière classique tant convoitée. Cette hiérarchisation, niée dans les textes¹⁵³⁹, est en accord avec la répartition du pouvoir entre détenteurs de connaissances théoriques et détenteurs de connaissances pratiques, ainsi qu'avec l'organisation sociale et technique du travail. Pour B. CHARLOT et M. FIGEAT : « *La logique profonde des réformes Berthoin et Fouchet n'est pas celle de la démocratisation de l'enseignement, mais celle de l'ajustement de la formation aux besoins en main-d'œuvre diversifiée et hiérarchisée. Ajustement socio-économique qui appelle une élévation du niveau de formation et une répartition dans les filières professionnelles et techniques. Mais aussi ajustement idéologique, qui consiste à répondre à la demande sociale de scolarisation plus longue, et à abattre des cloisonnements institutionnels désormais mal supportés par les classes populaires, tout en préservant l'enseignement long élitiste.* »¹⁵⁴⁰ Dans l'étude qu'il a consacrée aux fonctions sociales de l'enseignement technique, C. GRIGNON rompt avec le discours commun qui déplore le fait que l'enseignement technique et professionnel soit toujours considéré comme un enseignement de "seconde zone". Prenant le contre-pied de ce discours commun, il émet l'hypothèse que si l'enseignement technique et professionnel occupe la place qu'il occupe dans le système scolaire et social, c'est parce qu'il remplit parfaitement sa fonction de conservation de l'ordre social, les mécanismes scolaires de sélection et de relégation induisant un processus de sélection et de relégation sociales. Pour C. GRIGNON, tout se passe en effet comme si la limitation des choix scolaires qu'implique l'orientation vers les établissements professionnels et techniques induisait une restriction des choix professionnels ultérieurs et comme si la relégation des enfants issus des classes les plus défavorisées dans les filières professionnelles et techniques avait pour effet de les enfermer dans une condition sociale déterminée : condition d'ouvrier pour les élèves des CET, condition de technicien pour ceux des lycées techniques. « *S'il est vrai que la relégation de l'enseignement professionnel à la place la plus basse de la hiérarchie scolaire des prestiges est un des effets directs du conservatisme du système d'enseignement, ou, plus précisément, de l'autonomie relative dont dispose ce dernier par rapport à la demande économique, il reste qu'on ne peut expliquer la permanence de cette relégation sans prendre en compte les services spécifiques que l'autonomie qui caractérise le système scolaire lui permet de rendre, dans ce cas particulier, à la*

¹⁵³⁹ Citation déjà évoquée mais rappelée avec un autre point de vue : « *Par une recherche exacte de ces diverses aptitudes, les différents types d'enseignement doivent recevoir tous les élèves qui s'avèrent plus particulièrement aptes à suivre tel ou tel d'entre eux. C'est là tout le problème qui n'est pas de hiérarchisation mais de répartition.* » Paragraphe III du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 7 janvier 1959, p.423

¹⁵⁴⁰ B. CHARLOT et M. FIGEAT, *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*, op. cit., p.393

conservation de l'ordre social : c'est seulement dans la mesure où l'enseignement technique demeure un ordre d'enseignement dominé qu'il peut constituer une instance de relégation pour les enfants issus des classes dominées. Et de fait, c'est, semble-t-il, une des caractéristiques les plus fondamentales et les plus constantes de l'école professionnelle que de recruter la quasi-totalité de ses élèves dans les classes populaires et dans les couches inférieures des classes moyennes. »¹⁵⁴¹

§.13. Le milieu des années soixante : création de nouveaux brevets de technicien, transformation des anciens brevets de technicien en brevets de technicien supérieur, remplacement du titre de brevet de technicien par celui de baccalauréat de technicien, création des brevets d'études professionnelles et celle des diplômes universitaires de technologie

L'article 34 du décret BERTHOIN prévoyait, pour la formation des techniciens, une durée de cinq ans après le cycle d'observation ; cette durée n'est pas modifiée puisque l'article 34 du décret FOUCHET précise que la formation des techniciens dure en principe trois ans à l'issue du premier cycle. Par ailleurs, l'article 2 du décret n°64-42 du 14 janvier 1964¹⁵⁴² instituant les examens publics pour la délivrance des BT exige des candidats qu'ils aient accompli une scolarité complète de trois ans à partir de la classe de seconde. Ainsi, bien que le brevet de technicien se situe au même niveau d'études que le baccalauréat, l'équivalence de ces deux titres n'est à cette date (janvier 1964) toujours pas officialisée.

- Les processus de création des “nouveaux” BT varient selon les branches professionnelles. G. BRUCY en a dénombré quatre¹⁵⁴³ :
 - création d'un diplôme totalement nouveau : c'est le cas de la plupart des BT du secteur tertiaire ;
 - simple changement de nom sans changement de titre : un BT “modèle 1952” devient un BT “article 34” ;
 - changement de nom par transposition dans l'échelle des titres : un ancien BEI devient BT “article 34” avec ou sans modification de son contenu ;

¹⁵⁴¹ C. GRIGNON, *L'ordre des choses, op. cit.*, p.34

¹⁵⁴² Décret n° 64-42 du 14 janvier 1964 relatif à la délivrance du titre de technicien breveté, Journal Officiel, le 18 janvier 1964, p.675-676

¹⁵⁴³ G. BRUCY, *Histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1860-1965)*, éditions Belin, 1998, p.203

- création par fusion : des BT “article 34” naissent de la combinaison d’ex-BEI avec des BT “modèle 1952”.

Au total, 22 diplômes de techniciens sur 49 sont des créations, 16 proviennent d’anciens BEI, 6 sont d’anciens BT “modèle 1952” et 4 résultent de la fusion d’un BT “modèle 1952” avec un BEI.

- Les processus de création des BTS sont identiques : sur les 53 diplômes de technicien supérieur recensés, 43 sont des ex-BT “modèle 1952”, parmi lesquels 3 ont fait l’objet de transformations et 10 sont des créations.

- La pression exercée au cours de l’année 1964 par le système productif sur le système éducatif pour obtenir davantage de techniciens de meilleure qualité, accélère le processus de mise à parité du BT avec le baccalauréat. L’idée que le changement d’appellation des BT pourrait avoir une influence bénéfique sur le recrutement se développe : puisque les familles attachent le plus grand prix à l’obtention du baccalauréat dont le BT est l’équivalent, il est nécessaire que ce dernier porte le même nom. Le décret du 10 juin 1965¹⁵⁴⁴ modifie à nouveau le contenu de l’article 34 des décrets de janvier 1959 et d’août 1963. *« La formation des techniciens dure en principe trois ans. Elle est donnée dans les lycées techniques et sections techniques de lycées et dans les établissements assimilés. Elle est sanctionnée par un baccalauréat de technicien qui se substituera, le cas échéant, à un ou plusieurs brevets de technicien existants, à l’exception de certaines spécialités professionnelles pour lesquelles ces brevets seront maintenus. »*¹⁵⁴⁵ Les deux diplômes permettent l’accès à l’enseignement supérieur. Dans son ouvrage consacré à l’histoire des diplômes de l’enseignement technique et professionnel (1880-1965), G. BRUCY évoque l’explication donnée, en avril 1966, par le secrétaire général du ministère, de la différence entre baccalauréat technique-mathématiques, baccalauréat de technicien et brevet de technicien : *« Le baccalauréat technique-mathématiques n’a pas de finalité professionnelle. Il sanctionne une formation pluridisciplinaire reposant sur un enseignement à caractère général qui prépare aux études supérieures. Son titulaire n’est pas immédiatement destiné à faire usage de ce qu’il sait. À l’opposé, le brevet de technicien correspond à des formations étroitement spécialisées préparant à des fonctions d’exécution situées à un haut niveau de qualification. Entre les deux, le baccalauréat de technicien se place dans*

¹⁵⁴⁴ Décret n° 65-438 du 10 juin 1965 modifiant les titres III, IV et X du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l’enseignement public, Journal Officiel, le 12 juin 1965, p.4882-4883

¹⁵⁴⁵ Article 34 (nouveau) du décret n° 65-438 du 10 juin 1965 modifiant les titres III, IV et X du décret n°59-57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l’enseignement public, Journal Officiel, le 12 juin 1965, p.4882

une perspective toute différente. Il s'adresse à de futurs cadres moyens qui pourront saisir la portée des instructions données et retransmettre celles-ci en les faisant comprendre par les exécutants. Centrée sur l'étude d'une branche déterminée d'une science appliquée, leur formation doit normalement les rendre capables d'utiliser immédiatement leurs connaissances dès la sortie de l'école mais aussi de poursuivre des études supérieures. »¹⁵⁴⁶ Ce texte souligne la continuité historique du maintien de la division et des termes idéologiques dans lesquels elle s'exprime : "exécution", "science appliquée", ... Dans un premier temps, trois baccalauréats sont institués¹⁵⁴⁷ : les baccalauréats de techniciens (B.Tn) en construction mécanique, en électronique et en électrotechnique. Viennent s'y ajouter trois baccalauréats de technicien du secteur tertiaire¹⁵⁴⁸ : B.Tn E. techniques quantitatives de gestion, B.Tn E. techniques administratives, B.Tn E. techniques commerciales. Les programmes visent une interpénétration des disciplines générales et techniques. Ainsi le programme du baccalauréat de technicien en électrotechnique repose sur la synthèse de trois types d'enseignement : huit heures en Première et cinq heures en Terminale pour les enseignements littéraires (français, histoire et géographie, langues vivantes, éducation artistique) ; quatorze heures en Première et en Terminale pour les enseignements scientifiques (mathématiques, mécanique, électricité, électronique, mesures, essais de laboratoire, chimie, optique, métallurgie) ; quatorze heures en Première et dix-sept heures en Terminale pour les enseignements des techniques industrielles (dessin de construction, technologie de construction, technologie d'électricité, schémas, automatismes, travaux pratiques de construction électrique) ; deux heures d'éducation physique en Première et en Terminale : ce qui représente un total de trente-huit heures de cours par semaine.

▪ C'est également au cours de l'année 1965 que commence à être élaboré au sein du ministère de l'Éducation nationale, le projet d'organiser, au sein des sections industrielles, commerciales et administratives des collèges d'enseignement technique, la formation des ouvriers et des employés qualifiés non plus à des métiers déterminés mais à des groupes de métiers. Il est alors prévu que ces formations devront être sanctionnées par un nouveau diplôme : le brevet d'études professionnelles (BEP). Le CAP,

¹⁵⁴⁶ G. BRUCY, *Histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1860-1965)*, *op. cit.*, p.207

¹⁵⁴⁷ Arrêtés du 31 juillet 1967 relatifs aux horaires et programmes des classes de première et terminale préparatoires à divers baccalauréats, Journal Officiel, le 5 août 1967, p.7851-7852

¹⁵⁴⁸ Arrêté du 31 juillet 1967 relatif aux horaires des classes de première et terminale et programmes des classes de première préparatoires aux baccalauréats de technicien Techniques quantitatives de gestion, Techniques administratives et Techniques commerciales, Journal Officiel, le 5 août 1967, p.7852-7853

qui correspond à une formation adaptée à un poste de travail, est maintenu mais il est alors prévu qu'il ne devra dorénavant sanctionner que des qualifications acquises sur le lieu de travail et dans les cours professionnels. Quant à la finalité de la préparation au BEP, elle est de faire acquérir aux élèves des savoirs et des savoir-faire techniques plus diversifiés que ceux proposés lors de la préparation au CAP. Se situant à l'issue de la classe de troisième, la préparation au BEP, organisée à temps plein pendant deux années dans le cadre scolaire des collèges d'enseignement technique, s'appuie sur un niveau théorique de culture générale permettant d'intégrer une organisation du travail plus complexe. Alors que le CAP prépare à des métiers précis et spécialisés, le BEP vise des activités dont les caractéristiques sont suffisamment larges pour permettre des adaptations à des métiers connexes. Le décret du 9 juillet 1968¹⁵⁴⁹ modifie les articles 30, 31 et 32 du décret BERTHOIN du 6 janvier 1959 : en instituant le BEP comme unique certification scolaire des qualifications ouvrières et en réservant le CAP aux seuls apprentis¹⁵⁵⁰, ce décret instaure implicitement entre les deux diplômes une relation de type hiérarchique. En effet, le projet d'exclure la préparation au CAP du système scolaire et de transformer le CAP en diplôme réservé aux apprentis, c'est-à-dire aux relégués du système scolaire, contribue à creuser et à naturaliser l'écart le séparant du BEP. En fait, la préparation du CAP dans un collège d'enseignement technique en trois ans après la classe de cinquième, non seulement ne va pas disparaître immédiatement (sans doute parce que c'est le CAP qui définit l'ouvrier dans les conventions collectives, les différents CAP étant étroitement liés aux grilles salariales et facilement identifiables en termes de métier) mais en 1971, la loi d'orientation sur l'enseignement technologique confirme implicitement la nécessité de leur existence : « *Article 5 : Les enseignements technologiques sont constitués par l'ensemble des moyens destinés à assurer la formation*

¹⁵⁴⁹ Décret n°68-639 du 9 juillet 1968 modifiant le décret n°59-37 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 13 juillet 1968, p.6692-6693

¹⁵⁵⁰ « *Article 30 : L'enseignement professionnel assure : 2° La formation des professionnels qualifiés, sanctionnés soit par les brevets auxquels prépare le second cycle d'enseignement court défini à l'article 32 ci-après, soit par le certificat d'aptitude professionnel ouvert notamment aux apprentis et employés formés dans des centres ou cours professionnels. [...] Article 32 : Le second cycle d'enseignement court visé à l'article 30 (2°) associe un complément de formation générale à une préparation aux activités professionnelles. Il est orienté soit vers les activités techniques à caractère industriel, commercial, administratif, social, soit vers les activités techniques à caractère agricole. Cet enseignement d'une durée de deux ans est dispensé dans les collèges d'enseignement technique, qui prennent le nom de collèges de second cycle, quand il est orienté vers les activités industrielles, commerciales, administratives ou sociales, et dans les établissements relevant du ministère de l'agriculture quand il est orienté vers les activités agricoles. Il est sanctionné par un brevet d'études professionnelles délivré à la suite d'un examen public et attestant la formation de professionnel qualifié. » Décret n°68-639 du 9 juillet 1968 modifiant le décret n°59-37 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, Journal Officiel, le 13 juillet 1968, p.6692*

*professionnelle initiale et la formation continue dans les différents domaines de l'économie. Article 6 : L'enseignement technologique doit permettre à ceux qui le suivent l'entrée dans la vie professionnelle à tous les niveaux de qualification et leur faciliter l'accès à des formations ultérieures. [...] Cet enseignement assure un ensemble de formations pouvant s'étendre de la troisième année du cycle moyen jusqu'à l'enseignement supérieur, inclus.»*¹⁵⁵¹ La création du baccalauréat professionnel et la transformation des lycées d'enseignement professionnel (LEP) en lycées professionnels (LP) en 1985 ont par contre une incidence sur l'organisation de la préparation au CAP dans ces établissements. En effet, l'austérité budgétaire ne permettant pas de dégager des moyens nouveaux, la nouvelle filière du baccalauréat professionnel est mise en place par reconversion entraînant la disparition la filière préparant le CAP en trois ans après la classe de cinquième. La préparation des CAP est alors été assurée soit en deux ans après la classe de troisième dans les LP soit dans les centres de formation des apprentis (CFA), confirmés dans leur mission par la loi du 23 juillet 1987 sur l'apprentissage et l'alternance¹⁵⁵². Par ailleurs, redéfini dans les années quatre-vingt afin de répondre à une situation de l'économie et de l'emploi qui incite les employeurs à exiger des ouvriers une plus grande polyvalence, le BEP voit sa fonction évoluer. D'une part, le contexte durable de crise économique réduit l'embauche des jeunes simplement titulaires d'un niveau V¹⁵⁵³ de qualification et d'autre part le CAP continue d'être valorisé par de nombreuses branches professionnelles pour une insertion professionnelle immédiate. C'est dans

¹⁵⁵¹ Loi n°71-577 du 16 juillet 1971 d'orientation sur l'enseignement technologique, Journal Officiel, le 17 juillet 1971, p.7044-7045

¹⁵⁵² Loi 87-572 du 23 juillet 1987 modifiant le titre I du code du travail et relative à l'apprentissage, Journal Officiel, le 24 juillet 1987, p.8258-8260. Cette loi vise à faire de l'apprentissage, "forme d'éducation alternée", une filière de formation professionnelle au même titre que l'enseignement technologique de niveau secondaire et supérieur. Elle permet, grâce à des contrats d'apprentissage successifs, d'accéder à tous les niveaux de qualification professionnelle : du niveau V sanctionné par un CAP, au diplôme d'ingénieur. La durée minimale annuelle de formation en CFA est augmentée pour les formations de niveau CAP ; pour les niveaux supérieurs, cette durée varie selon les diplômes. L'apprenti peut également compléter sa formation dans une ou plusieurs autres entreprises que celle avec laquelle il a signé son contrat. Le CFA peut conclure des conventions avec d'autres établissements ou entreprises susceptibles d'apporter des compléments de formation qu'il ne serait pas en mesure d'assurer.

¹⁵⁵³ Les nomenclatures de niveaux de formation sont apparues en France vers 1960. La nomenclature généralement utilisée est la suivante : Niveau VI : sorties du premier cycle du second degré (sixième, cinquième, quatrième) et des formations pré-professionnelles en un an. Niveau V bis : sorties de troisième et des classes du second cycle court avant l'année terminale. Niveau V : sorties de l'année terminale des cycles courts professionnels (CAP, BEP) et abandons de la scolarité du second cycle long avant la classe terminale. Niveau IV : sorties des classes terminales du second cycle long et abandons des scolarisations post-baccalauréat avant d'atteindre le niveau III. Niveau III : sorties avec un diplôme de niveau "bac + 2" (DUT, BTS, DEUG, etc.). Niveaux II et I : sorties avec un diplôme de second ou de troisième cycle universitaire, ou un diplôme de grande école.

ce contexte que le BEP devient progressivement, de manière variable selon les branches, un diplôme conduisant à une poursuite d'études vers un baccalauréat de technicien (devenu technologique en 1985) par l'intermédiaire des classes de première d'adaptation, puis à partir de sa création en 1985, vers le baccalauréat professionnel. Comme nous l'avons évoqué, et contrairement au CAP, le BEP ne représente pas une qualification pour un métier précis mais pour un ensemble de métiers ou d'activités d'un champ professionnel déterminé. Par ailleurs, la "rénovation pédagogique" du lycée mise en place à partir de 1992 confirme l'intégration des formations conduisant à un BEP dans l'architecture d'ensemble de l'enseignement secondaire. Les deux années conduisant au BEP constituent le cycle de détermination de la voie professionnelle, au même titre que la classe de seconde générale et technologique pour les autres voies. Ce cycle, dit de détermination, prépare en effet les choix qui interviennent à son issue : l'insertion professionnelle ou la poursuite d'études.

▪ Nous avons vu que les sections de techniciens supérieurs (STS) ont été progressivement créées, dans le prolongement de la réforme BERTHOIN, à partir d'août 1962 par transformation des anciens brevets de techniciens en brevets de techniciens supérieurs. Ces sections ont pour objet de répondre aux besoins en qualification intermédiaire du marché du travail. Quant aux instituts universitaires de technologie (IUT), qui délivrent les diplômes universitaires de technologie (DUT) du même niveau de qualification que les BTS, ils sont institués par décret le 7 janvier 1966¹⁵⁵⁴. Les IUT doivent alors répondre à au moins trois impératifs : alimenter, comme les STS, le marché du travail en qualification intermédiaire, élargir l'offre de formation et contribuer à lutter contre l'échec scolaire en premier cycle universitaire. Les IUT et les STS, qui sélectionnent leurs élèves sur la base du dossier scolaire, se situent dans le même segment de formation qualifiante. Ces deux structures, qui recrutent leurs étudiants après l'obtention du baccalauréat, proposent deux années de formation débouchant sur un même palier de qualification, c'est-à-dire le niveau III selon la nomenclature nationale des niveaux de formation. L'appellation de leurs diplômés est identique à savoir : "technicien supérieur". Les deux formations proposent de plus un stage de fin d'études en entreprise. Apparemment semblables, ces deux structures obéissent en fait à des logiques différentes. Elles se trouvent, comme d'ailleurs toutes les autres formations supérieures, sur un marché concurrentiel de formation.

¹⁵⁵⁴ Décret n° 66-27 du 7 janvier 1966 portant création d'instituts universitaires de technologie, Journal Officiel, le 9 janvier 1966, p.274-275

- Les STS font partie de l'enseignement secondaire : à ce titre elles se présentent comme un prolongement "naturel" de poursuite d'études pour les titulaires d'un baccalauréat de technicien (puis d'un baccalauréat technologique). Leur implantation dans les lycées (des grandes villes, des villes moyennes, des petites villes) constitue un atout essentiel pour le recrutement et pour le financement des études par les parents. Le corps enseignant des STS est, dans sa quasi-totalité, composé de professeurs certifiés et agrégés de l'enseignement secondaire. La forme et les contenus d'enseignement, les logiques de formation, d'inspection, d'évaluation, de gestion suivent les mêmes règles que celles de l'enseignement secondaire. Une autre caractéristique des STS concerne la grande diversité de leur spécialisation : pour les BTS une cinquantaine de groupes d'activité proposent plus de cent soixante types de spécialisation.
- Les IUT, bien qu'ils bénéficient d'une relative autonomie à l'intérieur de l'université, font partie intégrante du paysage de l'enseignement universitaire. Le corps enseignant est constitué de personnels pouvant avoir trois statuts différents : des enseignants chercheurs, des enseignants détachés de l'enseignement secondaire et des intervenants vacataires issus du monde professionnel. Seuls les premiers sont impliqués, à des degrés divers, dans des recherches universitaires et dans des transferts de technologie. Les élèves des IUT sont généralement titulaires d'un baccalauréat de l'enseignement général. Les cours magistraux sont limités. Les travaux pratiques (TP) permettent d'expérimenter. Les travaux dirigés (TD) constituent l'ossature de l'enseignement. Le groupe de TD, composé de vingt-quatre étudiants est le module de base. Un département peut accueillir six groupes de TD en première année : le flux d'entrée est donc limité. Le fonctionnement particulier et jugé dynamique des IUT, malgré la part modeste de leurs effectifs, (un peu plus de 110 000 étudiants scolarisés, c'est-à-dire 5 % de la population étudiante) peut être explicité par leur complexité organisationnelle. Celle-ci est assise sur une constellation d'instances, de commissions au niveau national, au niveau régional, par établissement, par spécialité, par département, par discipline enseignée, leur procurant une certaine efficacité tant sur le plan de l'organisation, de la gestion, que de la communication. Actuellement, le nombre de spécialités proposées par les cent deux IUT est de vingt-quatre. La prise en compte des trente-trois options proposées par dix types de départements relève à quarante sept le nombre de DUT délivrés. Par ailleurs, les nombreux diplômes d'université (DU) proposés dans la quasi-totalité de ces structures et les diplômes nationaux de technicien supérieur (DNST), font que les

IUT procurent une offre de formation relativement diversifiée, les rapprochant de celle des STS.

De la même manière qu'il existe un écart entre CAP et BEP fondé notamment sur le fait que le premier assure une qualification pour un métier précis alors que le second dispense une formation pour un ensemble d'activités d'un champ professionnel donné, il existe également un écart de même nature entre BTS et DUT. Les DUT ont en effet un profil plus proche de la notion de qualification sous son acception universelle et polyvalente qui les éloigne de la notion de métier. Notons également que l'étude du devenir des diplômés de cet enseignement court professionnel fait apparaître une tendance généralisée à l'augmentation de la poursuite d'études. En 2000, en moyenne, entre 50 et 85 % (selon les départements) des sortants des IUT et 40 % des sortants des STS choisissent cette possibilité. Un certain nombre d'hypothèses peut alors être avancé afin de rendre raison de cette évolution : le niveau "bac + 2" ne correspondrait plus à la qualification de technicien supérieur ; la tension sur le marché du travail inciterait les étudiants à la poursuite d'études ; un certain confort de scolarisation serait recherché par un public bien précis pour ses débuts dans l'enseignement supérieur. Pour tenter d'expliquer cette tendance, il apparaît une fois encore nécessaire d'interroger à la fois les formes de relations existantes entre ce type de formation et le tissu économique puis d'analyser les modes d'appropriation de ces relations par les acteurs, c'est-à-dire les usages sociaux qu'ils en font.

§.14. Le milieu des années soixante-dix : début de la "désouvriérisation" de l'enseignement professionnel

Depuis le début des années soixante, l'institution d'enseignement professionnel (appelée CET jusqu'en 1976, puis LEP jusqu'en 1985 et LP depuis cette date) connaît de nombreuses transformations liées aux évolutions des technologies et de l'organisation du travail. Ces évolutions, généralement "justifiées" par la nécessité d'accroître les gains de productivité en améliorant la qualité, ont notamment intégré les technologies informatiques, l'électronique et la robotique, modifiant ainsi profondément les modalités de la préparation aux métiers ainsi que les procédures de qualification. Corrélativement, une grande stabilité semble marquer la composition sociale de ces établissements : les élèves qui les fréquentent se caractérisent toujours par leur origine modeste, leur âge relativement élevé et leur "échec" relatif dans l'enseignement général. La stabilité sociale du public de ces établissements s'accompagne cependant d'une évolution des niveaux de recrutement scolaire due principalement aux modifications intervenues dans l'organisation des paliers d'orientations au sein du collège. Nous avons vu que les CET ont été créés au moment où l'État décidait la prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à seize ans : la formation professionnelle des ouvriers et des employés était ainsi installée dans

l'école. La mise en place de la scolarité obligatoire s'effectuant dans un environnement démographique galopant, c'est dans ce contexte qu'il est demandé aux CET d'accueillir ceux des élèves de quatorze ans non admis à poursuivre leurs études dans l'enseignement général. De la fin des années soixante au début des années soixante-dix, l'évolution du marché du travail est marquée par la forte progression de l'emploi non qualifié. Le certificat d'étude professionnelle (CEP), les classes pré-professionnelles puis les classes pré-professionnelles de niveau (CPPN) se développent en dispensant, dans les collèges, une formation qualifiante de faible niveau qui apparaît adaptée au public et aux besoins économiques. Le nombre d'élèves scolarisés en CEP est de 2 000 en 1969 et de 12 000 en 1976 ; les effectifs de CPPN passent, sur la même période, de 7 000 à 116 000. Parallèlement, les CET assurent la préparation au CAP et à partir de 1966-1967 au BEP. Le nombre d'élèves préparant le CAP en trois ans diminue et passe, entre les années citées précédemment, de 520 000 à 450 000. Par contre, le nombre de ceux qui préparent le BEP et le CAP en deux ans passe de 120 000 à 290 000. Les CET sont alors tiraillés entre deux nécessités : celle d'accueillir les élèves de quatorze ans ne pouvant intégrer une classe de quatrième de collège et celle de dispenser une formation conduisant à une qualification ouvrière élevée. Intégrés dans le système général de l'Éducation nationale au début des années soixante, les CET sont subordonnés aux filières d'enseignement général. Leur rôle est de substituer une formation professionnelle à la formation générale des élèves âgés et en difficulté scolaire. Ce rôle va contribuer à forger un statut et une image dévalorisés de ces établissements auxquels les élèves et leurs familles n'ont recours que contraints et forcés. La fonction assurée par les CET lors des années soixante et soixante-dix, va cependant évoluer à la fin de cette période sous l'effet de la crise économique.

Avec la crise pétrolière de 1974, le renchérissement des matières premières énergétiques et l'émergence de nouveaux pays industriels, les produits français se heurtent à la concurrence internationale. Les responsables économiques décident alors de prendre les mesures nécessaires afin de diminuer les coûts de production et d'augmenter la productivité. L'introduction des nouvelles technologies, la modernisation de l'outil de production et, plus tardivement, la remise en cause de l'organisation du travail au début des années quatre-vingt trouvent leur sens dans cet environnement international. Par ailleurs les habitudes de consommation se diversifient et la consommation de masse, fondée sur la base d'un même produit pour tous, évolue vers un mode de consommation qui intègre la possibilité, pour le consommateur, de personnaliser son produit. La mise en œuvre de ces objectifs nécessite une nouvelle stratégie de

production¹⁵⁵⁵ alliant rationalisation et flexibilité. Le taylorisme est remis en question et les qualités attendues de l'ouvrier qualifié évoluent rapidement. Les impératifs de la production capitaliste à l'échelle mondiale ont des incidences sur les nouvelles missions des ouvriers : ceux-ci, devenus "opérateurs" doivent être coopératifs, participatifs, disponibles, capables d'initiatives afin d'anticiper les pannes, détecter les défauts et contrôler la production. Les nouvelles technologies disqualifient les anciens savoirs et les qualifications antérieures apparaissent alors obsolètes : dans un système de production plus souple et variable, les entreprises souhaitent pouvoir disposer d'une main d'œuvre disposant de capacités d'adaptation. Le savoir manuel et les connaissances empiriques suffisamment performantes dans l'organisation taylorienne sont remplacés par des savoirs plus théoriques et pluri-disciplinaires. La mise en œuvre de savoirs parcellaires et normés est remplacée par la compréhension globale du processus de production, "l'appel aux compétences des salariés", les idées de "travail d'équipes", de "management participatif", d'"entreprise intelligente" semblent prendre corps. Ces nouvelles exigences contrastent avec les "qualités" que la main d'œuvre devait posséder lors du taylorisme triomphant. L'évolution, que doit alors gérer les établissements professionnels, commence en 1977 avec le changement de dénomination qui voit les collèges d'enseignement technique devenir lycées d'enseignement professionnel (LEP)¹⁵⁵⁶. Le changement d'appellation veut souligner le passage de l'enseignement technique de la logique des collèges à celle des lycées, c'est-à-dire d'une logique de recrutement d'élèves de fin de cinquième à celle d'élèves de fin de troisième. Mais cette volonté met du temps à s'inscrire dans les faits puisque les taux d'orientation vers la préparation en trois ans au CAP après la cinquième restent constants et supérieurs à 11 % jusqu'en 1983.

À ces évolutions économiques et techniques, le monde politique répond par l'élaboration de programmes de formation ambitieux qui trouveront leur aboutissement dans l'objectif "80 % d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat en l'an 2000" et dans la création du baccalauréat professionnel en 1985. En 1978 et 1979, Christian BEULLAC, ministre de l'Éducation nationale, introduit les séquences éducatives en entreprise dans la formation au BEP. Cette mesure constitue l'embryon de ce que deviendront par la suite les périodes de

¹⁵⁵⁵ Le nouveau modèle d'organisation du travail, d'inspiration japonaise, repose sur le principe de la gestion de la production en flux tendus ("zéro stock", "zéro panne") et sur l'imposition de normes de qualité très strictes ("zéro défaut"). La compétitivité des entreprises se fonde dorénavant sur la rapidité d'adaptation à la demande et sur la fiabilité des produits.

¹⁵⁵⁶ « Les lycées dans lesquels les seules formations secondaires organisées conduisent aux diplômes nationaux du brevet d'études professionnelles et du certificat d'aptitude professionnelle sont appelés lycées d'enseignement professionnel. Cette appellation est applicable aux établissements actuellement dénommés collège d'enseignement technique. » Article 3, décret n° 76-1304 du 28 décembre 1976 relatif à l'organisation des formations dans les lycées, Journal Officiel, le 4 janvier 1977, p.98

formation en milieu professionnel, développées dès 1985 dans les baccalauréats professionnels, puis à compter de 1992 dans les CAP et les BEP. Les années quatre-vingt se caractérisent par une réforme de l'organisation des formations dispensées en LEP. Le nouveau pouvoir issu des élections de 1981 rappelle solennellement le principe de démocratisation et de justice sociale au fondement de sa politique. Pour Alain SAVARY, ministre de l'Éducation nationale, l'école doit servir à corriger les inégalités et non à les accentuer. Le projet de vouloir "donner plus à ceux qui ont le moins" va notamment se concrétiser dans la création des Zones d'Éducation Prioritaires. Alors que le CAP constituait jusque-là une voie de formation que les conseils de classe pouvaient imposer aux familles à l'issue de la classe de cinquième, Alain SAVARY propose que n'iront plus en CAP que les élèves qui en feront explicitement la demande. Il en est de même pour l'orientation en CPPN et en CPA¹⁵⁵⁷. L'admission dans les filières professionnelles ne peut qu'être volontaire. En 1985, dans un climat de valorisation des entreprises, Roland CARRAZ, secrétaire d'État à l'enseignement technique et Jean-Pierre CHEVÈNEMENT, ministre de l'Éducation nationale, s'appuyant sur l'évolution économique et les transformations technologiques symbolisées par la réussite du Japon dont la durée de l'enseignement général serait porté à dix-huit ans¹⁵⁵⁸, promeuvent une politique volontariste d'élévation des formations en transformant le baccalauréat de technicien en baccalauréat technologique¹⁵⁵⁹, le lycée d'enseignement professionnel en lycée professionnel et créent le baccalauréat professionnel¹⁵⁶⁰. Le premier ministre, Laurent FABIUS, lance l'idée d'amener "80 % d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat dès l'An 2000". Le baccalauréat professionnel¹⁵⁶¹, créé pour répondre à la demande de qualifications croissantes¹⁵⁶², innove en confiant aux entreprises - pendant une durée de douze à vingt-quatre semaines¹⁵⁶³ - une partie du programme de

¹⁵⁵⁷ - classe préparatoire à l'apprentissage -

¹⁵⁵⁸ « *Au Japon, plus de 90 % d'une classe d'âge achève avec succès des études secondaires complètes, contre moins de 35 % en France.* » L. FABIUS, discours d'investiture du 24 juillet 1985, cité par le journal *Le Monde* du 26 juillet 1985.

¹⁵⁵⁹ Décret n°86-378 du 7 mars 1986 portant création du baccalauréat technologique, *Journal Officiel*, le 14 mars 1986, p.3953

¹⁵⁶⁰ Décret n°85-1267 du 27 novembre 1985 portant création du baccalauréat professionnel et des lycées professionnels, *Journal Officiel* le 1^{er} décembre 1985, p.13956-13957

¹⁵⁶¹ cf. A. PROST, *La création du baccalauréat professionnel : Histoire d'une décision*, in *Les patrons, l'État et la formation des jeunes*, ouvrage coordonné par G. MOREAU, éditions la Dispute, 2002, p.95-111

¹⁵⁶² Autre intérêt de sa création : « *La rétention dans l'enseignement est un moyen intelligent et pas trop cher de lutte contre le chômage.* » L. SCHWEITZER, directeur du cabinet du Premier ministre L. FABIUS, note du 9 mai 1985 citée par A. PROST, *La création du baccalauréat professionnel, op. cit.*, p.105

¹⁵⁶³ Décret n°86-379 du 11 mars 1986 portant règlement général du baccalauréat professionnel, *Journal Officiel*, le 14 mars 1986, p.3953-3956

formation¹⁵⁶⁴. Jusqu'à la loi de programme sur l'enseignement technique et professionnel, du 23 décembre 1985¹⁵⁶⁵, il était question d'enseignement technique et professionnel : l'enseignement technique correspondait aux enseignements dispensés dans les lycées techniques (baccalauréats de techniciens, brevets de techniciens, brevets de techniciens supérieurs), l'enseignement professionnel correspondait aux enseignements délivrés dans les lycées d'enseignement professionnel et les centres de formation d'apprentis. Depuis cette loi, il est question d'enseignement technologique et professionnel. *« Article 6 : Les formations technologiques du second degré ont pour objet de dispenser une formation générale de haut niveau ; elles incluent l'acquisition de connaissances et de compétences techniques et professionnelles. Elles sont principalement organisées en vue de préparer ceux qui les suivent à la poursuite de formations ultérieures. Elles peuvent leur permettre l'accès direct à la vie active. Elles sont dispensées essentiellement dans les lycées d'enseignement général et technologique ainsi que dans les lycées d'enseignement général et technologique agricoles. Les formations technologiques du second degré sont sanctionnées par la délivrance d'un baccalauréat technologique. Article 7 : Les formations professionnelles du second degré associent à la formation générale de haut niveau un haut niveau de connaissances techniques spécialisées. Principalement organisées en vue de l'exercice d'un métier, elles peuvent permettre de poursuivre une formation ultérieure. Les formations professionnelles du second degré sont dispensées essentiellement dans les lycées professionnels et dans les lycées professionnels agricoles. Les enseignements professionnels du second degré sont sanctionnées par la délivrance d'un certificat d'aptitude professionnel, d'un brevet d'études professionnelles ou d'un baccalauréat professionnel. »*¹⁵⁶⁶ À l'issue de la classe de cinquième, les orientations vers les CPPN et le CAP disparaissent au profit des passages en quatrième technologique et en quatrième générale et les poursuites d'études à l'issue de la classe de troisième progressent fortement. Les poursuites d'études à l'issue du BEP connaissent également une évolution sensible : pratiquement la moitié des élèves de seconde année de BEP poursuit des études, soit en classe de première d'adaptation afin de préparer un baccalauréat technologique, soit en baccalauréat professionnel. Un bouleversement des formations ouvrières s'opère : celles-ci sont de plus en plus assises sur une formation générale de base qui ne cesse de s'allonger et l'enseignement dispensé est de moins en moins professionnel et de plus en plus théorique. Il y a de moins en moins de CAP en formation initiale, de plus en plus de BEP et une forte progression des

¹⁵⁶⁴ Cette forme d'alternance sous statut scolaire est ensuite introduite en 1992 dans l'organisation de certains CAP et BEP.

¹⁵⁶⁵ Loi de programme n°85-1371 du 23 décembre 1985 sur l'enseignement technique et professionnel, Journal Officiel, le 26 décembre 1985, p15110-15111

¹⁵⁶⁶ Loi de programme n°85-1371 du 23 décembre 1985 sur l'enseignement technique et professionnel, Journal Officiel, le 26 décembre 1985, p15110

baccalauréats professionnels. Nous avons vu que la loi du 23 juillet 1987 ouvrait la possibilité de préparer tout diplôme technologique, professionnel ou supérieur par l'apprentissage et l'alternance¹⁵⁶⁷. La loi quinquennale de décembre 1993¹⁵⁶⁸ affirme le droit d'accès, pour tout élève, à la formation professionnelle¹⁵⁶⁹ : ce faisant, elle reprend et complète la loi d'orientation sur l'éducation du 10 juillet 1989¹⁵⁷⁰. Ainsi, au moment même où la propension à entreprendre des études secondaires ou supérieures de plus en plus longues se renforce¹⁵⁷¹, la formation professionnelle initiale bénéficie d'initiatives et de discours positifs : elle est présentée comme la meilleure voie d'accès à l'emploi dans un monde en crise. Cette présentation positive de la voie professionnelle se fait au prix d'un renforcement des normes scolaires, d'une sélection croissante à l'entrée en apprentissage et d'une dévalorisation des diplômes de CAP, voire de BEP, concurrencés dans certains domaines de formation par des baccalauréats professionnels.

¹⁵⁶⁷ G. MOREAU, *Un nouvel âge pour l'apprentissage*, in *Les patrons, l'État et la formation des jeunes*, ouvrage coordonné par G. MOREAU, éditions la Dispute, 2002, p.116

¹⁵⁶⁸ Loi quinquennale n°93-1313 du 20 décembre 1993 relative au travail, à l'emploi et à la formation professionnelle, Journal Officiel, les 20 et 21 décembre 1993, p.17769-17786

¹⁵⁶⁹ Titre III, Formation et Insertion professionnelle ; Chapitre II, Insertion professionnelle des jeunes et rénovation de l'apprentissage ; article 7 bis : « *Tout jeune doit se voir offrir, avant sa sortie du système éducatif et quel que soit le niveau d'enseignement qu'il a atteint, une formation professionnelle. Celle-ci est dispensée soit dans le cadre des formations conduisant à un diplôme d'enseignement professionnel, soit dans le cadre des formations professionnelles d'insertion organisées après l'obtention des diplômes d'enseignement général ou technologique, soit dans le cadre de formations spécifiques inscrites dans les plans régionaux de formation professionnelle. Les formations sont mises en place en concertation avec les entreprises et les professions.* » Loi quinquennale n°93-1313 du 20 décembre 1993 relative au travail, à l'emploi et à la formation professionnelle, Journal Officiel, les 20 et 21 décembre 1993, p.17780

¹⁵⁷⁰ « *La Nation se fixe comme objectif de conduire d'ici dix ans l'ensemble d'une classe d'âge au minimum au niveau du certificat d'aptitude professionnel ou du brevet d'études professionnelles et 80 % au niveau du baccalauréat. Tout élève qui, à l'issue de sa scolarité obligatoire, n'a pas atteint un niveau de formation reconnu doit pouvoir poursuivre des études afin d'atteindre un tel niveau.* » Titre I, chapitre I, article 3 de la loi n°89-486 du 10 juillet 1989 d'orientation sur l'éducation, Journal Officiel, le 14 juillet 1989, p.8860-8869

¹⁵⁷¹ Le taux d'accès en terminale par génération passe de 37,5 % en 1982 à 41,3 % en 1987, franchit les 50 % en 1989, culmine à 70,2 % en 1994. Parallèlement le pourcentage de lauréats du baccalauréat passe de 29,4 % à 60 %. Cette croissance se répercute dans l'enseignement supérieur : sections supérieures des lycées et premiers cycles des universités voient affluer les étudiants. Le nombre d'étudiants passe de 1 174 941 (dont 852 837 à l'université) en 1981 à 2 140 955 (dont 1 465 467 à l'université) en 1995. Les sections de techniciens supérieurs multiplient leur nombre d'étudiants par quatre, de 67 315 à 230 000. En 1995, la quasi-totalité (99 %) des bacheliers venant de l'enseignement général choisissent de poursuivre leurs études, 83 % des bacheliers technologiques font de même.

§.15. Retour sur l'histoire sociale de l'organisation de la formation des ingénieurs

Après avoir évoqué les conditions historiques et sociales qui ont conduit aux formes actuelles d'organisation de la formation professionnelle des ouvriers, des techniciens et des techniciens supérieurs, il nous semble nécessaire d'aborder le problème de l'organisation de la formation des ingénieurs. Dès l'introduction de ce chapitre, nous avons évoqué la mise en place, au XVIII^e siècle et à l'initiative de l'État, de grandes écoles d'enseignement technique supérieur, notamment l'École des Ponts et chaussées à Paris¹⁵⁷² et l'École du Génie à Mézières¹⁵⁷³ qui servira de modèle à l'École Polytechnique fondée pendant la Révolution.

Au XIX^e siècle, la création de l'École centrale des Arts et Manufactures va générer celle d'un grand nombre d'écoles privées, notamment entre 1830 et 1870. La fin du XIX^e siècle, après la défaite de 1870, voit notamment la création des écoles supérieures de commerce et des instituts techniques annexés aux facultés de sciences. L'enseignement technique supérieur se caractérise alors par une grande diversité. De nombreux établissements, publics et privés, prétendent alors délivrer un titre d'ingénieur, mais dans la mesure où la plupart de ces établissements ne dépendent ni de la Direction de l'enseignement technique, ni du ministère de l'Instruction publique¹⁵⁷⁴, cette diversité ne favorise ni l'harmonisation de l'organisation des études, ni celle des modalités d'attribution des diplômes. C'est dans ce contexte de diversité et de confusion que la question de la protection du titre d'ingénieur est alors posée, notamment par les élèves des écoles les plus prestigieuses qui redoutent une dépréciation de la valeur du diplôme d'ingénieur, dépréciation à la fois symbolique et économique.

¹⁵⁷² Créée en 1747 par TRUDAINE.

¹⁵⁷³ Créée en 1748 par CHASTILLON.

¹⁵⁷⁴ cf. : - Le décret du 21 mai 1930 portant organisation de l'École nationale supérieure de l'aéronautique, Journal Officiel, le 25 mai 1930, p.5783-5787 : cette école, qui a pour but de former les ingénieurs du corps de l'aéronautique et les ingénieurs civils destinés à l'industrie aéronautique et aux diverses branches de la navigation aérienne, relève du ministre de l'Air. - Le décret du 21 septembre 1930 portant organisation et fonctionnement de l'École nationale supérieure des arts et industries textiles de Roubaix, Journal Officiel, les 6-7 octobre 1930, p.11433-11436 : cette école, qui a pour but, entre autres, la formation d'ingénieurs textiles, relève du ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts. - Le décret du 4 octobre 1930 concernant la réorganisation de l'École Polytechnique, Journal officiel, le 31 octobre 1930, p.12186-12191 : cette école, destinée, entre autres, à fournir des élèves pour les corps des ingénieurs du génie maritime, de l'artillerie navale, des ingénieurs hydrographes, des ingénieurs de l'aéronautique, est soumise au régime militaire et placée dans les attributions du ministre de la Guerre.

Le décret du 13 février 1931¹⁵⁷⁵ réorganise la délivrance du titre d'ingénieur docteur dans les Facultés des sciences qui avait été institué par le décret du 30 avril 1923¹⁵⁷⁶. Il a pour objet de favoriser les recherches concernant les applications de la science. L'engagement des syndicats d'ingénieurs dans la lutte pour la protection du titre aboutit à la promulgation de la loi du 10 juillet 1934¹⁵⁷⁷ relative à la délivrance du diplôme d'ingénieur. Cette loi instaure une commission des titres d'ingénieurs, dont les membres sont nommés par le ministre responsable de l'enseignement technique, et qui est chargée d'étudier toutes les questions relatives à la délivrance du diplôme d'ingénieur. Cette commission se prononce notamment sur la validité des écoles privées d'ingénieurs et sur la conformité de leur enseignement pour la délivrance du diplôme. La commission est chargée de dresser la liste des écoles autorisées à le délivrer, liste publiée au Journal officiel et remise à jour périodiquement.

Le décret du 27 février 1935¹⁵⁷⁸ autorise le Conservatoire national des Arts et métiers (CNAM) à créer des instituts de sciences appliquées. Cependant, ce décret ne précise ni le contenu de l'enseignement, ni la sanction des études qui feront l'objet pour chaque institut d'un règlement particulier. Le décret du 5 septembre 1939¹⁵⁷⁹ crée des instituts de sciences appliquées auprès des Facultés qui assurent un enseignement technique sanctionné par un diplôme d'ingénieur. Ces instituts, qui peuvent porter le nom d'école ou d'école supérieure, assurent une scolarité de trois années, et délivrent un diplôme d'ingénieur en conformité avec la loi du 10 juillet 1934. Ce décret ne sera cependant pas appliqué en raison du déclenchement de la Seconde Guerre mondiale.

Le régime de Vichy réunit les principales écoles d'ingénieurs - dont Polytechnique, Ponts et Chaussées, l'École des Mines - au sein du ministère de la Production industrielle et des Communications.

À la Libération, les nécessités de la reconstruction imposent le recours à un corps d'ingénieurs compétents dont la pénurie est déplorée dans les plans de modernisation au même titre que celle des ouvriers qualifiés et des agents techniques. À partir de 1952, la croissance, les transformations économiques,

¹⁵⁷⁵ Rapport et décret du 13 février 1931 concernant le diplôme d'ingénieur docteur, Journal officiel, le 15 février 1931, p.330-333

¹⁵⁷⁶ Rapport et décret du 30 avril 1923 concernant le diplôme d'ingénieur docteur, Journal officiel, le 5 avril 1933, p.4430-4431

¹⁵⁷⁷ Loi du 10 juillet 1934 sur les conditions de délivrance et usage du titre d'ingénieur diplômé, Journal officiel, le 13 juillet 1934, p.7058-7059

¹⁵⁷⁸ Décret du 27 février 1935 créant les instituts de sciences appliquées du CNAM, Journal Officiel, le 1^{er} mars 1935, p.2516-2517

¹⁵⁷⁹ Décret du 5 septembre 1939 créant des instituts des Facultés donnant un enseignement technique industriel sanctionné par un diplôme d'ingénieur, Journal officiel le 10 décembre 1939, p.11283-11284

celles des modes de production, accroissent la demande en ingénieurs et débouchent sur la création de nouveaux types d'établissements combinant formation des ingénieurs et travaux de recherches. (cf. l'exemple de l'Institut national des sciences appliquées de Lyon (INSA) créé par la loi du 18 mars 1957¹⁵⁸⁰).

La compromission des "élites" issues des grandes écoles avec le régime de Vichy ayant été très vivement critiquée, notamment dans le plan d'Alger d'août 1944¹⁵⁸¹, il est envisagé une restructuration de l'enseignement technique supérieur qui intègre la suppression des grandes écoles : « *La commission, en effet, a été d'avis qu'il n'y a aucune raison de maintenir les établissements supérieurs dits "grandes écoles", dans la mesure où ces établissements donnent un enseignement supérieur général analogue ou identique à celui que dispensent les Facultés. Ce double emploi, ajouté à l'esprit de caste qui anime les élèves de certaines de ces maisons, et qui naît dès les classes préparatoires incorporées aux lycées [...] ne peut que maintenir parmi les étudiants un malaise fâcheux.* »¹⁵⁸². Si le plan LANGEVIN-WALLON reprend également cette idée, les projets suivants (d'André MARIE en juin 1954, d'Edouard DUCREUX en mars 1955, de Jean BERTHOIN en août 1955, de René BILLIÈRES en août 1956) ne reprennent pas cette idée et intègrent l'enseignement technique supérieur dans le cursus des études techniques, soit sous leur forme traditionnelle, soit en recommandant un rapprochement avec les universités.

L'enseignement technique supérieur connaît alors un certain nombre de modifications relatives aux statuts de divers groupes d'écoles. Reprenant le décret du 5 septembre 1939, non appliqué, un décret du 16 janvier 1947¹⁵⁸³

¹⁵⁸⁰ Loi du 18 mars 1957 portant création de l'Institut national des sciences appliquées de Lyon, Journal officiel, les 18-19 mars 1957, p.2884

¹⁵⁸¹ « *Sur la valeur éducative de notre enseignement et sur les caractères qu'il a formés, il faut être plus réservé. Cependant, il semble bien que, si les hommes du peuple, formés par l'école primaire, se sont montrés - malgré des lacunes, de l'ignorance et peu de sens critique - admirablement courageux et patients pendant la guerre ouverte et la guerre clandestine, et si les universitaires ont donné un magnifique exemple, les élites, compte tenu d'honorables exceptions individuelles, ont montré, elles, un manque lamentable de caractère. La défaite et la tyrannie n'ont été ce qu'elles ont été que par la défaillance, la carence ou la trahison des classes dirigeantes dans la marine ou l'armée, la politique ou la finance, l'industrie ou le commerce. Ceux qui pouvaient se dire issus des sommets de notre enseignement sont ceux dont la lâcheté a été la plus éclatante. La principale raison de cette situation paradoxale : une culture de haute valeur qui ne profite vraiment ni à l'intelligence de la nation ni à son âme, doit être recherchée dans le caractère traditionnel de notre enseignement secondaire, enseignement de caste qui continuait à maintenir en France une féodalité de l'argent et des charges.* » Rapport d'août 1944 relatif à la réorganisation de l'enseignement dit "plan d'Alger" : G. BODÉ, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, op. cit., p.317

¹⁵⁸² Rapport d'août 1944 relatif à la réorganisation de l'enseignement dit "plan d'Alger" : G. BODÉ, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, op. cit., p.322

¹⁵⁸³ Décret du 16 janvier 1947 portant création des écoles nationales supérieures d'ingénieurs, Journal Officiel, le 19 janvier 1947, p.814-815

transforme les instituts d'université ou tout établissement rattaché à une université et délivrant un titre d'ingénieur, en écoles nationales supérieures d'ingénieurs. L'objectif est alors d'uniformiser le niveau des études dans tous les établissements et d'instaurer une collaboration entre enseignement supérieur et enseignement technique. L'admission dans ces écoles se fait par concours ; la scolarité de trois ans, qui comprend un enseignement général du niveau licence et un enseignement technique spécifique à chaque école, est sanctionnée par un diplôme d'ingénieur. Par ce décret, les instituts techniques annexés aux facultés de sciences sont reconnus en tant qu'écoles d'ingénieurs et sont placés, dans la hiérarchie officielle, immédiatement derrière les grandes écoles créées fin XVIII^e - début du XIX^e siècle. Par le décret du 5 mai 1947¹⁵⁸⁴, les écoles d'Arts et métiers obtiennent le titre d'Écoles nationales d'ingénieurs arts et métiers. Elles ont pour mission de former des ingénieurs pour toutes les branches de l'industrie. Ainsi, le renouvellement du réseau des écoles techniques supérieures s'effectue, soit par transformation de leur statut, soit par création de nouveaux types d'établissements. Dynamisées par une conjoncture économique favorable, les écoles techniques supérieures se développent rapidement entre 1946 et 1960.

Créée par la loi du 10 Juillet 1934 relative aux conditions de délivrance et à l'usage du titre d'ingénieur diplômé, la Commission des Titres d'Ingénieur a été confirmée dans ses missions par la loi du 26 janvier 1984¹⁵⁸⁵, à savoir :

- étudier toute question relative aux formations d'ingénieurs, quel qu'en soit le domaine ;
- examiner les demandes d'habilitation à délivrer des titres d'ingénieur diplômé ;
- intervenir, si nécessaire, pour sauvegarder la qualité des formations d'ingénieurs et procéder à toute enquête dans les établissements d'enseignement supérieur et auprès des professions.

Désormais, toute formation reçoit une habilitation d'une durée maximale de six ans renouvelable après une évaluation détaillée, organisée par la Commission des Titres d'Ingénieur.

De nos jours, le rôle d'un ingénieur consiste à étudier un projet dans sa globalité, ce qui nécessite la prise en compte de l'ensemble des contraintes techniques, économiques, sociales, financières. Sa tâche consiste à élaborer et à proposer des solutions cohérentes afin de mener à bien un projet en optimisant les compromis. Cette mise en œuvre nécessite un haut niveau de compétences

¹⁵⁸⁴ Décret du 5 mai 1947 portant organisation des Écoles nationales d'ingénieurs arts et métiers, Journal Officiel, le 7 mai 1947, p.4253-4254

¹⁵⁸⁵ Journal Officiel, le 27 janvier 1984

dans les techniques mathématiques de modélisation, de simulation numérique et d'optimisation¹⁵⁸⁶.

Conclusion

« Une société moderne ne peut tourner sans qu'interviennent, entre les entrepreneurs capitalistes et leurs ouvriers, des catégories de plus en plus nombreuses d'intellectuels, salariés ou non, chargés de tâches d'information, de gestion, de conception, bref, d'encadrement de la production. [...] L'État a institué une correspondance entre niveaux de responsabilité et niveaux de formation. [...] À [l'enseignement supérieur] de définir les contenus correspondant à une formation donnée, d'en assurer la normalisation et de sélectionner et former les futurs cadres. C'est bien ainsi que s'est constitué historiquement l'enseignement supérieur français : à mesure que le développement industriel l'a exigé, l'État a veillé à créer des établissements de formation correspondant à ces nouvelles demandes. [...] Les entreprises ou l'État, en recrutant leurs collaborateurs, ont l'assurance, en s'adressant ici ou là, de se procurer des produits dûment calibrés et estampillés. Inversement, le diplômé connaît précisément la fourchette où s'inscrivent ses ambitions sociales et professionnelles : niveau de salaire, statut, responsabilités, intérêt du travail... »¹⁵⁸⁷

Nous avons tenté de montrer dans quelle mesure la nature des choix initiaux, les principes sur lesquels ils reposent, leur évolution, avaient contribué à l'élaboration de différentes formes historiques et sociales d'organisation de la formation générale, technique et professionnelle. Cet examen fait apparaître un certain nombre de traits fondamentaux dont l'époque contemporaine porte l'empreinte. Cette élaboration commence, sous l'Ancien régime, "par le haut" avec la mise en place d'un enseignement technique supérieur. Elle se prolonge par l'organisation d'enseignements de niveau moyen et intermédiaire et se termine par l'aménagement de l'apprentissage. Le "glissement", souvent renouvelé, des tentatives de création d'un enseignement "intermédiaire", non élémentaire et non classique, vers l'enseignement secondaire général a pour effet la mise à l'écart des segments de l'enseignement qui demeurent techniques et professionnels. Depuis les années soixante, la poursuite d'études dans l'enseignement technique et dans l'enseignement professionnel est généralement

¹⁵⁸⁶ « La démarche de l'ingénieur consiste, à partir de l'observation d'un phénomène concret, en la modélisation de ce phénomène en modèle abstrait, le travail sur le modèle abstrait et ensuite seulement le retour au concret. Et à mon sens, la véritable justification du poids important des mathématiques dans la sélection de nos élèves ingénieurs, c'est cette capacité d'abstraction. » D. GOURISSE, Président de la conférence des grandes écoles en 1989, cité par N. BOULEAU, *Philosophies des mathématiques et de la modélisation*, op. cit., p.332

¹⁵⁸⁷ C. BAUDELLOT, R. BENOLIEL, H. CUKROWICZ, R. ESTABLET, *Les étudiants, l'emploi, la crise*, éditions Maspéro, 1981, p.7-9

le résultat d'un échec à la poursuite d'études dans l'enseignement général et non un choix positif : ceci renforce le statut dominé des enseignements technique et professionnel. À partir des années soixante-dix, les modifications des modes de production industrielle (du taylorisme triomphant au "modèle japonais") et l'offre de nouvelles formes d'activité ont permis d'accroître en "valeur absolue" le niveau de compétences de la plupart des actifs. L'allongement de la durée de scolarisation et l'accès de la quasi-totalité des élèves au premier cycle de l'enseignement secondaire ont en effet permis de satisfaire l'exigence technique de la formation des compétences et d'assurer la moralisation des classes dominées. Or cette augmentation de la "valeur absolue" de l'ensemble des travailleurs n'a pu être consentie que dans la mesure où leur "valeur relative" est demeurée constante. Comme le souligne C. GRIGNON : « *Dans la mesure où la valeur des individus soumis à un type de formation donné dépend non seulement de la quantité de travail social nécessaire à cette formation mais aussi de la valeur socialement reconnue à ce type de formation par rapport à l'ensemble des types de formation possibles, il suffit, pour que la valeur de ces individus reste constante, que le type de formation qui leur est dispensé occupe une position constante dans la structure hiérarchique des types de formation.* »¹⁵⁸⁸

Ainsi, le glissement "vers le haut" des CET vers les LEP puis vers les LP, où les élèves entrent dorénavant à l'issue de la classe de troisième pour préparer un BEP puis éventuellement un baccalauréat professionnel, s'inscrit dans la logique du système de valeurs propre au système d'enseignement. De même, la position des techniciens supérieurs demeure intermédiaire entre celle des ingénieurs (de conception, de production, de réalisation) et celle des ouvriers qualifiés. Malgré le mouvement général de glissement "vers le haut" de toutes les formations (générales, technologiques, professionnelles), la stabilité de la structure des hiérarchies scolaires n'est jamais entamée.

¹⁵⁸⁸ C. GRIGNON, *L'ordre des choses, op. cit.*, p.55

Section III. Du BT d'électrotechnicien au BTS en électrotechnique

Avant d'évoquer les modalités de la création en 1953 du "brevet de technicien électrotechnicien" reclassé en 1962 "brevet de technicien supérieur en électrotechnique", il nous faut au préalable préciser ce que recouvre le terme d'"électrotechnique". Alors que l'électronique entend et regroupe tout ce qui concerne les faibles puissances dites aussi "courants faibles", l'électrotechnique se partage tout ce qui a rapport aux fortes puissances ou "courants forts". Les fabrications de l'électrotechnique ont pour but de produire et de transporter l'énergie électrique destinée à la consommation des entreprises et à celle des particuliers. L'électrotechnique comprend tout ce qui concerne les lignes à haute tension, la traction électrique, les redresseurs, les transformateurs, les ensembles automatiques par contacteurs, les relais statiques et les appareils de mesure et de contrôle. Par ailleurs, l'électrotechnique regroupe trois technologies : l'électronique de puissance, l'électrotechnique traditionnelle et l'informatique industrielle. Actuellement, la formation du technicien supérieur en électrotechnique recouvre trois grands domaines professionnels : les équipements et les matériels d'électrotechnique et d'électronique de puissance ; les systèmes automatisés ; les méthodes spécifiques aux fonctions industrielles de gestion de production, de qualité et de maintenance. Cette formation comporte un stage professionnel en entreprise. L'objectif professionnel du technicien supérieur en électrotechnique est donc centré sur l'énergie électrique, sa conservation et ses utilisations. Son domaine de compétence recouvre la conception, la réalisation et la maintenance d'équipements électrotechniques.

§.1. Les modalités de la création du "brevet de technicien électrotechnicien" en 1953

Nous avons déjà évoqué le fait que le décret instituant le "brevet de technicien" a été promulgué le 19 février 1952¹⁵⁸⁹. Les diplômes correspondant aux diverses spécialités ayant été créés progressivement au fil des années, l'arrêté réglementant le "brevet d'électrotechnicien" est promulgué le 28 octobre 1953¹⁵⁹⁰. Initialement, ce diplôme sanctionne un parcours de sept années de formation professionnelle, correspondant, après la classe de cinquième, à cinq années dans un collège technique ou une ENP et à deux années supplémentaires. Les élèves titulaires du brevet d'enseignement industriel (BEI) peuvent également accéder à la préparation de ce BT par le biais d'une année préparatoire. Dans son ouvrage intitulé *Histoire des diplômes de l'enseignement*

¹⁵⁸⁹ Décret n° 52-178 portant création des brevets de technicien du 19 février 1952, Journal Officiel, le 21 février 1952, p.2139-2140

¹⁵⁹⁰ Règlement du brevet d'électrotechnicien, arrêté du 28 octobre 1953, Journal Officiel, le 25 novembre 1953, p.10558-10559

technique et professionnel (1880-1965), Guy BRUCY évoque le malentendu ayant accompagné la mise en place des BT en général et du BT d'électrotechnicien en particulier : ce qui est notamment en jeu est le caractère public et national du diplôme. Pour G. BRUCY, les directeurs des collèges techniques ont en effet perçu l'institution d'un BT (d'électrotechnique ou de toute autre spécialité particulièrement adaptée aux caractéristiques de l'économie locale) comme un moyen de valoriser leurs établissements en offrant à leurs élèves une filière attractive. Ces directeurs ont ainsi compris la création d'un BT comme la simple transformation en diplôme public d'un diplôme interne préexistant. Ils ont notamment été nombreux à demander à pouvoir adapter les contenus au contexte local. Lorsque le brevet d'électrotechnicien est institué, huit établissements¹⁵⁹¹ sont autorisés par la DET à en assurer la préparation. Chacun de ces établissements est alors porteur d'une tradition de formation qui correspond à des objectifs différents dans des contextes régionaux spécifiques. L'école Diderot de Paris et le collège technique de Dijon assurent notamment la préparation des diplômes de conducteur électricien dont les programmes, répondant aux besoins des industriels régionaux, accordent une place importante à l'utilisation industrielle de l'électronique. Or la finalité professionnelle du BT d'électrotechnicien, qui doit se substituer à ces diplômes locaux de conducteur électricien, implique notamment la suppression des cours et des travaux pratiques d'électronique. La préparation au BT d'électrotechnicien contraint également ces établissements à s'équiper de nouveaux matériels, notamment dans le domaine des mesures électriques et des essais de machines. Or, au lieu de se conformer aux conditions matérielles et pédagogiques de fonctionnement imposées par la création du nouveau diplôme, les directeurs de ces établissements proposent d'adapter les contenus de formation à leurs besoins traditionnels. Ils demandent ainsi l'autorisation de modifier le programme du BT d'électrotechnicien afin de l'alléger des cours consacrés à la thermodynamique et à l'hydraulique et de développer les cours consacrés à l'électronique. Il semble également que, dans l'esprit de certains directeurs, le BT constitue une propédeutique aux études d'ingénieur. C'est ainsi que le diplôme de conducteur électricien du collège Diderot comportait un programme de mathématiques et de sciences physiques dont le niveau relativement élevé permettait aux élèves de poursuivre des études à l'école supérieure d'électricité alors que la finalité professionnelle du BT implique, au contraire, une diminution de la part des mathématiques et la suppression des cours de physique théorique. Ces modifications qui vont rendre plus difficile

¹⁵⁹¹ Trois écoles privées : école Bréguet, école Violet, école d'électricité industrielle de la chambre de commerce de Marseille. Trois écoles de l'enseignement technique : collège technique H. Fontaine à Dijon, école La Martinière à Lyon, école Diderot à Paris. Un établissement dépendant de l'enseignement supérieur : école des conducteurs électriciens de Toulouse. Enfin l'école des conducteurs électriciens de Grenoble. Source : G. BRUCY, *Histoire des diplômes de l'enseignement technique et professionnel (1860-1965)*, op. cit., note 47, p.187 et p.248

l'accès aux études supérieures de leurs élèves sont vivement contestées par les enseignants et les parents d'élèves. Cependant l'administration centrale exerce sa vigilance afin de contrôler les dérives et de conserver au BT ses caractéristiques initiales. Elle impose des normes afin de faire respecter l'uniformité des programmes garante du caractère national du diplôme. Conformément à cette logique, l'inspection générale, saisie des demandes d'adaptation des programmes du BT d'électrotechnicien aux spécificités de l'école Diderot et du collège technique de Dijon, oppose un refus catégorique au nom de la nécessaire compétence requise, nationalement, d'un technicien, compétence qui suppose que l'électronique soit nettement distinguée de l'électrotechnique. L'accueil des professionnels à la création du BT est également varié. Les questionnements sont relatifs à la nécessité d'un tel diplôme, aux modalités de sa préparation (doit-il consacrer des études faites à temps complet en école ou selon le mode de l'alternance), au lien entre la nature des compétences requises d'un technicien et le niveau du diplôme censé en attester la maîtrise. Autres questionnements : Dans quelle mesure, le BT atteste-t-il une qualification professionnelle ? Comment se situe-t-il dans la hiérarchie des diplômes ? Faut-il exiger des futurs candidats à l'examen du BT la possession de certains titres ? Notons que la CNPC de la Métallurgie tente, en 1954-1955, de donner un contenu précis au BT en définissant deux filières de formation, différentes dans leur forme et leur contenu et divergentes quant aux fonctions auxquelles elles conduisent. D'une part, la filière CAP-BP axée sur la pratique du métier, ouvrirait à l'ouvrier qualifié dans un métier de base, la voie aux postes d'agent de maîtrise ou d'agent technique. D'autre part, la filière BEI-BT axée sur la connaissance du métier et impliquant une formation générale et théorique plus approfondie que la filière précédente, conduirait l'ouvrier hautement qualifié aux différents postes de techniciens : agents techniques de préparation, agents de maîtrise, techniciens de commandement, technico-commerciaux, administratifs. Le point commun entre tous ces personnels est de recevoir leurs instructions directement de l'ingénieur dont ils doivent comprendre le langage. Pour Guy BRUCY, l'histoire des brevets de techniciens révèle à la fois l'hétérogénéité des conceptions au sein de l'institution d'enseignement technique et celle des milieux professionnels. L'examen qu'il a mené de quelques situations montre en effet que les attentes des agents de l'institution scolaire, notamment au niveau des établissements, sont à la fois diverses et pas nécessairement en adéquation avec les fins que l'administration centrale assigne au diplôme. G. BRUCY montre ainsi que pour certains enseignants de collèges techniques, le brevet de technicien n'est qu'un BEI amélioré alors que, pour d'autres, il constitue une propédeutique aux études d'ingénieur, tandis que la direction de l'enseignement technique et l'inspection générale lui assignent une finalité strictement professionnelle. Les visées des uns et des autres peuvent même être conflictuelles. Ainsi, à partir de 1956, l'association des anciens élèves des ENP adopte des positions malthusiennes en

matière de formation des futurs techniciens alors que le directeur de l'enseignement technique a pour mission de mettre en place une politique de formation qui, pour répondre aux besoins de l'économie, suppose la fin du protectionnisme des titres. Le décret du 26 août 1957¹⁵⁹² pose les principes d'une politique volontariste en matière de recrutement des futurs candidats aux brevets de technicien : « - *Article 1 : En vue de la formation de techniciens, des sections spécialisées peuvent être ouvertes dans les écoles nationales de l'enseignement technique et dans certains collèges techniques et établissements assimilés. - Article 2 : Le cycle des études dans les sections de techniciens s'étend sur deux années.* »¹⁵⁹³ Pour les responsables politiques en charge des affaires de l'État à partir de 1958, la mise en place d'une politique de formation, destinée à répondre aux besoins de l'économie, suppose la fin du protectionnisme des titres, le rapprochement des enseignements généraux, techniques et professionnels, le recul de l'âge à partir duquel l'orientation est effectuée : elle implique également la disparition de l'autonomie de l'enseignement technique. Nous avons vu que la mise en place de cette politique s'est concrétisée avec les réformes BERTHOIN et CAPELLE-FOUCHET.

§.2. Les modalités du reclassement du brevet de technicien électrotechnicien en brevet de technicien supérieur en électrotechnique en 1964

L'article 35 du décret BERTHOIN du 6 janvier 1959 annonce le reclassement des BT en BTS, reclassement officialisé par l'arrêté du 2 août 1962¹⁵⁹⁴. Les dispositions relatives à la formation des techniciens supérieurs entrent en application à la rentrée scolaire 1962. Un arrêté du 10 août 1964¹⁵⁹⁵ précise la spécificité et l'organisation du BTS en électrotechnique, diplôme confirmé au niveau "bac + 2". Les deux premiers articles de cet arrêté précisent :

*Article 1^{er} : « Le brevet de technicien d'électrotechnicien créé par l'arrêté du 28 octobre 1953 modifié prend le nom de "brevet de technicien supérieur en électrotechnique". »*¹⁵⁹⁶

Décret du 26 août 1957 portant formation des techniciens, Journal Officiel le 30 août 1957, p.2759-2760

¹⁵⁹³ Décret du 26 août 1957 portant formation des techniciens : G. BODÉ, *L'enseignement technique, de la révolution à nos jours*, tome 2, volume 1, *op. cit.*, p.492-493

¹⁵⁹⁴ Reclassement comme brevets de techniciens supérieurs de certains brevets de techniciens institués conformément au décret n 52-178 du 19 février 1952 : arrêté du 2 août 1962 publié au Journal Officiel, le 9 août 1962, p.7932

¹⁵⁹⁵ Arrêté du 10 août 1964, publié au Journal Officiel, le 13 octobre 1964, p.9168

¹⁵⁹⁶ Arrêté du 10 août 1964, *op. cit.*, p.9168

Article 2 : « *L'article 1^{er} de l'arrêté du 28 octobre 1953 est complété comme suit : "Le brevet de technicien supérieur en électrotechnique comprend quatre options : Construction et équipement. Production de l'électricité. Transport et distribution de l'électricité. Contrôle électrique. »*¹⁵⁹⁷

Comme il est précisé à l'article 2 de cet arrêté, la préparation du BTS électrotechnique est organisée selon quatre options : construction et équipement, production de l'électricité, transport et distribution de l'électricité, contrôle électrique. Notons que le programme de mathématiques ne comporte alors aucun enseignement de probabilités mais comporte un enseignement élémentaire de statistique qui comprend une initiation aux procédures de contrôle de qualité au moyen des "cartes de contrôle".

§.3. La nouvelle organisation de la formation au brevet de technicien supérieur en électrotechnique à partir de 1987-1988

Dans le prolongement de la loi de programme du 23 décembre 1985 sur l'enseignement technologique et professionnel, l'organisation du BTS électrotechnique en quatre options est abrogée par l'arrêté du 2 avril 1987¹⁵⁹⁸. À l'issue de la session d'examen de 1988¹⁵⁹⁹, il n'y a plus de préparation spécifique à la construction et à l'équipement, à la production de l'électricité, au transport et à la distribution de l'électricité, au contrôle électrique : il n'y a qu'un seul BTS électrotechnique. Ces changements dans l'organisation de la préparation au diplôme (du BT d'électrotechnicien de 1953 à 1964, au BTS électrotechnique organisé en quatre options de 1965 à 1988, puis au BTS électrotechnique "unifié" de 1989 jusqu'à aujourd'hui) induisent des modifications du programme de mathématiques. C'est donc à partir de l'année scolaire 1987-1988 qu'est institué un enseignement de probabilités dans la préparation au BTS électrotechnique. Notons que l'introduction de cet enseignement peut alors intervenir (au libre choix du professeur) soit en première année (donc dès l'année scolaire 1987- 1988) ou/et lors de la seconde année (1988-1989). Dans la mesure où la préparation du BTS est organisée sur deux années, il n'est pas surprenant de voir proposer à l'épreuve de mathématiques de l'examen du BTS électrotechnique un exercice de calcul des probabilités pour la première fois à la session de juin 1990.

¹⁵⁹⁷ Arrêté du 10 août 1964, *op. cit.*, p.9168

¹⁵⁹⁸ Arrêté du 2 avril 1987 publié au Journal Officiel, le 3 mai 1987, p.4928-4929

¹⁵⁹⁹ « *Les dispositions de l'arrêté du 10 août 1964 susvisé seront abrogés à l'issue de la session d'examen de 1988 ou à l'issue de la session de rattrapage éventuellement organisée en 1989. »* Arrêté du 2 avril 1987 publié au Journal Officiel, le 3 mai 1987, p.4928

Le BTS électrotechnique est aujourd'hui un diplôme préparé par des élèves ayant principalement obtenu un baccalauréat technologique¹⁶⁰⁰ : ainsi, à la session 1991, sur les 3141 élèves bacheliers admis à l'examen du BTS électrotechnique, 3001 étaient titulaires d'un baccalauréat F (essentiellement F3), 100 d'un baccalauréat professionnel et 40 d'un baccalauréat C, D ou E¹⁶⁰¹. Le BTS électrotechnique est préparé par la voie scolaire, dans les lycées d'enseignement technologique. Il peut également être préparé dans le cadre de la formation professionnelle continue, notamment dans des GRETA¹⁶⁰², par la voie de l'apprentissage et via un établissement d'enseignement à distance. Le sigle GRETA (GR-ETA) signifie GRoupement d'ÉTABlissements. Un GRETA regroupe les établissements d'enseignement public¹⁶⁰³ situés dans la zone géographique correspondant à un bassin d'emplois : il a mission de service public pour répondre à la demande de formation continue. Il y a aujourd'hui environ trois cent cinquante GRETA sur l'ensemble du territoire. Un GRETA dispose de personnels spécialisés, notamment de conseillers en formation continue qui ont pour mission d'assurer l'interface entre les demandeurs de formation et l'offre du GRETA. Ces conseillers, qui n'assurent pas d'actions de formation, sont chargés de mettre en place et d'organiser les formations de manière à répondre à la demande des personnes, des entreprises ou des institutions publiques. Les actions de formation sont généralement assurées par des enseignants ayant exercé en formation initiale. À l'origine, le projet était de favoriser la rencontre entre formation initiale et formation continue afin d'éviter la constitution d'un corps de formateurs spécialisés, mais les contraintes particulières de la formation continue ont rendu nécessaire le recours à des personnels spécialisés qui n'interviennent qu'en formation continue. Quatre types de personnels interviennent actuellement dans les GRETA : des enseignants mis à disposition ("postes gagés"), des enseignants intervenant en heures supplémentaires, des agents contractuels, et des professionnels spécialisés dans un domaine donné (mécanique, thermique, domotique, etc.). En 1993, les GRETA ont accueilli 593 000 stagiaires, pour un volume de 110 millions "d'heures-stagiaires". Trois types de publics peuvent être distingués :

¹⁶⁰⁰ Baccalauréat technologique sciences et techniques industrielles (STI) génie électrotechnique depuis 1995, anciennement baccalauréat technologique en électrotechnique (F3) créé en 1985, anciennement baccalauréat de technicien en électrotechnique (F3) créé en 1969

¹⁶⁰¹ source : brochure ONISEP sur le BTS électrotechnique, Bulletin d'informations n°491-492, le 8 septembre 1994, p.39

¹⁶⁰² La loi du 16 juillet 1971 crée les groupements d'établissements, Journal Officiel le 17 juillet 1971

¹⁶⁰³ - lycées professionnels, lycées d'enseignement général et technique, collèges -

- Le premier est constitué de salariés venant se perfectionner ou acquérir une qualification supérieure. La durée des formations, financées par les entreprises, est en général relativement courte. Généralement, il s'agit de formations individualisées¹⁶⁰⁴ relevant du secteur tertiaire : bureautique, informatique, techniques de communication, comptabilité, langues.
- Le second regroupe les demandeurs d'emplois. Ces actions sont financées par l'État et les conseils régionaux. Il s'agit généralement de "remises à niveau" dans le domaine général : mathématiques, maîtrise de la langue française.
- Le troisième regroupe les stagiaires en contrat de qualification ou en contrat individuel de formation. Les stagiaires préparent un diplôme (BEP, baccalauréat professionnel, BTS) dans le cadre de l'alternance pendant une durée de deux ans. C'est le cas notamment d'un certain nombre d'élèves que nous avons observés et interrogés au cours de cette recherche. En effet, le GRETA Bresse-Dombes de Bourg en Bresse a la particularité d'organiser, dans le cadre de l'alternance et des contrats de qualification, la préparation au BTS électrotechnique.

Notons que les crédits, dans les GRETA, sont pratiquement tous affectés à l'adaptation professionnelle : la formation culturelle est réduite au strict minimum.

¹⁶⁰⁴ La formation individualisée est organisée autour de trois principes : - l'entrée en formation peut avoir lieu à n'importe quel moment : elle est fonction des disponibilités des stagiaires ; - les objectifs de la formation sont négociés en fonction des besoins et des attentes des stagiaires ; - la formation est personnalisée : les acquis sont évalués et le parcours de formation est adapté en fonction de ce que le stagiaire sait déjà faire et de l'objectif à atteindre.

■ Organisation de l'enseignement

L'horaire hebdomadaire de la préparation au BTS électrotechnique est organisé de la manière suivante¹⁶⁰⁵ :

Disciplines	Horaire hebdomadaire en première année	Horaire hebdomadaire en deuxième année
Français	2 h de cours + 1 h TD ¹⁶⁰⁶	2 h de cours + 1 h TD
Mathématiques	3 h de cours + 1 h TD	2 h de cours + 1 h TD
Anglais	2 h TD	2 h TD
Mécanique et construction	4 h TD	2 h TD
Physique appliquée à l'électrotechnique	6 h de cours + 3 h TP ¹⁶⁰⁷	6 h de cours + 4 h TP
Essais de système	3 h TP	5 h TP
Technologie, schéma et fabrication	8 h TP	8 h TP
Économie et gestion	1 h	1 h
TOTAL	34 heures	34 heures
Langue vivante facultative	1 h	1 h

La partie professionnelle (mécanique et construction, physique appliquée à l'électrotechnique, essais de système, technologie, schéma et fabrication) inclut les enseignements suivants : électricité générale (électromagnétisme, électrocinétique, électronique de base, amplification, commutation, etc.) ; distribution, appareillage et protection (systèmes et réseaux électriques, postes de transformation) ; électronique de puissance (convertisseurs de courant) ; récepteurs et générateurs électriques (moteurs, alternateurs, transformateurs) ; automatique et informatique industrielle (capteurs, algorithmique et programmation structurée, structure et fonctionnement d'un microprocesseur, automates programmables, micro-ordinateur industriel, protocoles d'échanges, réseaux locaux, asservisseurs) ; physique générale (propagation d'un signal, application aux ondes acoustiques, mécaniques et électromagnétiques). Cette partie professionnelle comporte également des enseignements de gestion, de production, de qualité et de maintenance, ainsi que l'étude des systèmes mécaniques associés aux automatismes et aux équipements électrotechniques.

¹⁶⁰⁵ Arrêté du 2 avril 1987

¹⁶⁰⁶ Travaux Dirigés

¹⁶⁰⁷ Travaux Pratiques

Lors de la seconde année, les élèves qui suivent la voie scolaire doivent, par binôme, réaliser un appareillage électrique à partir des indications contenues dans un cahier des charges. Un stage en entreprise d'une durée minimale de six semaines est imposé : chaque élève doit alors rédiger un rapport qui sert de base à l'épreuve professionnelle de synthèse.

■ Organisation de l'examen

L'examen comporte six épreuves obligatoires¹⁶⁰⁸ : trois se rapportent à l'enseignement général et trois à l'enseignement professionnel et technologique. L'épreuve professionnelle de synthèse présente, comme son nom l'indique, un caractère de synthèse de la spécialité électrotechnique. Voici la liste des six épreuves obligatoires :

- épreuve écrite d'expression française : durée 4 heures, coefficient 1 ;
- épreuve écrite de mathématiques : durée 2 heures, coefficient 1 ;
- épreuve écrite d'anglais : durée 2 heures, coefficient 1 ;
- épreuve écrite de physique appliquée à l'électrotechnique¹⁶⁰⁹ : durée 4 heures, coefficient 3 ;
- épreuve écrite d'avant-projet¹⁶¹⁰ : durée 8 heures, coefficient 2 ;
- épreuve professionnelle, orale, de synthèse : durée 1 heure 40, coefficient 3.

Un candidat ajourné ayant préparé cet examen par la voie scolaire peut, sur sa demande, conserver pendant deux sessions le bénéfice d'un résultat favorable obtenu à une ou plusieurs épreuves de l'examen. Les candidats, qui se présentent à l'examen après avoir suivi une préparation organisée par un centre de formation continue ou par un établissement d'enseignement à distance, peuvent choisir de subir l'examen épreuve par épreuve. Une attestation leur est alors délivrée pour chaque épreuve réussie ; la durée de validité de cette attestation est de cinq ans à compter de sa date de délivrance. Le diplôme est alors délivré lorsque le candidat a obtenu la note 10 sur 20 à chaque épreuve constitutive de l'examen.

¹⁶⁰⁸ Deux épreuves sont facultatives : l'épreuve écrite de gestion et l'épreuve orale de langue vivante.

¹⁶⁰⁹ L'épreuve de physique appliquée à l'électrotechnique se compose de plusieurs questions qui abordent le programme dans son ensemble.

¹⁶¹⁰ L'épreuve d'avant-projet consiste en l'étude d'un système technique industriel pluri-technologique dans lequel l'électrotechnique a une place prépondérante. L'épreuve porte sur tout ou partie d'un système (capteurs, traitement de l'information, alimentation en énergie électrique, moteurs, etc.). Elle comprend une phase d'analyse fonctionnelle et une phase d'étude proprement dite (choix et implantation des composants, modification des équipements, écriture d'un programme traduisant les diverses étapes du processus).

Section IV. De l'importance du problème du contrôle de qualité des fabrications pour "justifier" un enseignement de statistique et de probabilités dans la formation des techniciens supérieurs en électrotechnique

Nous avons déjà évoqué le fait que les années cinquante-soixante se caractérisent, au niveau économique, par une maîtrise des entreprises sur les consommateurs dans la mesure où l'ensemble de leurs besoins fonctionnels (se loger, s'équiper, se nourrir, se vêtir, se déplacer, s'informer, communiquer, etc.) n'est pour l'essentiel pas encore satisfait. Dans ce contexte de relative pénurie, où l'offre domine, les consommateurs cherchent d'abord à satisfaire leurs besoins élémentaires. Puis, au fur et à mesure que la demande augmente, les entreprises, appelées à augmenter la production, répondent à cette demande par une standardisation des produits. Or, cette standardisation des produits de consommation suppose la standardisation du procès de production indissociable d'une organisation hiérarchique de la division du travail articulée autour de la séparation dirigeants/exécutants. L'émergence des techniciens est corrélative de cette évolution qui place les salariés au sein d'une organisation du travail dans un rapport de domination inhérente à la division technique et sociale du travail. C'est dans ce contexte que la maîtrise de la qualité des produits et des services s'est imposée comme une priorité des entreprises à partir des années quatre-vingt. Cette exigence s'inscrit dans le contexte d'une économie concurrentielle où la qualité est devenue une dimension essentielle de la compétitivité. Cette situation peut être expliquée à partir de plusieurs facteurs, notamment le fait que, dans les sociétés développées, les besoins quantitatifs en équipements se trouvant, pour l'essentiel, satisfaits, les consommateurs de produits manufacturés et de services, les utilisateurs des services publics collectifs (transports, administrations, hôpitaux, etc.) deviennent de plus en plus exigeants quant à la qualité des biens et des services. Défauts, malfaçons, pannes, défaillances sont de plus en plus mal tolérés. Dans ce contexte, il est impératif, pour les entreprises, de s'adapter à ces exigences sous peine de perdre des marchés. De plus, la course à l'innovation, en engendrant la production accélérée de nouveaux produits, conduit leurs producteurs à ne mettre sur le marché que des produits parfaitement au point, tout en réduisant les délais de conception et de réalisation. Il faut donc également prendre en considération le prix de la "non-qualité". Les coûts des remplacements de fournitures défectueuses, des réparations de malfaçons, imputables à des défauts de conception ou d'exécution, peuvent atteindre des pourcentages notables de la

valeur ajoutée des entreprises¹⁶¹¹. De plus, les impératifs de garantie de fiabilité, de sécurité, associés aux équipements modernes, très complexes et très coûteux (centrales nucléaires, satellites, aviation, transports ferroviaires, armement, etc.) ne font que croître. Tout “raté” dans la conception et la réalisation de ces équipements peut en effet engendrer des effets d’une gravité exceptionnelle. La notion de “risques calculés” est donc au cœur de la maîtrise de la qualité. C’est dans ce contexte d’émergence du problème du contrôle de qualité des fabrications que les concepteurs des programmes de mathématiques vont inscrire un enseignement de calcul des probabilités en sections de techniciens supérieurs mais également, comme nous l’avons montré¹⁶¹², dans l’enseignement secondaire général et technique et dans la formation des ingénieurs.

Rappelons que les méthodes statistiques de contrôle de fabrication sont apparues à peu près en même temps, dans les années 1920, dans différents pays : France, Allemagne, États-Unis, Grande-Bretagne, avec des méthodes et des succès différents. Elles sont liées à la production de masse ou en grande série. Dès 1925, on voit se séparer deux utilisations possibles des statistiques par rapport aux problèmes de fabrication : le contrôle de processus et le contrôle de réception¹⁶¹³.

§.1. Méthodes statistiques de contrôle de fabrication : le contrôle de réception

Le contrôle de réception consiste, lorsqu’il y a livraison d’une fourniture à un client, en une opération administrative de caractère légal ou contractuel. Il s’agit d’une opération souvent ponctuelle qui consiste à juger la qualité d’une livraison sur la foi d’un échantillon présumé représentatif du tout. Le développement du raisonnement statistique a permis de préciser les règles de cette opération. Les exercices scolaires, proposés à la suite, n’illustrent qu’en partie, le principe du contrôle de réception dans la mesure où les contraintes

¹⁶¹¹ Ceci n’est pas incompatible avec le développement de l’obsolescence artificielle : de nombreux produits sont en effet conçus de manière à empêcher leur réparation éventuelle au moyen de pièces de rechange désormais supprimées ou introuvables et très coûteuses ; la durée de vie de certaines pièces essentielles est programmée de manière à obliger au remplacement de l’appareil complet.

¹⁶¹² cf. Chapitre 7, Section II. Regard sur quelques expériences de transmission des savoirs statistiques et probabilistes dans l’enseignement secondaire au XX^e siècle : des expériences caractérisées par leurs formes disciplinarisées, c’est-à-dire par la prédominance du pédagogique sur le scientifique

¹⁶¹³ W.A. SHEWHART, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control*, The Graduate School, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1939. Traduction française J.M. GOGUE, *Les fondements de la maîtrise de la qualité*, éditions Economica, 1989

D. BAYART, *Des objets qui solidifient une théorie, l’histoire du contrôle statistique de fabrication*, in F. CHARUE-DUBOC, *Des savoirs en action, Contributions de la recherche en gestion*, éditions L’Harmattan, 1995

D. BAYART, *Savoir organisationnel, savoir théorique et situation, le contrôle statistique sur échantillons*, Revue Entreprises et Histoire, n°13, décembre 1996

économiques inhérentes à la prise de décision en situation d'incertitude ne sont pas complètement prises en compte. Certaines questions fondamentales ne sont en effet pas abordées. À combien revient la décision d'accepter un lot de pièces défectueuses, de refuser un lot de pièces bonnes ? Quel est le prix d'un test statistique ? À quel niveau se situe l'équilibre entre les différents coûts liés aux manques à gagner, aux pertes possibles ou aux gains espérés ?

Exercice proposé à l'École Supérieure d'Ingénieurs en Électronique et Électrotechnique¹⁶¹⁴

Partie A

À la sortie d'une machine usinant des têtes de rivets, 100 pièces ont été mesurées et on a obtenu les résultats suivants pour la moyenne et l'écart-type :

$$\bar{x} = 6,663 \text{ mm et } s = 0,057 \text{ mm}$$

1. Peut-on accepter l'hypothèse que la mesure des têtes de rivets est 6,65 mm au niveau 0,05 ?
2. Peut-on accepter l'hypothèse que la tolérance d'erreur de la machine de fabrication est inférieure à 0,05 mm au niveau 0,05 ?

Partie B

Une autre série de 50 rivets a été fabriquée par une deuxième machine.

$$\bar{x}' = 6,667 \text{ mm et } s' = 0,063 \text{ mm}$$

1. Peut-on accepter l'hypothèse que la mesure des rivets est 6,65 mm au niveau 0,05 ?
2. Peut-on accepter l'hypothèse que les deux séries de rivets sont identiques au niveau 0,05 ?

Exercice proposé à l'épreuve de mathématiques du BTS électrotechnique¹⁶¹⁵

Une machine fabrique des pièces de forme circulaire en série. A chaque pièce tirée au hasard, on associe son diamètre exprimé en millimètres. On définit ainsi une variable aléatoire X . On suppose que X suit la loi normale de moyenne $m = 32$ et d'écart-type $\sigma = 1$ (en mm).

I - Pour être utilisable, une pièce doit satisfaire à la norme suivante : $31 \leq X \leq 33$.

1. Quelle est la probabilité p qu'une pièce soit utilisable ?
2. Prix de revient moyen de fabrication.

Le coût de fabrication d'une pièce est noté f . Dans un lot de 100 pièces fabriquées dont le coût de fabrication est donc $100f$, $100p$ seulement d'entre-elles sont utilisables ; il en

résulte que le prix moyen M de fabrication est $M = \frac{100f}{100p} = \frac{f}{p}$.

a) Calculer le prix moyen de fabrication avec la machine précédente si $f = 10,80$ F. Pour diminuer le pourcentage de pièces défectueuses, on pourrait utiliser une machine plus moderne : l'écart-type serait de 0,5 mm et X suivrait alors une loi normale $N(32 ; 0,5)$, mais le coût de fabrication f_2 serait alors de 12 F pour cette nouvelle machine.

b) Calculer, pour cette nouvelle machine, la probabilité p_2 pour qu'une pièce soit utilisable.

c) Déterminer le prix de revient moyen M_2 de fabrication pour cette nouvelle machine. En déduire la machine que l'on aurait intérêt à choisir. .../...

¹⁶¹⁴ Source : TD n°7, 01/02, MA301, *Probabilités et statistiques*, ESIEE, O. DE CAMBRY

¹⁶¹⁵ Exercice 2 de l'épreuve de mathématiques du BTS électrotechnique, session 1992

.../...

II - Pour cette question, les pièces sont fabriquées avec l'ancienne machine.

Pour contrôler la fabrication, on prélève à intervalles réguliers des échantillons de 20 pièces.

On appelle \bar{X} la variable aléatoire qui, à chaque échantillon de $n = 20$ pièces, associe la moyenne des diamètres des pièces de cet échantillon. On suppose que cette variable aléatoire

\bar{X} suit alors la loi normale de moyenne $m = 32$ et d'écart-type $\sigma' = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

Entre quelles limites $m - h$ et $m + h$ doit être située \bar{X} pour que la machine puisse être considérée comme bien réglée avec une probabilité de 0,99 ?

■ L'analyse de l'exercice de décision statistique proposé aux élèves ingénieurs nous permet d'aborder un certain nombre de questions, notamment celle de la détermination du niveau de signification d'un test statistique. Cette détermination (par exemple 0,001 ou 0,05), qui constitue rarement un objet d'enseignement, semble davantage du ressort des économistes et des gestionnaires que de celui des statisticiens. En effet, le problème de l'évaluation des coûts de l'acceptation d'un lot de pièces défectueuses, du refus d'un lot de pièces bonnes est directement lié à celui de la maîtrise des coûts de production. Or les responsables d'entreprises résistent d'autant plus facilement à engager des dépenses supplémentaires susceptibles d'améliorer la qualité des objets fabriqués que les coûts de la production d'objets défectueux demeurent faibles. Il est également nécessaire d'intégrer à ce débat, les problèmes d'images des entreprises qui sont étroitement liées à la qualité et à la fiabilité de leurs produits. On perçoit, à travers cette brève évocation des enjeux, que la définition du niveau de confiance dépend de nombreux paramètres et qu'elle ne peut être du ressort du seul statisticien. Rappelons comment est défini le niveau de signification α d'un test statistique. On considère une hypothèse H_0 , qui est généralement une hypothèse de stabilité : cette hypothèse caractérise la situation qui induit le moins de changements dans la production, le moins d'investissements ; c'est l'hypothèse qui, *a priori*, devrait être conservée. L'hypothèse H_1 est alternative. La probabilité qu'un test statistique conduise à retenir l'hypothèse H_1 , alors que l'hypothèse H_0 est vraie est, par définition, égale à α . Il s'agit d'un risque de première espèce, la quantité $1 - \alpha$ désignant le niveau de confiance du test d'hypothèses. (Exemple : si α vaut 0,05 ou 5 %, le niveau de confiance du test est alors $1 - 0,05$ soit 0,95 ou 95 %). Il s'agit donc de minimiser au maximum l'erreur de première espèce qui consiste, à partir des résultats du prélèvement d'un échantillon, à abandonner une hypothèse à laquelle on croyait, qui de plus est vraie, pour retenir l'hypothèse H_1 : la valeur α doit donc être la plus petite possible. Mais, en procédant ainsi, on induit un autre type d'erreur qui consiste, à partir des résultats du prélèvement d'un échantillon, à conserver l'hypothèse H_0 alors que l'hypothèse H_1 est vraie. Dans ce cas, on commet une erreur dite de seconde espèce β qui sanctionne une trop grande prudence. En effet, si on minimise trop α , on est quasiment certain de passer à

côté de l'innovation : plus α est faible, plus le test perd de son sens puisqu'il va pratiquement toujours conduire à conserver l'hypothèse H_0 quelle que soit l'hypothèse H_1 et ceci en prenant un risque de seconde espèce qui peut facilement dépasser 50 %. Au niveau des dépenses, le risque α coûte par le fait d'avoir changé d'hypothèse, et donc investi, alors que cela n'était pas nécessaire ; le risque β coûte par le fait que l'hypothèse H_1 était vraie mais que l'hypothèse H_0 a été maintenue ce qui induit un manque à gagner. Tout le problème consiste donc à jouer avec l'ensemble des différentes contraintes : minimiser les risques α et β , minimiser le prix du test en jouant sur la taille de l'échantillon. On comprend alors que ce n'est qu'après qu'aient été fixées les limites du prix du test et qu'aient été précisée la nature, plus ou moins importante, de la volonté d'investir, que la valeur de α peut être posée.

■ L'exercice scolaire proposé aux élèves de BTS, en particulier dans sa partie II, illustre davantage un souci de sensibilisation au problème du contrôle des fabrications qu'il ne témoigne d'une véritable formation à cette question. Le fait, pour un étudiant, d'être capable de le résoudre ne garantit en rien qu'il soit informé des contraintes inhérentes au contrôle de qualité, ni qu'il soit en mesure de mettre en œuvre les protocoles adéquats lors de la réception de produits fabriqués.

§.2. Méthodes statistiques de contrôle de fabrication : le contrôle de processus

Le contrôle de processus consiste à suivre les performances des activités de fabrication d'aussi près que possible. Les conclusions statistiques sont produites avec un temps de cycle court. Les idées de rétroaction (feedback), d'apprentissage, d'auto-correction sont centrales pour le pilotage du processus industriel. Le problème du contrôle de processus a été étudié par SHEWHART¹⁶¹⁶. Pour SHEWHART, il ne s'agit pas uniquement d'utiliser les statistiques inférentielles afin de prendre des décisions en situation d'incertitude, mais de les intégrer à un processus de production de connaissances. La conception d'un processus "autocorrecteur" apparaît comme une nouveauté majeure pour l'époque (1931-1939) et anticipe la formulation du concept de feedback qui intervient en 1947 (élaboration de la théorie cybernétique par N. WIENER¹⁶¹⁷). À l'époque, il existe trois étapes de contrôle considérées comme indépendantes : la spécification, la production et le jugement de la qualité. Une personne spécifie l'objet voulu, une autre, en prenant la spécification comme guide, réalise l'objet, enfin, un inspecteur de la qualité mesure cet objet pour voir s'il répond aux spécifications. L'innovation introduite par SHEWHART est de considérer que ces trois étapes doivent s'enchaîner de manière circulaire ou plus exactement selon

¹⁶¹⁶ - 1891-1967 -

¹⁶¹⁷ - 1894-1964 -

un mouvement en spirale au lieu de s'enchaîner linéairement. Il fait alors un rapprochement entre les trois étapes du processus de production et celles de la méthode scientifique. Dans ce cadre, la spécification, la production et l'inspection correspondent respectivement à la formulation d'une hypothèse, à la réalisation d'une expérience et à un test d'hypothèse. Par analogie, et dans la mesure où les trois étapes de la production apparaissent comme un processus dynamique d'acquisition de connaissances, il lui apparaît préférable de les envisager selon un mouvement en forme de spirale qui contribue à rapprocher progressivement l'objet produit d'une limite représentant l'objet idéal où rien, dans la troisième étape, celle du contrôle, n'indique qu'il est nécessaire de modifier la spécification. Ainsi, pour SHEWHART, la production de série devient une méthode permanente et auto-correctrice permettant d'utiliser le plus efficacement possible les matières premières et les produits manufacturés : l'utilité de l'action scientifique en milieu industriel, notamment à base statistique et probabiliste, apparaît alors dans toute sa force, mais le cadre de réflexion dépasse largement celui d'une simple "application" de recettes de calculs. Pour présenter la méthode de SHEWHART sous son aspect concret, opérationnel, un des moyens est de s'attacher aux cartes de contrôle, c'est-à-dire à l'outil cognitif qui incarne la statistique mathématique dans l'atelier de fabrication. Le problème consiste à produire industriellement, "under commercial conditions" (c'est-à-dire avec des machines et des gens ordinaires et sous contraintes économiques), des pièces aussi identiques entre elles que possible. La qualité est, dans cette optique, considérée comme la conformité à des spécifications techniques. Considérons, par exemple, le problème de la capacité des condensateurs : l'objet emblématique de ce problème, dans l'industrie du téléphone, est le microphone au carbone, dont la résistance est une grandeur aléatoire. À l'époque, en 1924, l'expérience montre qu'il est impossible de maintenir constantes les caractéristiques des composants téléphoniques. Il apparaît alors nécessaire de raisonner statistiquement pour appréhender la qualité. L'idée de SHEWHART est de maintenir autant que possible le système de fabrication dans un état constant au fil du temps.

S'il arrive :

- que les facteurs de variation inconnus soient en grand nombre ;
- qu'ils aient chacun, sur les caractéristiques des produits fabriqués, une influence petite ;
- que cette influence soit à peu près égale d'un facteur à l'autre ;
- qu'elle soit indépendante du temps ;

alors les caractéristiques des produits fabriqués sont gouvernées par une loi statistique stable : la loi normale. En effet, si ces facteurs de variation sont des images de variables aléatoires, s'ils sont en grand nombre, si ces facteurs de variation sont indépendants et s'additionnent algébriquement, s'ils ont chacun une influence petite et qu'aucun ne domine les autres, les conditions d'application de "la loi des erreurs" sont alors réunies. Si la caractérisation de

cette loi statistique est réalisée, il est alors possible de prévoir en probabilité les valeurs que prendront les caractéristiques des produits fabriqués. D'autre part, si le système de fabrication n'est pas dans cet état, le problème de la possibilité ou non de l'y amener se pose. Il faut, pour cela, repérer les facteurs de variation qui exercent une influence prépondérante et éliminer les principales causes déterministes de manière raisonnée et non pas empirique. Un système se trouvant dans cet état est appelé "Constant System of Chance Causes" : CSCC. La carte de contrôle, outil graphique accompagné de procédures d'échantillonnage et de calcul, est le principal moyen que SHEWHART a inventé. Cet outil combine plusieurs idées :

- si le système de fabrication est à l'état CSCC, les caractéristiques des produits fabriqués suivent une loi statistique. Il est alors possible, par une analyse statistique de la production déjà effectuée, de déterminer des limites entre lesquelles les caractéristiques se trouveront avec une probabilité donnée : ce sont les "limites de contrôle". Elles permettent de construire la carte de contrôle. Celle-ci comporte classiquement deux graphiques : l'un pour la valeur moyenne, l'autre pour l'écart-type.

- la carte de contrôle ainsi définie permet de "surveiller le système" et de détecter le moment où il cesse d'être dans l'état CSCC. En effet, "under commercial conditions", n'importe quel facteur de variation est susceptible de changer d'intensité. Un échantillon est prélevé dans la production à une fréquence définie, moyenne et écart-type de cet échantillon sont reportés sur les graphiques. Si l'un des deux points tombe hors des limites de contrôle, cela indique une probabilité significative que le système est sorti de l'état CSCC : il faut en rechercher la raison et corriger le système ou son environnement. Il est dit qu'"une cause assignable de variation" a été identifiée.

- la carte de contrôle permet de faire progresser les performances du système en éliminant progressivement les causes assignables de variation. En effet, lorsque le système est remis en l'état CSCC, les limites de contrôle sont recalculées. Les nouvelles limites sont plus resserrées que les précédentes et font généralement apparaître, quand la production continue, des points hors limites de contrôle. Ceux-ci conduisent à repérer de nouvelles causes assignables de variation. Si elles sont de nouveau éliminées, un nouvel état CSCC est obtenu : c'est un deuxième palier. Et ainsi de suite... Le processus itératif de calcul des limites est poursuivi aussi longtemps que cela est intéressant économiquement, c'est-à-dire aussi longtemps que la recherche et l'élimination des causes assignables de variation coûtent moins cher que la perte induite par les variations des caractéristiques des produits : d'où le nom "Economic Control of Quality" donné à l'ensemble de la méthode. En particulier, il n'est pas utile de chercher une précision meilleure que les tolérances données par le cahier des charges du produit. Le processus d'amélioration comporte des limites, provenant par exemple de la précision des machines, mais ces limites ne sont pas supposées connues *a priori* ; elles émergent à travers le processus de mise sous

contrôle et cela suffit pour l'action industrielle. Il est alors possible de constater que la précision des machines n'est pas suffisante pour les exigences du cahier des charges et la question est alors : faut-il changer les machines ou renoncer à cette fabrication ou voir avec le client si l'on peut assouplir les tolérances ? Cette démarche est maintenant standardisée. Des manuels précisent comment faire dans une grande variété de cas, quels types de cartes choisir, la taille des échantillons, comment recalculer les limites de variation. Si la méthode est quasiment devenue une procédure, l'esprit de la méthode est cependant tout à fait différent : il s'agit en effet d'une démarche de questionnement et non d'affirmation. La connaissance, n'étant jamais sûre, est toujours susceptible d'être infirmée par l'expérience. On perçoit, à travers cet exemple, quand et comment s'effectue le clivage entre l'élaboration réfléchie de la science et la simple application d'outils - réservée aux techniciens. Par rapport à l'organisation industrielle, les cartes de contrôle sont des outils de gestion des performances qui s'insèrent dans le flux de l'activité. À chaque machine peut être associée une carte que l'opérateur renseigne lui-même. Les performances sont ainsi rendues visibles. Les échantillons sont prélevés à un rythme adapté au rythme des machines et de la production. Notons que la mise au point, en 1943, des tests séquentiels par WALD et BARNART, a permis de déterminer, en la minimisant, la taille des échantillons à prélever : celle-ci est alors considérée comme une variable aléatoire¹⁶¹⁸. En effet, la méthode séquentielle donne une règle de procédure pour prendre une des trois décisions suivantes à chaque étape de l'expérience : (1) accepter l'hypothèse, (2) rejeter l'hypothèse, (3) continuer l'expérience en retenant une observation supplémentaire. Le fait de pouvoir considérablement réduire la taille des échantillons prélevés a des incidences financières très importantes et constitue, pour les entreprises qui disposent de cette maîtrise, des secrets industriels. C'est en grande partie pour cette raison, et non, pour des difficultés techniques ou conceptuelles, que la méthode des tests séquentiels est restée longtemps non enseignée. À l'époque actuelle, le suivi peut être automatisé grâce à l'informatique mais l'automatisation vient renforcer le caractère procédural de la démarche¹⁶¹⁹. Ainsi, dans la production industrielle, les mathématiques apparaissent comme des "techniques" du contrôle statistique : elles sont présentées comme une "boîte à outils" (statistical tool kit) que l'ingénieur doit apprendre à connaître et que le technicien doit apprendre à utiliser.

¹⁶¹⁸ P.G. HOEL, *Statistique mathématique*, tome 2, éditions A. Colin, 1991, p.18

¹⁶¹⁹ - démarche très éloignée de la philosophie des Lumières pour laquelle les probabilités se rattachent à la fois aux applications et à l'usage de la raison -

Section V. Quelles mathématiques en BT électrotechnique et en BTS électrotechnique ?

§.1. Regard sur le programme de mathématiques du BT d'électrotechnicien depuis sa création en 1953 jusqu'en 1963 - 1964

Le texte du programme de mathématiques, pour le brevet de technicien d'électrotechnicien, institué à partir de la rentrée 1953, est intégralement retranscrit en annexes¹⁶²⁰.

À l'origine, le programme de mathématiques du BT d'électrotechnicien est organisé autour de trois pôles : algèbre et analyse ; géométrie pure et analytique ; calcul numérique. La partie "algèbre et analyse" a pour objet de mettre à la disposition des élèves les outils mathématiques qui leur sont nécessaires pour aborder la physique ; l'enseignement des nombres complexes est conçu pour permettre l'étude des circuits électriques ; le calcul intégral et les équations différentielles sont enseignés en vue de leurs applications aux problèmes de mécanique et d'électricité. La partie géométrie pure et géométrie analytique doit favoriser la conception de la structure de l'espace notamment à travers des problèmes nécessitant l'usage de différents systèmes de coordonnées. Dans le plan et l'espace sont abordés des problèmes d'angles et de distance, l'étude des courbes en coordonnées polaires ainsi que celle des coniques. Le cas de l'étude des courbes en coordonnées polaires est intéressant à examiner dans la mesure où son intérêt réside davantage dans la commodité de son évaluation que dans l'intérêt pour la formation. Ce type d'exercice, très éloigné des applications à l'électrotechnique, a un intérêt "scolaire" : vérifier que les règles de calcul des dérivées sont connues, vérifier les capacités à rédiger et à faire des représentations graphiques. Il s'agit d'un enseignement artificiel et non relié aux autres disciplines. L'entraînement au calcul numérique se poursuit tout au long de l'année et en toute occasion en utilisant diverses tables (de trigonométrie, de logarithmes) ainsi que la règle à calcul et a pour support les calculs d'erreurs, les calculs approchés d'un polynôme, les calculs d'aires et de volumes au moyen d'intégrales définies. Ce programme, qui ne comporte aucune référence au calcul des probabilités, comprend une très petite rubrique relative au calcul des "moyennes" : on peut y voir les prémices d'un enseignement de statistique dans la filière électrotechnique.

¹⁶²⁰ Brochure du Ministère de l'éducation Nationale, Programme d'études d'examens et de concours, Lycées techniques classes de Première et Terminale industrielle, BT électrotechnique, édition du Ministère de l'Education nationale, 1954, p.24-25

§.2. Regard sur le programme de mathématiques du BTS électrotechnique de 1964 - 1965 (1^{ère} année) à 1987 - 1988 (2^e année)

Le texte du programme de mathématiques, pour le brevet de technicien supérieur en électrotechnique, institué à partir de la rentrée 1964, est intégralement retranscrit en annexes¹⁶²¹.

Le programme de mathématiques du BTS électrotechnique mis en place au milieu des années soixante comporte onze rubriques : calcul vectoriel¹⁶²², nombres complexes¹⁶²³, fonction d'une variable réelle¹⁶²⁴, équations différentielles¹⁶²⁵, développements limités, fonctions de plusieurs variables, séries¹⁶²⁶, calcul numérique¹⁶²⁷, géométrie analytique¹⁶²⁸, algèbre linéaire¹⁶²⁹, statistique descriptive¹⁶³⁰. L'étude de ce programme, articulée à celle des sujets d'examens que nous avons rassemblés à partir de l'année 1970, montre que la forme de l'enseignement mathématique en BTS électrotechnique de 1964 à 1988 est celle d'une discipline fermée sur elle-même ; elle est davantage conçue dans le but de faire subir aux élèves des évaluations scolaires que dans celui de mettre à la disposition des élèves les outils nécessaires à leur formation en sciences physiques et techniques. La plupart des thèmes abordés ont peu à voir avec la mathématique de l'électrotechnique : les exercices proposés entre 1970 et 1988 portent essentiellement sur des constructions de courbes définies paramétriquement et de courbes définies en coordonnées polaires, quelques fois sur les nombres complexes, le calcul d'intégrales, la résolution d'équations différentielles. Notons que le premier exercice de mathématiques élaboré en rapport avec l'enseignement de la physique est proposé à la session de 1988 : il s'agit de l'étude des filtres actifs en électronique. La sélection des thèmes retenus (constructions de courbes, résolution d'équations) apparaît ainsi

¹⁶²¹ Programme d'études d'examens et de concours, Brevet de technicien supérieur en Electrotechnique, Institut Pédagogique National, 1964, p.24-26

¹⁶²² produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, barycentre, réduction d'un système de vecteurs glissants, dérivées vectorielles

¹⁶²³ racines n^{èmes}, symbole $e^{j\theta}$, équation du 2^e degré, équations de droites et de cercles

¹⁶²⁴ fonction inverse, fonctions circulaires inverses, formule de Taylor, intégrale au sens de Riemann, valeur moyenne d'une fonction, valeur efficace, intégrale définie, fonctions polynômes, logarithmique, exponentielle, hyperboliques et hyperboliques inverses, croissances comparées, calcul de primitives - changement de variable, intégration par parties, intégration des fractions rationnelles - et applications

¹⁶²⁵ du premier ordre à variables séparées, homogènes, linéaires ; du deuxième ordre linéaires à coefficients constants

¹⁶²⁶ séries numériques, séries entières, séries de Fourier

¹⁶²⁷ résolution d'équations - méthode de Newton, de Lagrange ; calcul approché d'intégrales

¹⁶²⁸ coniques, courbes paramétriques, courbes en coordonnées polaires

¹⁶²⁹ matrices, déterminants, système de Cramer

¹⁶³⁰ histogrammes, courbes de fréquences, fréquences cumulées ; moyenne, mode, médiane ; étendues, variance, écart-type ; cartes de contrôles

davantage dictée par leur intérêt pédagogique (facilité à être des supports à évaluation) que par leur intérêt scientifique. Par ailleurs, ce programme, qui ne comporte toujours aucune référence au calcul des probabilités, comprend un rubrique “statistique”. Les principaux éléments de base de la statistique descriptive sont enseignés : distributions expérimentales (histogrammes, courbes de fréquences, fréquences cumulées), valeurs typiques (moyenne, mode, médiane), indices de dispersion (étendues, quantiles, variance, écart-type) et applications (**cartes de contrôles**). Un paragraphe intitulé “cartes de contrôles” apparaît : la problématique du contrôle de qualité est intégrée à la formation des techniciens supérieurs en électrotechnique même si aucune trace de questionnement n’apparaît aux examens. Rappelons qu’en 1986, ce programme de statistique va être enseigné à tous les élèves dès le collège et ensuite approfondi au lycée.

§.3. Regard sur le programme de mathématiques du BTS électrotechnique depuis 1987-1988 (1^{ère} année)

En 1984, une rénovation des BTS est initiée. Les concertations au sein des commissions professionnelles consultatives¹⁶³¹, où sont représentés les professionnels, débouchent sur la construction de référentiels¹⁶³² d’emplois aboutissant à la définition de référentiels¹⁶³³ de diplômes. Ainsi l’enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs se fonde sur l’utilisation de ces référentiels de diplômes dont les exigences¹⁶³⁴ de savoir-faire se traduisent pour chacune des sections en un programme modulaire. Ces modules d’enseignement sont progressivement élaborés entre 1985 et 1989. L’arrêté du 30 mars 1989¹⁶³⁵ fournit la version pratiquement définitive, sous forme d’un référentiel, de ce programme de mathématiques comportant vingt-neuf modules. Créé pour répondre aux multiples questions posées par la rénovation de tous les BTS, ce référentiel permet, d’après le rapport de l’Inspection Générale, « *de déterminer les capacités et les compétences requises d’un technicien supérieur dans une triple perspective :*

- *fournir les outils nécessaires pour permettre de suivre avec profit les autres enseignements utilisant des savoir-faire mathématiques ;*

¹⁶³¹ Les commissions professionnelles consultatives (CPC) ont remplacé les commissions nationales professionnelles consultatives (CNPC) en 1972.

¹⁶³² - ce qui est requis dans l’emploi, lui-même définissable seulement en référence à la division du travail -

¹⁶³³ - ce qui va être requis dans le diplôme et dans la formation qui y prépare -

¹⁶³⁴ - la nécessité de développer l’esprit critique est généralement évoquée mais au sens de capacité à critiquer la pertinence de certains résultats et non dans le but de permettre un développement de la formation scientifique susceptible de conduire à une remise en cause du système de production capitaliste -

¹⁶³⁵ BOEN du 25 mai 1989, p.1284-1311

- *contribuer au développement de la formation scientifique (mathématisation des problèmes, mise en œuvre des outils, analyse critique des résultats...)* ;

- *contribuer au développement des capacités personnelles et relationnelles (méthodes de travail, exploitation des moyens de représentation et de documentation...).* »¹⁶³⁶ C'est en fonction de ces grandes lignes que le programme de mathématiques est organisé autour de quelques pôles (fonctions, calcul différentiel, probabilités et statistique, courbes et surfaces expérimentales...) eux-mêmes définis par des modules qui peuvent être de niveaux différents. Ainsi, dans chaque spécialité, les champs de problèmes qu'un technicien supérieur peut être amené à résoudre (problèmes dont une liste est fournie par le référentiel de l'emploi) conduisent aux choix de pôles, puis de modules, pour constituer le programme de la section. Dans chaque spécialité de brevet de technicien supérieur, le programme de mathématiques est constitué de modules extraits de la liste suivante¹⁶³⁷ : {*nombres complexes 1 ; nombres complexes 2 ; nombres complexes 3 ; suites numériques 1 ; suites et séries numériques 2 ; fonctions d'une variable réelle 1 ; fonctions d'une variable réelle 2 ; calcul différentiel et intégral 1 ; calcul différentiel et intégral 2 ; calcul différentiel et intégral 3 ; analyse spectrale : séries de FOURIER ; analyse spectrale : transformation de LAPLACE ; équations différentielles 1 ; équations différentielles 2 ; fonctions de deux ou trois variables ; analyse des phénomènes exponentiels ; modélisation géométrique ; algèbre linéaire 1 ; algèbre linéaire 2 ; organisation et traitement de données ; statistique descriptive ; calcul des probabilités 1 ; calcul des probabilités 2 ; statistique inférentielle 1 ; statistique inférentielle 2 ; statistique inférentielle 3 ; calcul vectoriel ; configurations géométriques ; courbes planes.*}¹⁶³⁸

Le programme de mathématiques du BTS électrotechnique comprend onze de ces modules : {*nombres complexes 3 ; suites et séries numériques 2 ; fonctions d'une variable réelle 2 ; calcul différentiel et intégral 3 ; analyse spectrale : séries de FOURIER ; analyse spectrale : transformation de LAPLACE ; équations différentielles 2 ; fonctions de deux ou trois variables ; algèbre linéaire 2 ; **calcul des probabilités 2** ; calcul vectoriel.*}¹⁶³⁹ Ce programme, déterminé principalement par les besoins des deux principales disciplines utilisatrices, la

¹⁶³⁶ *Rapport de l'Inspection générale de l'Éducation nationale, Mathématiques, L'enseignement dans les sections de techniciens supérieurs, 1992, éditions La documentation, p.538*

¹⁶³⁷ - elle comprend vingt-neuf modules -

¹⁶³⁸ Arrêté du 30 mars 1989 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur, Journal Officiel du 27 avril 1989

¹⁶³⁹ Arrêté du 30 mars 1989 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur, Journal Officiel du 27 avril 1989

physique et la technologie, est caractérisé par l'appel à des théories mathématiques relativement élaborées, notamment les séries de FOURIER et la transformation de LAPLACE. Un rapport de l'Inspection Générale en 1991 souligne que la difficulté de l'enseignement en sections de techniciens supérieurs résulte principalement de deux contraintes : « *Le nombre d'heures d'enseignement est relativement faible et les élèves sont en général plus préoccupés d'applications que d'abstraction.* »¹⁶⁴⁰ À l'analyse, il nous apparaît que l'émiettement en modules et sous-modules du savoir mathématique ne permet pas l'élaboration de véritables connaissances dans leur rationalité. À côté des autres disciplines et comme elles, ce savoir scolaire apparaît en quelque sorte "taylorisé". De même que ce type d'organisation du travail a pour effet de déposséder l'ouvrier ou le technicien de l'intelligence générale du procès de production, l'école, comme lieu séparé (des pratiques sociales) diffusant des savoirs scolaires procéduraux, découpés en séquences, en modules, séparés les uns des autres, ne permet pas aux élèves de penser la totalité. L'enseignement de mathématiques dispensé en STS reste donc très proche de celui du second cycle de l'enseignement secondaire. Le cours est essentiellement construit à partir de la cohérence interne du programme et, d'après le rapport de l'Inspection générale déjà cité, prend peu en compte les exigences des disciplines utilisatrices. En général, la séquence d'enseignement consiste en un développement théorique suivi d'applications et d'exercices. Le travail des élèves s'organise essentiellement autour des devoirs surveillés. Les contrôles en classe, dont la durée varie entre deux et trois heures, sont l'occasion de travailler la discipline et d'apprendre le cours. « *De leur propre aveu, il y a pour la majorité d'entre eux peu de travail en dehors de celui-là. [...] La majorité des professeurs donnent quelques exercices à chercher à la fin de chaque séance de cours. Ils sont corrigés la séance d'après. Les élèves qui veulent continuer leurs études ou qui ont quelques facilités dans la discipline les travaillent, les autres se contentent de la correction.* »¹⁶⁴¹ Déplorant que l'enseignement dispensé reste trop proche du modèle second degré, l'Inspection Générale recommande de dispenser un enseignement tourné vers les applications, relié aux concepts étudiés dans les autres disciplines et faisant notamment comprendre ce qu'est un modèle mathématique. Afin de favoriser le développement des capacités d'autonomie, il est préconisé d'utiliser différents moyens de documentation : documents écrits et réalisés par les enseignants, livres, revues, tables, formulaires, banques de données, bibliothèques informatiques. En ce qui concerne l'épreuve de mathématiques du BTS, les élèves doivent connaître l'énoncé et la portée des résultats figurant au programme mais leur

¹⁶⁴⁰ *Rapport de l'Inspection générale de l'Éducation nationale, Mathématiques, L'enseignement dans les sections de techniciens supérieurs, 1992, éditions La documentation, p.539*

¹⁶⁴¹ *Rapport de l'Inspection générale de l'Éducation nationale, Mathématiques, L'enseignement dans les sections de techniciens supérieurs, op. cit., p.540*

démonstration n'est pas exigible : par ailleurs, « *tout excès de technicité est exclu.* »¹⁶⁴² L'usage des instruments de calcul et de dessin et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé aux épreuves de mathématiques du BTS. Les instructions officielles précisent que le programme de mathématiques a été élaboré « *dans la perspective d'une formation axée sur l'entrée dans la vie professionnelle, tout en veillant aux capacités d'adaptation à l'évolution scientifique et technique, et en permettant la poursuite éventuelle d'études.* »¹⁶⁴³ Ce programme de mathématiques du BTS électrotechnique, ne comporte, à la différence d'autres BTS, aucun enseignement de statistique : ni statistique descriptive, ni statistique inférentielle. Rappelons cependant que la statistique descriptive est enseignée à tous les niveaux du collège et du lycée depuis 1986. Ce programme comporte également un module de calcul des probabilités qui reprend et approfondit les enseignements de probabilités dispensés en classes de première et de terminale des filières technologiques. Son étude détaillée fait l'objet de la section VI.

Section VI. Essai de sociologie du curriculum : mise au jour et sens de l'écart entre la "forme savante" du savoir probabiliste et différentes formes de sa déclinaison au regard du destin social théorique des élèves auxquels ces enseignements sont dispensés

« [L'enseignement des sciences] ne prépare pas aux carrières, mais bien aux examens que l'on a mis devant quelques carrières. »¹⁶⁴⁴

L'objet de cette section est la mise au jour des différences de formes sociales d'enseignement du calcul des probabilités au regard du public auquel ces enseignements sont dispensés et de l'analyse sociologique du sens de ces différences. Notre hypothèse, qui considère la transposition didactique à l'œuvre dans l'enseignement des mathématiques non comme une transformation simplement technique mais comme une opération politique à finalités moralisatrices, disciplinaires, conservatrices de l'ordre social établi, nécessite pour être validée, d'interroger l'articulation du système scolaire avec celle de la forme scolaire.

¹⁶⁴² Horaires/objectifs/Programmes/Instructions : Brevet de technicien supérieur électrotechnique, brochure éditée par le Ministère de l'Éducation Nationale, direction des lycées et collèges, éditions du CNDP, 1993, p.62

¹⁶⁴³ Horaires/objectifs/Programmes/Instructions : Brevet de technicien supérieur électrotechnique, brochure éditée par le Ministère de l'Éducation Nationale, direction des lycées et collèges, éditions du CNDP, 1993, p.61

¹⁶⁴⁴ J. TANNERY, *Science et philosophie*, éditeur Félix Alcan, 1912, p.180

§.1. Etude et sens de l'écart entre les programmes d'enseignements de probabilités dispensés à des élèves ingénieurs et aux élèves techniciens supérieurs

Pour comprendre la spécificité de la forme de l'enseignement des probabilités en section de techniciens supérieurs en électrotechnique, il est nécessaire de la rapporter à celle proposée aux élèves d'une école d'ingénieurs. À cette fin, nous avons sollicité la direction et les professeurs de mathématiques de l'École supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris (ESIEE), notamment Monsieur Olivier DE CAMBRY chargé des enseignements de probabilités et de statistique. L'ESIEE est un établissement public régi par la loi du 9 avril 1898¹⁶⁴⁵ ; elle est sous la tutelle du ministère de l'Industrie. Créée en 1905, elle est habilitée à délivrer le titre d'ingénieur diplômé depuis 1971. En avril 2001, la revue *Le Nouvel économiste*, élaborant un palmarès des écoles d'ingénieurs, la classait au vingt-huitième rang¹⁶⁴⁶. À l'ESIEE de Paris, il existe un enseignement obligatoire de probabilités et statistiques dispensé en première année du cycle ingénieurs (niveau Bac + 3) : son objectif est de « *donner les bases de compréhension des modèles probabilistes et des méthodes statistiques.* »¹⁶⁴⁷ En deuxième année de ce cycle sont également proposés, à titre optionnel, deux modules ayant trait aux statistiques et aux probabilités : le module MA412 - « *traitement statistique des données* »¹⁶⁴⁸ - et le module MA413 - « *processus aléatoires en vue des applications* »¹⁶⁴⁹. Dans la mesure où ces deux derniers modules ne sont enseignés

¹⁶⁴⁵ Loi du 9 avril 1898 relative à l'organisation des chambres de commerce et d'industrie

¹⁶⁴⁶ 1 École Polytechnique, 2 École Centrale Paris, 3 Mines de Paris, 4 Sup aéro Toulouse, 5 École des Ponts et Chaussées, 6 Supélec, 7 Centrale Lyon, 8 Agro Grignon, 9 ENSAM, 10 ENS Télécom Paris, 11 ENS Cachan, 12 ESTP, 13 École Centrale Lille, 14 UTC Compiègne, 15 INSA Lyon, 16 ESPCI Paris, 17 ENST Bretagne, 18 Mines de Douai, 19 ENSTA Paris, 20 ENTPE Lyon, 21 ISEN Lille, 22 Ensimag Grenoble, 23 ECE, 24 Mines de Saint Etienne, 25 Mines d'Alès, 26 Centrale Nantes, 27 ICAM Lille, **28 ESIEE Paris**, 29 ESTACA, 30 ICAM Lyon, 31 ESIM Marseille, 32 ISEP Paris, 33 EISTI, 34 INT Télécom, 35 ENSERB Bordeaux, 36 ESIGELEC Rouen, 37 EFREI ; *Le Nouvel économiste*, 21 avril 2001

¹⁶⁴⁷ Document de présentation du module MA301, *Probabilités et statistiques*, ESIEE Paris, 2002

¹⁶⁴⁸ Objectifs : Donner le champ d'application et un panorama des méthodes actuelles d'analyse et de traitement statistique des données. Thèmes : problèmes et méthodes, analyse factorielle, classification, discrimination, utilisation des réseaux de neurones. Horaires : 30 heures (cours 18, TD 12) ; Document de présentation du module MA412, *Traitement statistique des données*, ESIEE Paris, 2002

¹⁶⁴⁹ Objectifs : Présenter des éléments sur les processus aléatoires en vue d'application relevant principalement, mais pas exclusivement, du traitement du signal, du contrôle et des réseaux de communication. Thèmes : Vecteurs aléatoires à densité, vecteurs du 2^e ordre, matrice de covariance, vecteurs gaussiens ; processus aléatoires à temps discret, processus stationnaires du 2^e ordre, densité spectrale, processus gaussien à temps discret ; application au filtrage de Wiener ; Caractérisation des chaînes de Markov à temps discrets (CMTD) ; chaînes de Markov absorbantes ; processus modulés par une CMTD et modèles "Markov cachés" ; application à l'évaluation d'un protocole réseau. Horaires : 30 heures (cours 18, TD 12) ; Document de présentation du module MA413, *Processus aléatoires en vue des applications*, ESIEE Paris, 2002

qu'à titre optionnel, nous n'avons pris en compte, pour comparer les enseignements de probabilités à l'ESIEE et en section de techniciens supérieurs électrotechnique, que le seul programme du module obligatoire MA301 : "probabilités et statistiques". Cet enseignement est organisé sur 45 heures (cours 25 heures, TD 20 heures) à égalité entre la partie probabilités et la partie méthodes statistiques.

■ Le programme de probabilités du module MA301 de l'ESIEE est retranscrit page suivante :

Probabilités¹⁶⁵⁰

I. Espaces de probabilité

- 1) Mesure de probabilités
 - a) Événements
 - b) Tribus
 - c) Probabilité
- 2) Probabilité sur un ensemble fini ou dénombrable
 - a) Généralités
 - b) Dénombrement
 - c) Probabilités conditionnelles
- 3) Variables aléatoires
 - a) Généralités
 - b) Loi d'une variable aléatoire
 - c) Mesure de STIELJÈS sur $(\mathbb{R}, \mathcal{B}(\mathbb{R}))$
- 4) Espérance d'une variable aléatoire
 - a) Intégration par rapport à une mesure de probabilité
 - b) Intégrale par rapport à une loi de probabilité
 - c) Moments d'une variable aléatoire

II. Variables aléatoires discrètes

- 1) Loi d'une variable aléatoire discrète
 - a) Histogramme
 - b) Moments
 - c) Fonctions génératrices
 - d) Lois discrètes usuelles
- 2) Couples de variables aléatoires discrètes
 - a) Loi jointe
 - b) Covariance entre deux variables aléatoires discrètes
 - c) Somme de variables aléatoires
 - d) Probabilités conditionnelles

.../...

¹⁶⁵⁰ O. DE CAMBRY, Fascicule de probabilités et statistiques, MA301, École supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique, Noisy-le-Grand, 2001-2002

.../...

III. Variables aléatoires à densité sur \mathbb{R}

- 1) Loi d'une variable aléatoire réelle
 - a) densité de probabilité
 - b) Moments d'une variable aléatoire à densité
 - c) Lois à densité usuelles
- 2) Fonction caractéristique
 - a) Définition et calcul
 - b) Formule d'inversion
- 3) Couples de variables aléatoires à densité
 - a) Densité jointe
 - b) Indépendance entre deux variables aléatoires à densité
- 4) Somme de variables aléatoires indépendantes
 - a) Loi de la somme de deux variables aléatoires indépendantes
 - b) Fonction caractéristique de la somme de n variables aléatoires indépendantes
- 5) Densité conditionnelle

IV. Convergences de variables aléatoires

- 1) Convergence en probabilité de variables aléatoires
- 2) Convergence en loi
- 3) Théorème de la limite centrale

À l'ESIEE, la formation au métier d'ingénieur fait une place importante à la modélisation et à la simulation informatique. Il est demandé aux futurs ingénieurs d'être des concepteurs de méthodes : pour cela ils doivent disposer de compétences en mathématiques leur permettant de proposer et de conduire des calculs complexes et d'évaluer les conséquences d'une prise de décision. C'est ainsi que les ingénieurs ont besoin - sans maîtriser toutes les finesses - de placer leurs réflexions probabilistes dans le cadre de la théorie de la mesure : ceci est indispensable puisqu'ils sont susceptibles, dans leur pratique professionnelle, d'être confrontés à des lois de probabilité "exotiques" et pas seulement à des lois usuelles. C'est pour répondre à ces besoins que le programme de probabilités de l'ESSIE considère l'ensemble des réalisations possibles d'une expérience aléatoire comme un ensemble infini et comporte des rubriques telles que "l'étude de la mesure de STIELJÈS sur $(\mathbb{R}, \mathcal{B}(\mathbb{R}))$, l'intégration par rapport à une mesure de probabilité, l'intégrale par rapport à une loi de probabilité, l'étude des lois discrètes et des lois à densité usuelles, celle de la densité conditionnelle, de la convergence en probabilité de variables aléatoires, de la convergence en loi, etc.". Cet enseignement probabiliste a pour objet de porter à la connaissance des élèves des savoirs mathématiques leur permettant d'obtenir des résultats de nature théorique. Par ailleurs, les ingénieurs doivent pouvoir évaluer les conséquences d'une décision prise à partir de résultats théoriques. Il leur est notamment demandé de clairement distinguer entre un modèle sur lequel ils font fonctionner ces outils théoriques et une réalité qui présente inévitablement des singularités que le modèle n'a pu prendre en compte : l'écart entre modèle et

réalité doit être le plus faible possible. De plus, les ingénieurs doivent savoir que les décisions susceptibles d'être prises ne sont relatives qu'aux seules hypothèses inhérentes au modèle. Il s'agit donc d'optimiser les prévisions, d'assurer la qualité et la fiabilité du projet, d'estimer, d'évaluer, les conséquences et les coûts de telle ou telle décision. L'enseignement de probabilités donné à l'ingénieur est plutôt de type universitaire¹⁶⁵¹ au sens où sont mis à sa disposition des outils théoriques qui garantissent l'obtention effective de résultats. L'exemple du problème du dimensionnement et de la gestion optimale d'un barrage en contexte aléatoire, inséré ici en note de bas de page¹⁶⁵², illustre en partie le type de tâche susceptible d'être proposé à des

¹⁶⁵¹ - comparable à celui dispensé en licence de mathématiques -

¹⁶⁵² « La construction d'un barrage en pays chaud se fait dans les conditions économiques et climatiques suivantes :

- Les apports en eau sont chaque mois des variables indépendantes A_i $i = 1, \dots, 12$ suivant des lois gamma. $A_i \approx \Gamma(a_i, \lambda_i)$

$$i = 1, 2, 3 \quad a_i = 4 \quad \lambda_i = 5/2$$

$$i = 4, 5, 6 \quad a_i = 1 \quad \lambda_i = 3$$

$$i = 7, 8, 9 \quad a_i = 0,5 \quad \lambda_i = 2$$

$$i = 10, 11, 12 \quad a_i = 2 \quad \lambda_i = 5/2$$

- Les demandes en eau pour l'hydroélectricité sont mensuellement des variables aléatoires E_i indépendantes entre elles et des variables A_i . Elles suivent des lois bêta. $E_i \approx \beta(c_i, d_i)$.

- En septembre (mois 9) la surface de champs plantés à irriguer est S . Si on ne peut irriguer un certain mois toute la surface souhaitée, on n'en irrigue qu'une partie plus près du barrage ; dans ce cas il devient inutile d'irriguer le reste les mois suivants car la culture de l'année est perdue dans ces zones ayant eu de la sécheresse pendant un mois.

On désigne par S_i la surface encore cultivée au début du $i^{\text{ème}}$ mois (qui a donc été irriguée normalement jusqu'au $(i-1)^{\text{ème}}$ mois inclus).

Les demandes en eau pour l'irrigation sont alors les variables aléatoires H_i définies par :

$$H_9 = 0, \quad H_{10} = \frac{S_{10}}{\alpha}, \quad H_{11} = H_{12} = H_1 = H_2$$

$$H_3 \approx U \left[\frac{S_3}{2\alpha}, \frac{S_3}{\alpha} \right], \quad H_4 \approx U \left[\frac{S_4}{2\alpha}, \frac{S_4}{\alpha} \right]$$

$$H_5 \approx U \left[\frac{2S_5}{3\alpha}, \frac{3S_5}{2\alpha} \right], \quad H_6 \approx U \left[\frac{2S_6}{3\alpha}, \frac{3S_6}{2\alpha} \right]$$

On demande :

1) de dimensionner la capacité du barrage pour ne pas avoir de déficit en eau pendant 20 ans avec une probabilité satisfaisante.

2) de gérer l'eau entre électricité et irrigation pendant 10 ans après mise en service de l'ouvrage. En cas de déficit en eau un certain mois on adapte les règles de sacrifice suivantes :

- d'abord 10% de la demande électrique
- puis 5% de la demande alimentaire
- puis 20% de la demande électrique

élèves-ingénieurs : en partie seulement car il manque à ce problème, d'une part, la manière dont ont été élaborés les modèles mathématiques supposés rendre compte de apports en eau et des demandes en eau pour l'électricité et pour l'irrigation et, d'autre part, l'étude financière du projet qui intègre celle des rapports entre le souhaitable et le possible. L'enseignement de probabilités à l'ESIEE est ambitieux, conceptuellement difficile, très proche du savoir savant le plus élaboré - nous allons le montrer - et est dispensé dans un cadre temporel très court : au total, une vingtaine d'heures de cours et de travaux dirigés sont prévus. Les élèves ingénieurs doivent donc acquérir un haut niveau de compétences en calcul des probabilités en très peu de temps, ce qui semble pour le moins très problématique.

■ Concernant le brevet de technicien supérieur en électrotechnique (niveau Bac + 2), les objectifs et le programme d'enseignement de probabilités sont fixés par l'arrêté du 30 mars 1989 : « *Une initiation au calcul des probabilités, centrée sur la description des lois fondamentales, permet de saisir l'importance des phénomènes aléatoires dans les sciences et les techniques industrielles.* »¹⁶⁵³

Calcul des probabilités 2¹⁶⁵⁴

Il s'agit d'une initiation aux phénomènes aléatoires où toute ambition théorique et toute technicité sont exclues. L'objectif est que les élèves sachent traiter quelques problèmes simples concernant les variables aléatoires dont la loi figure au programme et utiliser les tables de ces lois. Les sciences et techniques industrielles et économiques fournissent un large éventail de tels problèmes, et on évitera les situations artificielles.

PROGRAMME

Probabilités sur les ensembles finis : vocabulaire des événements, probabilité.
 Probabilité conditionnelle, événements indépendants.
 Cas équiprobable. Arrangements, combinaisons.
 Variables aléatoires à valeurs réelles : loi de probabilité, fonction de répartition. Espérance mathématique, variance, écart-type.
 Loi binomiale, loi de POISSON, loi normale.
 Somme de deux variables aléatoires, espérance de la somme, variance de la somme de deux variables indépendantes. .../...

- puis 10% de la demande alimentaire
 - puis etc.

Justifier et discuter le dimensionnement du barrage puis sa gestion. Taux et probabilités des situations de défaillance électrique ou alimentaire ? Rendement annuel moyen de la surface agricole (surface irriguée jusqu'à la récolte / S). » N. BOULEAU, *Probabilités de l'ingénieur*, éditions Hermann, 1986, p.335-337

¹⁶⁵³ Horaires/objectifs/Programmes/Instructions : Brevet de technicien supérieur électrotechnique, brochure éditée par le Ministère de l'Education Nationale, direction des lycées et collèges, éditions du CNDP, 1993, p.89

¹⁶⁵⁴ Horaires/objectifs/Programmes/Instructions : Brevet de technicien supérieur électrotechnique, brochure éditée par le Ministère de l'Education Nationale, direction des lycées et collèges, éditions du CNDP, 1993, p.82

.../...

TRAVAUX PRATIQUES

Emploi de dénombrements pour le calcul des probabilités.

Exemples d'étude de situations de probabilités faisant intervenir des variables aléatoires suivant une loi binomiale, de POISSON ou normale.

À l'opposé d'un enseignement de probabilités, en école d'ingénieurs, ambitieux et nécessitant la mobilisation d'importantes compétences mathématiques, celui du BTS électrotechnique apparaît en retrait. La différence essentielle entre les deux programmes réside dans le champ investi puisque si dans le cours pour élèves ingénieurs, l'ensemble des réalisations possibles d'une expérience aléatoire est infini, le cours pour les élèves techniciens supérieurs se limite à un ensemble fini, ce qui allège quelque peu l'axiomatique¹⁶⁵⁵. De plus, les outils mis à la disposition des élèves sont moins nombreux et moins sophistiqués : « *Il s'agit d'une initiation aux phénomènes aléatoires où toute ambition théorique et toute technicité sont exclues.* »¹⁶⁵⁶ Le choix du terme "initiation", préféré à ceux d'"enseignement", d'"instruction", d'"apprentissage", d'"introduction à..." nous incite à interroger les diverses formes sociales et historiques de l'utilisation de ce terme et à rapporter ces interrogations à l'analyse et au sens de l'écart entre "initiation" et "instruction".

À l'origine le terme "initiation" désigne l'ensemble des cérémonies par lesquelles un être est admis à la connaissance de certains "mystères", l'"initié" étant celui qui bénéficie de la transmission de ces mystères. Les ethnologues distinguent généralement trois types d'initiations : les initiations tribales ont pour fin de faire passer les jeunes gens dans la catégorie d'adultes ; les initiations religieuses ouvrent l'accès à des sociétés secrètes ou à des confréries fermées ; les initiations magiques font abandonner la condition humaine "normale" pour accéder à la possession de pouvoirs surnaturels. L'initiation tribale comporte toujours une partie religieuse et fonde le rituel sur des archétypes mythiques : elle constitue un rite de passage profane au contraire de l'initiation religieuse. Alors que l'initiation tribale a pour fonction d'intégrer l'individu dans la société, l'initiation magique a au contraire pour fonction de l'en séparer. Malgré ces différences, il est possible de concevoir une définition générale valable pour tous les types d'initiation : l'initiation peut en effet se

¹⁶⁵⁵ Soulignons une contradiction fondamentale du programme de BTS : alors que le programme spécifie que l'ensemble des réalisations possibles d'une expérience aléatoire est fini, ce même programme prescrit l'étude de la loi normale qui, elle, est relative à un ensemble continu de réalisations possibles... La contradiction entre les définitions de base et les lois étudiées est manifeste.

¹⁶⁵⁶ Horaires/objectifs/Programmes/Instructions : Brevet de technicien supérieur électrotechnique, brochure éditée par le Ministère de l'Education Nationale, direction des lycées et collèges, éditions du CNDP, 1993, p.82

définir comme un processus destiné à permettre le passage d'un état¹⁶⁵⁷, considéré comme "inférieur" de l'être à un état considéré comme "supérieur". L'initié participe au rite sans généralement en comprendre tous les tenants et les aboutissants. Un rite d'initiation est un rite de passage au cours duquel la personne obéit à un rituel symbolique ; il ne lui est pas demandé de comprendre tous les principes et toutes les règles qui sont en jeu, mais de les admettre et de les croire.

De nos jours, l'emploi du terme "initiation" s'est généralisé pour signifier le fait de "mettre au courant" un individu des rudiments d'une science (initiation aux mathématiques), d'un art (initiation à la musique), d'un sport (initiation au tennis), d'un savoir-faire (initiation à la conduite automobile) ou d'une profession (initiation aux métiers du bâtiment). Pour comprendre comment et pourquoi l'on est passé du sens ancien (antique) au sens moderne ("mettre au courant") du mot "initiation", il est généralement avancé comme hypothèse que, dans le cadre d'un certain malthusianisme de l'apprentissage, les pratiques dans divers métiers, notamment dans l'artisanat, étant gardées secrètes par les maîtres, ceux-ci ne les révélaient que peu à peu à leurs apprentis. Cette hypothèse peut alors être prolongée en considérant qu'à la suite de ce processus, un double glissement s'est opéré :

- un premier glissement réalisé lors du passage de l'initiation aux secrets d'un métier ou d'un art, à l'initiation aux premiers éléments d'une science ou d'un savoir ;

- un second glissement réalisé lors du passage de l'initiation des principes propédeutiques - susceptibles de permettre d'accéder aux principes scientifiques - à l'initiation aux seuls éléments pédagogiques de cette science.

Un certain nombre de questions apparaissent alors. Quels sont les rapports entre initiation et instruction ? Une initiation, est-ce une instruction d'éléments scientifiques, une instruction d'éléments pédagogiques, une instruction minimale ? S'agit-il alors vraiment d'instruction ? Est-il possible d'instruire sur le mode de l'initiation ?

L'analyse des formes sociales et historiques d'enseignement (général, technique, professionnel ou primaire, secondaire, supérieur) montre que l'initiation est une fausse instruction : elle ne peut conduire à la maîtrise. L'élève initié ne dispose pas, en effet, de tous les principes et de tous les éléments susceptibles de lui permettre d'élaborer une construction raisonnée de ses connaissances. Alors que l'instruction mobilise rationalité, réflexivité et esprit critique, l'initiation se fonde essentiellement sur la crédulité et la croyance. Alors que la véritable instruction demeure réservée aux élèves situés au plus

¹⁶⁵⁷ état psychologique, état de connaissance, statut, etc.

haut de la hiérarchie scolaire, l'instruction dite élémentaire est devenue initiation pédagogique et non pas initiation scientifique.

Aujourd'hui, par un renversement de sens, l'instruction procure le même pouvoir que celui autrefois conféré par l'initiation antique notamment religieuse. Quant au terme "initiation" tel qu'il est utilisé, il renvoie à la dimension pédagogique.

L'enseignement probabiliste destiné aux élèves techniciens supérieurs consiste essentiellement à porter à leur connaissance le vocabulaire spécifique au calcul des probabilités et aux phénomènes aléatoires, à leur apprendre à faire fonctionner, dans des exercices stéréotypés d'application, les lois de probabilité les plus usuelles - loi binomiale, loi de POISSON, loi normale - et à savoir calculer une probabilité conditionnelle. Ainsi l'initiation aux phénomènes aléatoires des élèves techniciens supérieurs n'est pas instruction scientifique mais initiation pédagogique à des phénomènes aléatoires didactisés, pédagogisés, disciplinarisés, ce qui n'exclut pas non plus la possibilité, pour certains élèves confrontés sur le terrain à des problèmes nécessitant la mobilisation des outils probabilistes précédemment évoqués, de faire preuve de créativité et d'initiatives pertinentes¹⁶⁵⁸. Les paragraphes suivants ont pour objet d'étayer davantage ce jugement :

- Le paragraphe 2 s'attache à mettre en évidence l'écart entre "une" formulation "savante" de la définition de la probabilité et ses différentes formes de transposition didactique - en école d'ingénieurs et en BTS - et à analyser le sens de cet écart.

- De même, l'objet du paragraphe 3 est d'analyser le sens de l'écart entre "une" définition "savante" de la variable de BERNOULLI, de la loi binomiale et de la loi de POISSON et leurs différentes formes de transposition didactique en école d'ingénieurs et en BTS.

- Le paragraphe 4 a pour objet d'analyser le sens de l'écart entre les exercices de calcul des probabilités proposés à l'examen du BTS électrotechnique et les exercices et les "problèmes" de calcul des probabilités proposés aux élèves ingénieurs de l'ESSIE.

§.2. Comparaison de deux formes de transposition didactique de la définition de la probabilité

Considérons une formulation "savante" de la définition mathématique de la probabilité. La question se pose quant au choix de celle-ci : nous avons choisi,

¹⁶⁵⁸ En effet, si les savoirs probabilistes appris à l'école ne permettent pas aux élèves d'avoir une action directe sur le réel, ils peuvent cependant leur permettre, en situation, d'élaborer un certain nombre de schèmes adaptés à l'analyse et à la compréhension des problèmes et d'envisager des propositions et des solutions.

pour référence, celle de l'Encyclopædia Universalis. Ce choix peut-être contesté mais identifier et définir "le" "savoir savant" est une tâche redoutable : peut-on seulement utiliser l'article défini "le" avec l'expression "savoir savant" sans précaution aucune, comme cela apparaît dans la littérature didactique ? Rappelons que les transpositions didactiques sont issues, non du "savoir savant" en tant que tel, mais d'un certain niveau de reconnaissance du "savoir savant". D'un point de vue kantien, le "savoir savant" ne peut être que de l'ordre de la chose en soi : on ne le connaît pas, on ne connaît que certains phénomènes et certaines règles sur lesquels la communauté scientifique s'est mise (provisoirement) d'accord. En ce sens, "un" "savoir savant" est un compromis. Un savoir n'est pas "savant" dans l'absolu au sens platonicien : il est "savant" parce que reconnu par des savants, qui eux-mêmes sont reconnus comme savants, c'est-à-dire qui se reconnaissent et se co-reconnaissent comme savants au sein de cadres sociaux. Dans cette recherche, nous appelons "savoir savant", un certain niveau de formulation de concepts et de règles, qu'une communauté scientifique reconnaît. En choisissant la version de l'Encyclopædia Universalis comme une expression du "savoir savant", nous nous plaçons dans une approximation, certes discutable, mais qui nous paraît d'autant plus acceptable et suffisante qu'elle est directement inspirée, sinon traduite, de la définition posée par KOLMOGOROV dans son ouvrage déjà cité *Foundations of the Theory of Probability*¹⁶⁵⁹.

■ Dans le cadre de la théorie axiomatique des probabilités élaborée par KOLMOGOROV, Daniel DUGUÉ propose, dans l'article "Calcul des probabilités" de l'Encyclopædia Universalis¹⁶⁶⁰, la définition "savante" suivante de la probabilité :

Ω désigne l'espace des épreuves. On isole dans l'ensemble des sous-espaces de Ω une σ -algèbre ou tribu. Une tribu \mathcal{B} est une classe de parties de Ω possédant les propriétés suivantes :

- α) \mathcal{B} contient Ω et \emptyset (\emptyset est l'ensemble vide) ;
- β) \mathcal{B} est stable pour les opérations de réunion, d'intersection et de complémentement, c'est-à-dire que, si les parties A et B appartiennent à une tribu, $A \cup B$, $A \cap B$, \overline{A} et \overline{B} (complémentaires de A et de B) en font aussi partie ;
- γ) \mathcal{B} est stable par rapport à la réunion dénombrable.

.../...

¹⁶⁵⁹ A.N. KOLMOGOROV, *Foundations of the Theory of Probability*, op. cit.

¹⁶⁶⁰ D. DUGUÉ, article "Probabilités", Encyclopædia Universalis, volume 13, 1980, p.576

.../...

Ces sous-ensembles s'appellent des *événements*. De ces axiomes on déduit que la tribu \mathcal{B} est stable par rapport aux opérations de passage à la borne supérieure, à la borne inférieure, aux limites supérieures et inférieures et aux limites dans le cas dénombrable. C'est sur cette classe \mathcal{B} de parties que l'on peut répartir une probabilité, c'est-à-dire appliquer la classe sur le segment fermé $[0, 1]$, avec les conditions suivantes :

1) la probabilité d'un événement certain est égale à 1, c'est-à-dire :

$$P(\Omega) = 1 ;$$

2) la probabilité est une fonction additive d'ensemble ; si donc les événements A_1 et A_2 appartiennent à la tribu, on a :

$$A_1 \cap A_2 = \emptyset \Rightarrow P(A_1 \cup A_2) = P(A_1 + A_2) ;$$

3) l'application est σ -additive en ce sens que, si A_n est une suite croissante $A_{n+1} \supset A_n$ d'événements dont la réunion A appartient à la tribu, alors $P(A_n)$ tend vers $P(A)$.

La classe initiale sera *complétée* par les ensembles P -négligeables qui sont les ensembles contenus dans ceux de la tribu qui ont une probabilité nulle.

\mathcal{B} complétée ainsi sera encore désignée par \mathcal{B} .

Le triplet (Ω, \mathcal{B}, P) a reçu le nom d'espace de probabilité.

La nature du statut de cette définition peut faire objet de débat dans la mesure où elle est à la fois très savante¹⁶⁶¹ et déjà une transposition didactique puisqu'elle est rédigée à des fins d'exposition et de transmission : elle est distincte et complémentaire de celle dite de LAPLACE¹⁶⁶² qu'elle intègre. Considérons ensuite les différentes formulations associées à cette définition, formulations qui sont les produits d'un certain nombre de choix quant à la nature des transpositions didactiques opérées.

■ Dans le fascicule élaboré par Olivier DE CAMBRY pour les élèves de l'École Supérieure d'Ingénieurs en Électronique et Électrotechnique de Paris, la probabilité est définie dans le cadre des espaces de probabilité de la manière suivante :

¹⁶⁶¹ Poser la probabilité comme une application d'une tribu dans l'intervalle $[0 ; 1]$ est une définition scientifique.

¹⁶⁶² La probabilité d'un événement définie comme rapport du nombre de cas favorables au nombre de cas possibles.

Espaces de probabilité

1) Mesure de probabilités

Tribus

Soit Ω l'ensemble des réalisations possibles d'une expérience aléatoire.

Définition I-1-1 :

On appelle tribu sur Ω , un sous-ensemble \mathcal{A} de $\mathcal{P}(\Omega)$ possédant les propriétés suivantes :

- $\Omega \in \mathcal{A}$;
- $A \in \mathcal{A} \Rightarrow \bar{A} \in \mathcal{A}$ (où \bar{A} représente le complémentaire de A dans Ω) ;
- Si $(A_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est une suite d'éléments de \mathcal{A} alors $A = \bigcup_{n \in \mathbb{N}} A_n \in \mathcal{A}$.

Propriétés I-1-1 :

- * $\mathcal{P}(\Omega)$ est une tribu ;
- * On appelle tribu engendrée par une classe T de parties de Ω la plus petite tribu de parties de Ω , contenant T ;
- * On appelle tribu borélienne sur \mathbb{R}^n , la tribu engendrée par la classe de tous les pavés ouverts de \mathbb{R}^n . On la notera $\mathcal{B}(\mathbb{R}^n)$.

Probabilités

Définition I-1-2 :

On appelle mesure de probabilité (ou probabilité) sur (Ω, \mathcal{A}) toute application $P : \mathcal{A} \rightarrow [0, 1]$ vérifiant :

- $P(\Omega) = 1$
- Pour toute suite $(A_n)_{n \in \mathbb{N}}$ d'événements disjoints : $P\left(\bigcup_{n \in \mathbb{N}} A_n\right) = \sum_{n \in \mathbb{N}} P(A_n)$

Propriétés I-1-2 :

- $P(\emptyset) = 0$
- $\forall A \in \mathcal{A}, P(\bar{A}) = 1 - P(A)$
- $\forall A, B \in \mathcal{A} \times \mathcal{A}, A \subset B \Rightarrow P(A) \leq P(B)$
- $\forall A, B \in \mathcal{A} \times \mathcal{A}, P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$
- Pour toute suite $(A_n)_{n \in \mathbb{N}}$ d'éléments de $\mathcal{A}, P\left(\bigcup_{n \in \mathbb{N}} A_n\right) \leq \sum_{n \in \mathbb{N}} P(A_n)$

Définition I-1-3 : Le triplet (Ω, \mathcal{A}, P) est appelé espace de probabilité.

2) Probabilité sur un ensemble fini ou dénombrable

Généralités

Proposition I-2-1 :

Soit Ω un ensemble fini ou dénombrable et $\mathcal{A} = \mathcal{P}(\Omega)$. Toute probabilité sur $\mathcal{P}(\Omega)$ est déterminée d'une manière unique par la donnée d'une suite $\{p(\omega) ; \omega \in \Omega\}$ de nombres réels vérifiant :

- $\forall \omega \in \Omega, p(\omega) \geq 0$
- $\sum_{\omega \in \Omega} p(\omega) = 1$

On a alors $\forall A \in \mathcal{P}(\Omega), P(A) = \sum_{\omega \in \Omega} p(\omega)$

Proposition I-2-2 :

On suppose Ω fini et on suppose que toutes les réalisations sont équiprobables i.e. $\forall \omega \in \Omega, p(\omega) = \frac{1}{\text{Card } \Omega}$. On a alors $P(A) = \frac{\text{Card } A}{\text{Card } \Omega} = \frac{\text{nombre de cas favorables à } A}{\text{nombre de cas possibles}}$.

La détermination de la probabilité de A se réduit au dénombrement de l'ensemble A .

■ Dans un livre¹⁶⁶³ conçu pour des élèves préparant les brevets de techniciens supérieurs industriels la probabilité est définie de la manière suivante¹⁶⁶⁴ :

Soit Ω un univers fini. On dit que cet univers est probabilisé si l'on a défini une fonction P de l'ensemble $\mathcal{P}(\Omega)$ des événements de Ω dans l'intervalle $[0, 1]$ définissant pour tout événement A une probabilité $P(A)$, et telle que :

- $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$ pour tous événements incompatibles A et B ;
- $P(\Omega) = 1$

L'examen de ces différentes formes de définitions du concept de probabilité confirment notre hypothèse à savoir que l'écart est très faible entre la forme "savante" et celle proposée aux élèves ingénieurs et l'écart est beaucoup plus important entre la forme "savante" et celle proposée aux élèves techniciens supérieurs. Cet écart est dû essentiellement au fait, nous l'avons déjà évoqué, qu'en section de techniciens supérieurs, l'ensemble Ω des réalisations possibles d'une expérience aléatoire est fini alors qu'en école d'ingénieurs l'ensemble Ω est continu ce qui contraint les élèves ingénieurs à devoir maîtriser des outils théoriques plus sophistiqués. Ceci produit des effets non seulement sur le volume des différents champs investis mais également sur la forme des différentes transpositions didactiques de la définition de la probabilité : celle-ci exige en effet que, dans le cas continu, il soit fait appel à la notion de "tribu". Cette notion permet que dans le cas des ensembles continus, où toutes les familles de parties ne sont pas mesurables, on puisse en considérer certaines sur lesquelles il est possible de définir une mesure de probabilité.

Pour les élèves ingénieurs, le choix de la notion de probabilité qui a été retenu consiste à conserver la définition scientifique dans toute son étendue et sa complexité : celle-ci n'est ni dégradée, ni modifiée. Ce choix est à rapporter à la nécessaire élévation du niveau d'éducation scientifique : celle-ci exige, pour pouvoir progresser dans la compréhension du réel, une perte provisoire de sens et de lien avec ce réel à travers le développement d'un arsenal formel. Les élèves ingénieurs de l'ESSIE se sont déjà approprié et ont déjà manipulé la notion de probabilité telle qu'elle leur a été enseignée dans le secondaire et qui

¹⁶⁶³ Nous aurions pu également considérer les définitions données aux élèves que nous avons interrogés ; mais dans la mesure où celles-ci sont directement inspirées des différents manuels destinés aux élèves de BTS, il nous a semblé préférable de nous référer à la définition des manuels.

¹⁶⁶⁴ P. FAURE, J.D. ASTIER, B. BOUCHON, *Mathématiques, BTS Industriels*, Tome 2, Nathan, 1996, p.245

se réfère à une épistémologie que l'on peut qualifier de "laplacienne". Le cours qui leur est dispensé part de l'hypothèse qu'ils sont en mesure de ne pas rester attachés à cette notion première de la probabilité et qu'ils sont capables de la dépasser en la considérant dorénavant dans sa formulation la plus abstraite et générale.

Cette compétence n'est pas exigée des élèves techniciens supérieurs : le fait de limiter leur cadre de réflexion aux ensembles finis implique que, comme dans le secondaire, l'épistémologie de référence demeure "laplacienne". Le fait d'éviter l'écueil de la complexité permet, dans une certaine mesure, de contourner l'obstacle généré par la perte provisoire de sens : les élèves techniciens supérieurs disposent d'une boîte à outils mathématiques moins fournie que celle des élèves ingénieurs et d'outils moins sophistiqués liés aux traitements d'exercices qui demeurent élémentaires.

§.3. Ecart et sens de l'écart entre deux formes de transposition didactique : les exemples des définitions de la variable de BERNOULLI, de la loi binomiale et de la loi de POISSON

■ Dans l'Encyclopædia Universalis, D. DUGUÉ aborde les notions de variable de BERNOULLI, de loi binomiale et de loi de POISSON en se référant à la définition de la fonction caractéristique¹⁶⁶⁵ d'une variable aléatoire :

◇ On appelle **variable de BERNOULLI** une variable pour laquelle l'ensemble image Ω_1 est égal à $\{0, 1\}$. C'est la variable utilisée dans le jeu de pile ou face (le nombre 1 étant attribué, par exemple, à face avec une probabilité p , et le nombre 0 étant attribué à pile avec la probabilité $1 - p = q$). Sa fonction caractéristique est $q + pe^{iu}$.

◇ De la variable de BERNOULLI on déduit **la loi binomiale**¹⁶⁶⁶ qui est la somme de n variables (indépendantes) de BERNOULLI. La **fonction caractéristique** est $(q + pe^{iu})^n$; la probabilité est répartie sur l'ensemble $\{0, 1, 2, \dots, n\}$, la probabilité de r étant $C_n^r p^r q^{n-r}$ (probabilité de r succès sur n épreuves.), le nombre C_n^r étant le coefficient du binôme.

◇ **La loi de POISSON**¹⁶⁶⁷, connue aussi sous le nom de *loi des petites probabilités*, est telle que $\Omega_1 = \mathbb{N}$, la probabilité attachée à l'entier n étant égale à :

$$(\exp - \lambda) \frac{\lambda^n}{n!} = p_n \quad \text{où } \lambda \text{ est un paramètre positif.}$$

Bien entendu on a : $\sum_{n=0}^{\infty} p_n = 1$.

La **fonction caractéristique** est :

$$\sum_{n=0}^{\infty} \exp iun \times (\exp - \lambda) \frac{\lambda^n}{n!} = \exp [\lambda (e^{iu} - 1)].$$

L'espérance mathématique de la loi de POISSON de même que la variance sont égales à λ .

¹⁶⁶⁵ $F(x) = P(X \leq x)$ - loi de probabilité de la variable aléatoire X - et $\varphi(u) = \int_{R^n} \exp\langle iu, x \rangle dF(x)$ désigne la fonction caractéristique de la variable aléatoire X .

¹⁶⁶⁶ Encyclopædia Universalis, tome 13, édition 1980, p578

¹⁶⁶⁷ Encyclopædia Universalis, tome 13, édition 1980, p578

La déduction apparaît ici dominante. Il s'agit de tirer des conséquences à partir d'énoncés fondamentaux pris comme point de départ. Ainsi, à partir de la définition générale de la fonction caractéristique d'une variable aléatoire dont la loi de probabilité est connue, il est possible de déduire rapidement l'espérance mathématique et la variance de cette loi. Cette méthode, élégante, qui consiste à opérer des déductions en obéissant aux lois d'une syntaxe rigoureuse, requiert un haut niveau de culture mathématique. La notion de fonction caractéristique, qui utilise la transformation de FOURIER, si elle est un outil théorique essentiel permettant d'obtenir des théorèmes, ne sert guère à résoudre des problèmes.

■ Dans le fascicule de cours de probabilités de l'ESIEE, O. DE CAMBRY introduit la loi binomiale, dans le prolongement de la loi de BERNOULLI, en faisant référence à la notion de fonction génératrice¹⁶⁶⁸ d'une variable aléatoire.

◇ **Loi de BERNOULLI** de paramètre p : $X \sim b(p)$

C'est la loi du jeu de pile ou face

$$P(X = 1) = p : P(X = 0) = 1 - p = q$$

$$E(X) = p : V(X) = p(1 - p) : G_X(s) = ((1 - p) + sp)$$

◇ **Loi binomiale**¹⁶⁶⁹ d'ordre n , de paramètre p : $X \sim \mathcal{B}(n, p)$

On contrôle à la sortie d'une chaîne de productions n composants identiques. La probabilité qu'un composant soit défectueux est p . Soit X le nombre de composants défectueux.

Alors X suit une loi binomiale d'ordre n et de paramètre p définie par :

$$P(X = k) = C_n^k p^k (1 - p)^{n - k} : G_X(s) = ((1 - p) + sp)^n$$

On en déduit $E(X) = np$: $V(X) = np(1 - p)$

.../...

¹⁶⁶⁸ $G_X(s) = \sum_{n \in N} s^n p_n$

¹⁶⁶⁹ O. DE CAMBRY, Fascicule de probabilités et statistiques, MA301, ESIEE, *op. cit.*, p.19

.../...

◇ **Loi de POISSON**¹⁶⁷⁰ de paramètre λ : $X \sim P(\lambda)$

Reprenons le problème de contrôle de qualité ayant conduit à la loi binomiale.

On suppose maintenant que le nombre de composants contrôlés est grand et que la proportion de composants défectueux est λ .

D'où $n \rightarrow +\infty$ et $\lim_{n \rightarrow +\infty} np_n = \lambda$.

Étudions la loi de X :

$$p_k = P(X = k) = C_n^k (p_n)^k (1 - p_n)^{n - k}$$

$$p_0 = P(X = 0) = (1 - p_n)^n$$

D'où $\ln p_0 = n \ln(1 - p_n) \sim -np_n \sim -\lambda$

Donc $p_0 = e^{-\lambda}$

$$\text{De plus } \frac{p_{k+i}}{p_k} = \frac{n-k}{k+i} \frac{p}{1-p} \simeq \frac{n-k}{n} \times \frac{1}{1-\frac{\lambda}{n}} \times \frac{\lambda}{k+1} \sim \frac{\lambda}{k+1}$$

Par récurrence, on montre que $P(X = k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$

On dit que X suit une loi de POISSON de paramètre λ : $X \sim P(\lambda)$

On en déduit $E(X) = \lambda$ et $V(X) = \lambda$.

La loi de POISSON est introduite ici comme approximation de la loi binomiale et sa loi de probabilité est déduite à l'aide d'un raisonnement par récurrence. Il s'agit d'une démonstration relativement originale qui mobilise raisonnement déductif, habileté à mener des calculs complexes, c'est-à-dire des compétences mathématiques.

■ Dans l'ouvrage¹⁶⁷¹ conçu pour des élèves préparant les Brevets de Techniciens Supérieurs Industriels, les auteurs P. FAURE, J.D. ASTIER, B. BOUCHON définissent la loi de BERNOULLI, la loi binomiale et de la loi de POISSON de la manière suivante :

¹⁶⁷⁰ O. DE CAMBRY, Fascicule de probabilités et statistiques, MA301, ESIEE, *op. cit.*, p.19-20

¹⁶⁷¹ P. FAURE, J.D. ASTIER, B. BOUCHON, *Mathématiques, BTS Industriels*, tome 2, *op. cit.*

◇ Loi de BERNOULLI¹⁶⁷²

Une variable aléatoire X définie sur un univers probabilisé Ω est une variable de BERNOULLI si elle ne prend que les deux valeurs 1 et 0 avec les probabilités respectives p et $q = 1 - p$.

Un exemple simple est celui d'un tirage équiprobable dans une urne comprenant n boules blanches et n' boules noires, au total $N = n + n'$ (le tirage d'une blanche étant privilégié). Si l'on associe au tirage d'une boule blanche (succès) le nombre 1 et au tirage d'une boule noire (échec) le nombre 0, ces valeurs ont pour probabilités respectives :

$$p = \frac{n}{N} \text{ et } q = \frac{n'}{N} = \frac{N - n}{N} = 1 - p$$

Cette épreuve de BERNOULLI sert de modèle de base concret dans beaucoup de situations. On a :

$$E(X) = p \times (1) + q \times (0) = p$$

$$V(X) = p \times (1 - p)^2 + q \times (0 - p)^2 = pq^2 + qp^2 = pq(q + p) = pq$$

◇ Loi binomiale¹⁶⁷³

Il s'agit de la loi de probabilité du nombre de succès dans une épreuve de BERNOULLI répétée n fois (par exemple tirages répétés dans une urne, avec remise).

Étude d'un exemple

Une urne contient 2 boules blanches et 3 boules noires. On tire au hasard une boule que l'on remet dans l'urne après avoir noté sa couleur. On effectue huit tirages équiprobables, chacun étant réalisé dans les mêmes conditions.

- Quelle est la probabilité d'obtenir exactement trois boules blanches ?

À chaque tirage il y a 2 possibilités : B (blanche) ou N (noire), soit au total $2^8 = 256$ cas possibles.

Les probabilités respectives étant :

$$p = P(B) = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ et } q = P(N) = \frac{3}{5} = 0,6$$

Notons sous la forme : NBNNBNBN, le résultat d'une épreuve favorable à la sortie de trois boules blanches (et de cinq noires), les couleurs obtenues étant indiquées dans l'ordre.

Les tirages étant indépendants, la probabilité de cet événement est :

$$pqppppq = p^3q^5 = (0,4)^3 \times (0,6)^5$$

.../...

¹⁶⁷² P. FAURE, J.D. ASTIER, B. BOUCHON, *Mathématiques, BTS Industriels*, tome 2, op. cit., p.271

¹⁶⁷³ P. FAURE, J.D. ASTIER, B. BOUCHON, *Mathématiques, BTS Industriels*, tome 2, op. cit., p.272

.../...

Le résultat sera le même pour tout autre événement favorable (on retrouvera les mêmes facteurs dans un ordre différent). Le nombre de ces événements favorables est par ailleurs égal à celui du choix des trois rangs de sortie des boules blanches parmi huit (ou des trois lettres B pour huit places), soit :

$$C_8^3 = \frac{8 \times 7 \times 6}{3 \times 2} = 8 \times 7 = 56$$

La probabilité d'obtenir trois boules blanches en huit tirages est donc :

$$C_8^3 \times (0,4)^3 \times (0,6)^5 = 56 \times 0,064 \times 0,07776 \simeq 0,28$$

• Quelle est la probabilité d'obtenir k boules blanches en n tirages ?

Le même raisonnement fournit pour la probabilité d'obtenir k boules blanches en n tirages :

$$C_n^k p^k (1-p)^{n-k} = C_n^k (0,4)^k \times (0,6)^{n-k}$$

Définition de la loi binomiale (notation : $\mathcal{B}(n, p)$)

Une variable aléatoire X à valeurs entières : $0 ; 1 ; 2 ; \dots ; n$ suit une loi binomiale de paramètres n et p ($p \in [0, 1]$) si, et seulement si, pour toute valeur entière $k \in [0, n]$, on a :

$$P(X = k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k} \quad (\text{avec } q = 1 - p).$$

Valeurs caractéristiques

On démontre que si la variable aléatoire X suit une loi binomiale $\mathcal{B}(n, p)$, on a :

$$E(X) = np \quad V(X) = np(1-p) \quad \sqrt{\sigma(X)} = \sqrt{npq}$$

La méthode retenue par les auteurs consiste, en partant d'un cas particulier¹⁶⁷⁴, à induire un résultat général. La démonstration prend appui sur ce cas particulier puis est admise dans le cas général. À l'opposé de la méthode déductive¹⁶⁷⁵ mobilisée dans les deux exemples précédents, la méthode inductive se fonde sur l'observation et l'expérience¹⁶⁷⁶. Le but visé est de comprendre un ensemble restreint de principes. Plus empirique que la déduction, l'induction évite le dogmatisme théorique et s'appuie sur des observations et des confrontations.

¹⁶⁷⁴ « Une urne contient 2 boules blanches et 3 boules noires. On tire au hasard une boule que l'on remet dans l'urne après avoir noté sa couleur. On effectue huit tirages équiprobables, chacun étant réalisé dans les mêmes conditions. Quelle est la probabilité d'obtenir exactement trois boules blanches ? »

¹⁶⁷⁵ appelée aussi méthode "hypothético-déductive"

¹⁶⁷⁶ d'où son nom de méthode "expérimentalo-inductive"

✧ **Loi de POISSON**¹⁶⁷⁷ (notation $P(m)$)

C'est une loi où l'ensemble des valeurs est \mathbb{N} (ensemble infini dénombrable).

Une variable aléatoire dénombrable X , à valeurs dans \mathbb{N} , suit une loi de POISSON de paramètre m si et seulement si :

$$P(X = k) = e^{-m} \frac{m^k}{k!} \quad (m \in \mathbb{N})$$

Cette loi est notée $P(m)$. Elle se rencontre lorsque la réalisation d'un événement est très rare sur un grand nombre d'observations (anomalies de certaines productions, erreurs d'impression, présence de certains parasites...).

On vérifie que la somme des probabilités est égale à 1, en effet :

$$\sum_{k=0}^{+\infty} e^{-m} \frac{m^k}{k!} = e^{-m} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{m^k}{k!} = e^{-m} \times e^m = 1$$

Moyenne, variance, écart-type

On établit les résultats suivants :

$$E(X) = m \quad V(X) = m \quad \sqrt{\sigma(X)} = \sqrt{m} \quad m \text{ est le paramètre de la loi.}$$

La définition de la distribution de POISSON est donnée ici sans explication : « une variable aléatoire suit une loi de POISSON de paramètre m si et seulement si $P(X = k) = e^{-m} \frac{m^k}{k!}$ » : il n'y a rien à comprendre ! Reste à savoir appliquer cette "formule", c'est-à-dire à remplacer les lettres m et k par des valeurs données dans des exercices d'application. La nature de la tâche demandée est comparable à celles mises en œuvre dans la méthode synthétique : un certain nombre d'éléments pédagogiques étant "donnés" ("formule" de la loi de POISSON et conditions de son application), il suffit simplement de réussir quelques calculs élémentaires : on est dans le registre des connaissances procédurales et de la performance mathématique.

¹⁶⁷⁷ P. FAURE, J.D. ASTIER, B. BOUCHON, *Mathématiques, BTS Industriels*, tome 2, op. cit., p.273-274

§.4. Ecart et sens de l'écart entre les exercices de calcul des probabilités proposés à l'examen du BTS et les exercices et les problèmes de calcul des probabilités proposés aux élèves ingénieurs

■ Considérons le texte de l'exercice proposé en 1995 à l'épreuve de mathématiques du BTS électrotechnique :

Une usine fabrique en grande série des pièces susceptibles de présenter un défaut A dans 3 % des cas, ou un défaut B dans 7 % des cas. L'apparition d'un défaut est indépendante de l'apparition de l'autre.

1°) Calculer la probabilité qu'une pièce tirée au hasard :

- a) présente les deux défauts ;
- b) présente au moins l'un des deux défauts ;
- c) présente un seul défaut ;
- d) ne présente aucun défaut.

2°) On prélève au hasard 250 pièces dans la production.

Soit X la variable aléatoire qui, à tout prélèvement de 250 pièces, fait correspondre le nombre de pièces présentant le défaut A.

- a) Quelle est la loi de probabilité de X ?
- b) On admet que la loi de X peut être approchée par une loi de Poisson. En déterminer le paramètre λ . Calculer alors la probabilité que, parmi les 250 pièces, il y en ait au plus 3 présentant le défaut A.

3°) Soit Y la variable aléatoire qui, à tout prélèvement de 250 pièces, fait correspondre le nombre de pièces présentant le défaut B. On admet que la loi de Y peut être approchée par une loi normale de paramètres $m = 17,5$ et $\sigma = 4,03$.

- a) Justifier les valeurs de m et σ .
- b) Calculer la probabilité qu'il y ait au plus 20 pièces présentant le défaut B.
- c) Calculer la probabilité de l'événement : $15 \leq Y \leq 20$.

Ce qui frappe d'abord dans ce texte, c'est sa mise en forme. À l'instar de ce que préconise D.F. MCKENZIE¹⁶⁷⁸, il nous semble en effet important de réfléchir aux rapports qui nécessairement s'établissent entre la forme, la fonction et la signification d'un texte. Un lecteur, non averti, reconnaît ici d'une part, un texte scolaire plutôt que "savant", d'autre part un énoncé prétexte à évaluation plutôt qu'un cours : sa forme seule renseigne sur sa fonction. L'étude, pour les quinze dernières années, de la forme des exercices de calculs des probabilités posés aux examens du BTS électrotechnique, fait apparaître une structure fragmentée du type :

¹⁶⁷⁸ D.F. MCKENZIE, *La bibliographie et la sociologie des textes*, éditions du Cercle de la librairie, 1991, p.27

I)			
	A)	1)	a) b)
		2)	a) b) c)
	B)	1)	a) b)
		2)	a) b)
II)			
	A)	1°)	a) b) c)
		2°)	a) b)
	B)	1°)	
		2°)	a) b)
	C)	1°)	a) b)
		2°)	a) b) c)
			etc.

Si l'on prête au mot "analyse" le sens de décomposition, ce type de structuration évoque dans un premier temps "l'analyse". Mais ce terme étant "sur-investi", il exige une réflexion épistémologique analogue à celle qui a été conduite avec le concept de "discipline". "L'analyse", dans son sens premier est la décomposition d'un tout en ses parties, soit matériellement, soit idéalement. Ainsi "l'analyse" chimique de l'eau consiste en une décomposition du corps complexe "eau" en ses constituants élémentaires le dihydrogène et dioxygène. Puis, "l'analyse" a enveloppé, à la fois, les idées de "décomposition" et de "recomposition" ; c'est le sens de CONDILLAC : « *L'analyse consiste à observer dans un ordre successif les qualités d'un objet, afin de leur donner dans l'esprit l'ordre simultané dans lequel elles existent.* »¹⁶⁷⁹ De même pour TAINÉ, « *analyser c'est traduire ; et traduire, c'est apercevoir sous les signes des faits distincts... Pour savoir ce qu'est une nature vous prendrez un animal, une plante, un minéral dont vous noterez les propriétés et vous verrez que le mot nature apparaît au moment où vous avez fait la somme des faits importants et distinctifs...* »¹⁶⁸⁰ Ainsi, dans un premier sens, "l'analyse" consiste à décomposer en éléments simples et à montrer comment le tout procède des éléments. Dans

¹⁶⁷⁹ A. LALANDE, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, PUF, 1985, p.54

¹⁶⁸⁰ A. LALANDE, *op. cit.*, p.54-55

un deuxième sens, “l’analyse” est attachée à l’idée de résolution : c’est une méthode de raisonnement qui consiste à partir du résultat à démontrer et à remonter aux principes ; cette méthode est également appelée démonstration régressive, par opposition à la synthèse qui est progressive et qui consiste à partir des principes, à déduire des conséquences et à montrer qu’une des conséquences est le résultat à démontrer. « *Cette méthode, que l’on appelle analyse consiste à établir une chaîne de propositions commençant à celle qu’on veut démontrer, finissant à une proposition connue, et telles qu’en partant de la première (celle qu’on veut démontrer) chacune soit une connaissance nécessaire de celle qui la suit ; d’où il résulte que la première est une conséquence de la dernière, et par conséquent vraie comme elle.* »¹⁶⁸¹ Aujourd’hui, “l’analyse” c’est aussi la branche des mathématiques qui concerne le calcul sur les infiniment petits : “analyse” comme abréviation de la locution “analyse infinitésimale”. Mis à part cette utilisation, le mot “analyse” renvoie soit à l’idée de décomposition/recomposition soit à l’idée de résolution.

Dans le contexte des épreuves d’examen du BTS, il apparaît que la partie décomposition est de la compétence seule de celui qui pose et rédige le “problème”. Soit il s’agit d’une “situation-problème” “réelle”, “décortiquée” et décomposée en petites questions, soit il s’agit d’un objet proprement “didactique”, créé de toutes pièces, avec des questions “intermédiaires” et “artificielles” ; ce deuxième cas est largement dominant. Ainsi, en considérant “analyse” dans son sens de décomposition, il apparaît que le travail de problématisation et “d’analyse”, qui fonde le questionnement, est fait en amont par celui qui pose le “problème”. Rappelons, avec G. BACHELARD, que le véritable travail scientifique consiste d’abord à poser les problèmes : toute connaissance est en effet une réponse à une question et s’il n’y a pas question, il ne peut y avoir connaissance scientifique.

La tâche proposée à l’examen ne relève donc, pour les élèves, ni de l’analyse, ni du “problème” : il s’agit simplement d’exercices théoriques dont le support est un “faux-concret”¹⁶⁸². On est donc dans une logique pédagogique et non pas scientifique, dans une logique de la performance scolaire et non de la compétence scientifique. Il est clair que l’abduction¹⁶⁸³ et le raisonnement

¹⁶⁸¹ J.M.C. DUHAMEL, in A. LALANDE, *op. cit.*, p.55

¹⁶⁸² On distingue généralement le “faux-concret” du “pseudo-concret”. Pour les didacticiens, le “pseudo-concret” consiste à utiliser le vocabulaire de la réalité pour désigner des objets théoriques. Le “dé parfait” est ainsi un objet théorique alors que le “dé” est un objet de la réalité. Même chose avec les mots “cube”, “pyramide”, etc. Il est en effet fréquent, en mathématiques, d’utiliser des termes de la réalité pour désigner des objets dont la définition est rigoureuse. Quant au “faux-concret”, il consiste à faire croire qu’une situation donnée et décrite est une situation de la réalité.

¹⁶⁸³ L’abduction, au contraire de la déduction et de l’induction, concerne non le traitement d’hypothèses mais le processus de production d’hypothèses nouvelles.

heuristique ne sont pas absolument pas favorisés par ce type de formation. L'exercice que nous avons cité est en effet fragmenté en questions, en sous-questions. Un examen attentif de ce texte nous conduit à remarquer qu'il n'y a, en tout et pour tout, qu'un seul point d'interrogation. Le candidat est successivement sollicité pour « calculer une probabilité »¹⁶⁸⁴ ; il lui est posé comme unique question « quelle est la loi de probabilité de X »¹⁶⁸⁵ ; puis il lui est demandé de « déterminer la valeur de λ »¹⁶⁸⁶, puis de « calculer une probabilité »¹⁶⁸⁷. Enfin il lui est demandé de « justifier » le choix¹⁶⁸⁸ de deux valeurs¹⁶⁸⁹ et une nouvelle fois de « calculer une probabilité »¹⁶⁹⁰. Il ne lui est pas demandé de chercher quelque chose, la réponse lui est donnée ou suggérée. Il ne lui est pas demandé de justifier ses propres choix mais de justifier ceux de celui qui a posé le problème. Pour réussir cette tâche, les candidats au BTS doivent lire l'énoncé de l'exercice, lui donner sens, connaître un certain nombre de règles et de formules, les appliquer. Ce qui est en jeu, c'est leur capacité à percevoir et à utiliser les informations pertinentes du texte, à saisir les nuances de langage. Par exemple différencier “au plus 3” de “plus de 3” dans la question « Calculer alors la probabilité que, parmi les 250 pièces, il y en ait au plus 3 présentant le défaut A »¹⁶⁹¹. Cette question nous fait apparaître la nécessité d'identifier les outils mentaux nécessaires au décryptage de tels énoncés. Est-ce que leur travail se réduit à une mémorisation en vue d'une réminiscence de formules et à une routinisation des procédures. Ainsi, il n'apparaît pas possible d'affirmer que le travail de l'élève soit ici un travail “d'analyse”, ni au sens de décomposition/recomposition, ni au sens de méthode de raisonnement. Le choix de ce type d'épreuves est un indicateur d'un enseignement tourné vers la rigueur, non vers l'initiative ; il s'agit là d'une conception superficielle et technicienne des mathématiques : sont mis en valeur les résultats et les algorithmes de résolution. L'accent est davantage mis sur la maîtrise technicienne des techniques que sur la compréhension des raisons de ces techniques. Ce qui est attendu de l'élève, c'est qu'il sache mobiliser et faire fonctionner ses connaissances, ses “formules” pour essayer de résoudre les questions du problème ; c'est qu'il soit capable de conduire des calculs, d'appliquer des “recettes” : avec la loi binomiale, il faut appliquer la formule $[P(X = k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n - k}]$; avec la loi de POISSON, il faut appliquer la formule

¹⁶⁸⁴ [1°)a)], [1°)b)], [1°)c)], [1°)d)]

¹⁶⁸⁵ [2°)a)]

¹⁶⁸⁶ [2°)b)]

¹⁶⁸⁷ [2°)b)]

¹⁶⁸⁸ fait par le concepteur du sujet

¹⁶⁸⁹ [3°)a)]

¹⁶⁹⁰ [3°)a)], [3°)b)]

¹⁶⁹¹ [2°)b)]

$[P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!}]$; avec la loi normale, telles formules. Pour Marc

LEGRAND, ce type d'enseignement, qui ne livre que des techniques mathématiques, qui apprend à appliquer des résultats mais pas à les penser « *ne respecte ni la science, [...] ni le projet républicain d'une école lieu de démocratisation par le savoir, puisqu'on propose au plus grand nombre d'acquérir au cours de leurs études scientifiques [...] des non-savoirs scientifiques. "Non-savoirs scientifiques" ne voulant pas dire que ce que nous enseignons soit inexact ou non scientifiquement attesté, mais signifiant que ce que l'élève ou l'étudiant apprend ainsi ne peut lui servir qu'à réussir les examens et concours qui ont été bâtis sur cette conception.* »¹⁶⁹² Apparaît alors le rapport à la norme d'excellence : la norme est de répondre aux questions du "problème" (qui précisément ici n'est pas un "problème") et non à la question du "problème" (car il n'y en a pas). La structure parcellisée est à la fois un guide et une contrainte : l'élève doit avancer dans la résolution des questions en respectant l'ordre indiqué/imposé. Pour "réussir" il lui faut "obéir" en répondant convenablement aux questions posées et pas à d'autres. L'élève est dans un cadre qu'il doit respecter : si sa logique propre l'invite à résoudre la troisième question avant la deuxième, il sort de la norme et est sanctionné. Pour réussir, il lui faut donc connaître la "règle du jeu" (qui est implicite), accepter les contraintes : la directivité est la règle. Le candidat ne doit pas faire preuve d'initiative mais se plier. « *On attend de la majorité des personnes davantage de docilité pour mettre en œuvre des pratiques établies que d'imagination pour les transformer de façon réfléchie.* »¹⁶⁹³ L'analyse de la forme de ce type d'exercice révèle la non-prise en compte, la non-évaluation de l'activité de synthèse, au sens large de vision d'ensemble : l'élève peut répondre exactement à toutes les questions sans percevoir le projet d'ensemble (s'il existe...) qui anime l'ensemble du "problème". Mais la forme de cet exercice répond à une logique. D'abord la notation : 0,5 point pour telle question, 0,25 pour telle autre, etc. Cette manière de noter - imposée par l'administration au travers des barèmes et des réunions d'harmonisation - privilégie, de fait, la résolution parcellaire à la synthèse. Les élèves résolvent des petits bouts de questions - souvent indépendantes - mais ne donnent pas nécessairement sens à l'ensemble du "problème". C'est ainsi que de nombreux enseignants, correcteurs d'examen, déplorent être amenés à mettre 10 sur 20 à des copies où le candidat n'a rien assimilé de l'essentiel mais où il a "grappillé" des points de-ci, de-là en n'ayant "rien compris au problème". Ce petit détour réflexif sur la forme de la notation (parcellaire et cumulative et non pas globale) conduit à interroger ce qui, fondamentalement, est exigé des élèves. Notons enfin que ces exercices n'ont

¹⁶⁹² M. LEGRAND, *Mathématiques, mythe ou réalité, op. cit.*, p.97

¹⁶⁹³ M. LEGRAND, *Mathématiques, mythe ou réalité, op. cit.*, p. 104

généralement aucun rapport avec le problème de la prise de décision en situation d'incertitude ou de risques. De plus, il est très rare qu'une évaluation des coûts soit proposée. Ces exercices ne font qu'exceptionnellement référence au contexte marchand dans lequel s'inscrivent ces questions : la réalité économique est généralement gommée. Les exercices proposés apparaissent exclusivement adaptés aux conditions de l'institution scolaire et ne permettent guère une compréhension de la réalité.

À l'examen, les exercices découpés en questions indépendantes ont succédé aux "problèmes à tiroirs" pour lesquels il fallait avoir résolu la question de rang "n" pour pouvoir résoudre la question de rang "n + 1" : tous les élèves, ou presque, pouvaient faire les premières questions et seuls les "meilleurs" pouvaient traiter les dernières. Sans doute parce que l'institution ne souhaite pas qu'une erreur isolée soit fatale au candidat, l'exercice proposé à l'examen est maintenant très directif. Le candidat est amené, non "à trouver" mais "à montrer" que tel chapelet de résultats qu'on lui indique est correct. Une activité comme la conjecture n'apparaît pas. Tout aspect conceptuel et intuitif est supprimé des programmes de mathématiques contemporains : « *Reste alors l'apprentissage de quelques procédures, les fameux "savoir-faire" comme on aime à les appeler. Une telle parodie participe d'une conception procédurale de la connaissance qui se développe aujourd'hui autour des sciences cognitives et qui conduit à ce que l'on peut appeler une conception logicialiste de l'enseignement, l'élève étant réduit aux mieux à un logiciel à fabriquer, au pis à un logiciel à réparer. La remédiation ne serait alors qu'un mode de réparation des logiciels.* »¹⁶⁹⁴ Au BTS, les sujets comportent deux exercices de mathématiques qui recouvrent une part très large du programme, c'est-à-dire que tous les points du programme sont évalués : cette logique de "balayage" de tout le programme implique de poser des "questions" "indépendantes" les unes des autres. Ces contraintes rendent difficile l'élaboration d'un exercice global qui ait du sens : l'exercice est donc par nature artificiel. Nous avons déjà souligné une des caractéristiques importantes de ces exercices à savoir l'indépendance des questions. De plus, l'énoncé fournit un certain nombre d'indices qui ont pour objet de permettre au candidat de l'aider dans sa recherche. Ainsi dans l'exercice cité précédemment et qui sert de support à cette étude, on peut remarquer (souligné par nous) que l'on donne la valeur de la moyenne m ($m = 2,06$) ce qui permet non seulement de résoudre la question 3)

en utilisant la formule $P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!}$ dans le cas où $\lambda = m = 2,06$ et $k = 4$ mais de plus donne la réponse à la question 2)c). Les indices présentés pour le rappel sont très proches des indices encodés lors de la situation d'apprentissage :

¹⁶⁹⁴ R. BKOUCHE, *L'achèvement de l'enseignement des mathématiques*, Revue Repères-IREM, n°21-octobre 1995, p.82 et p.85-86

la récupération est donc aisée. Il y a “effets de contexte”¹⁶⁹⁵. Pour Marc LEGRAND, cette manière de faire participe « *d’un système de codes avertisseurs qui deviennent une coutume totalement transparente pour les élèves participant d’une certaine culture.* »¹⁶⁹⁶

En BTS électrotechnique, l’inférence statistique n’est pas enseignée donc les élèves ne peuvent disposer des règles élémentaires permettant une prise de décision en situation d’incertitude. C’est au sens que ces exercices ne permettent aucune prise de décision que nous disons qu’ils sont des exercices théoriques. Il est simplement demandé aux élèves de mettre en œuvre des connaissances acquises au niveau théorique pour répondre à des questions, qui malgré leur habillage, sont fabriquées pour précisément faire fonctionner ces connaissances théoriques. Il n’est pas possible d’envisager des exercices ou des problèmes tournés vers des applications si les règles relatives à la prise de décision ne sont pas connues. L’élève technicien supérieur doit savoir ce qu’est une probabilité, notamment en ayant fait fonctionner cette notion dans des “cas d’école”. Il doit pouvoir comprendre les principes à l’œuvre dans l’exécution de certaines tâches. Son rôle n’est pas d’organiser ces tâches mais de réussir leur exécution. Considérons par exemple la tâche d’un technicien supérieur chargé de veiller au bon fonctionnement d’un service de contrôle de qualité dans une entreprise. Lors d’un test séquentiel, une machine prend périodiquement des mesures et génère une courbe des valeurs. Le test séquentiel consiste à vérifier si la fréquence observée de pièces défectueuses reste comprise entre deux valeurs d’un intervalle donné. Si les mesures observées ne sont pas comprises dans cet intervalle, le technicien doit aviser en faisant preuve d’une certaine finesse : est-il nécessaire d’arrêter la production et de régler les machines ? Alors qu’un technicien non initié au calcul des probabilités est susceptible de penser qu’il faut que toutes les mesures soient toujours comprises entre les deux valeurs, un technicien “initié” sait qu’il y a nécessairement des fluctuations et qu’il est possible de s’approcher d’une des deux bornes sans qu’il soit nécessaire d’arrêter toute la production. Ce qu’il ignore généralement, c’est pourquoi les valeurs ont été fixées ainsi : ceci dépend de divers paramètres évalués par l’ingénieur responsable de la production.

L’analyse du sens de la forme des exercices de calcul des probabilités proposés aux candidats au diplôme de technicien supérieur confirme la nature parcellaire, récitative, procédurale et algorithmique des tâches imposées : celles-ci relèvent des performances scolaires en mathématiques. Cette analyse et la

¹⁶⁹⁵ « On désigne par effet de contexte l’influence de variables internes ou externes intervenant directement dans les processus de récupération de l’information. » F. RAYNAL et A. RIEUNIER, *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés*, éditions ESF, 1997, p.90

¹⁶⁹⁶ M. LEGRAND, *Mathématiques, mythe ou réalité*, op. cit., p.101

lecture des instructions officielles nous conduisent à penser que la présence du calcul des probabilités dans l'enseignement supérieur technique est justifiée par des attendus qui ont à voir avec leur utilité instrumentale dans l'économie - et non avec la formation scientifique - et avec l'apprentissage de la rigueur et de la "discipline". Ce jugement est cohérent avec l'étude de l'ensemble du programme du BTS électrotechnique, où apparaît la domination de l'idéologie instrumentaliste et le discours d'adaptation au travail, un discours instrumentaliste assignant comme but principal de former des esprits agiles, des personnalités adaptables, capables de réponses flexibles.

Une autre caractéristique des exercices scolaires de calcul des probabilités est leur caractère analogique : ce sont des stéréotypes. Si leur résolution nécessite un rapport réflexif au texte écrit, il apparaît également, à quelques détails près, que ce sont toujours les mêmes exercices scolaires qui sont proposés. Jean Claude CARREGA, professeur à l'Université de Lyon 1, utilise l'expression de "situations mathématiquement équivalentes" pour décrire le fait qu'il s'agit toujours du même exercice "habillé" différemment. Remarquons que ce type d'exercice contient un grand nombre d'implicites dont le premier, le glissement de la notion de pourcentage à celle de probabilité, se fait apparemment sans crise épistémologique majeure. Ainsi, le fait qu'une usine fabrique des pièces susceptibles de présenter un défaut dans 3 % des cas est traduit par "la probabilité qu'une usine fabrique des pièces susceptibles de présenter un défaut est 0,03". Examinons cet implicite : en l'occurrence, la rigueur n'est pas vraiment au rendez-vous puisqu'il est demandé de calculer une probabilité alors qu'il n'est fait référence à aucune expérience aléatoire. Ce qui est donc implicite c'est le contrat didactique qui seul permet d'assimiler pourcentages et probabilités. Mais dans quelle mesure cette assimilation est-elle légitime ? Théoriquement elle ne l'est que si le pourcentage concerne non seulement des éléments de la population vérifiant une certaine propriété mais encore, s'il existe une expérience aléatoire consistant à tirer au hasard¹⁶⁹⁷, les éléments de cette population : c'est seulement si ces conditions sont remplies que la probabilité de tirer un élément vérifiant cette propriété est égale au pourcentage annoncé. Quant à l'exercice 2, il est dit que, pour un hypermarché implanté dans un arrondissement, la probabilité qu'il fasse l'objet d'un contrôle fiscal est 0.25. Mais comment cette valeur a-t-elle été déterminée ? Où est l'expérience aléatoire ? Est-ce que véritablement tous les hypermarchés inspectés sont choisis au hasard avec équiprobabilité ? Ce sont tous ces implicites qui rendent théorique le "problème", qui n'est pas un problème réel mais qui est une situation inventée pour servir de support à une activité scolaire. C'est donc un véritable "faux concret" qui fait appel à un vécu complètement artificiel. Les mêmes données et les mêmes calculs peuvent fonctionner dans un

¹⁶⁹⁷ c'est-à-dire avec équiprobabilité

tout autre contexte ou “habillage”. Les deux exercices suivants servent de support à cette analyse : leur résolution mobilise les mêmes schèmes de résolution.

Exercice 1 :

Un groupe financier possède deux hypermarchés implantés dans deux arrondissements différents 1 et 2.
On note A et B les événements suivants :

A : « L’hypermarché de l’arrondissement 1 est contrôlé ».

B : « L’hypermarché de l’arrondissement 2 est contrôlé ».

Pour un hypermarché implanté dans l’arrondissement 1, la probabilité de l’événement « faire l’objet d’un contrôle fiscal » est 0,25.

Pour un hypermarché implanté dans l’arrondissement 2, la probabilité de l’événement « faire l’objet d’un contrôle fiscal » est 0,2.

Ces deux événements sont **indépendants**. Déterminer la probabilité de chacun des événements suivants :

E₁ : « **Les deux** hypermarchés sont contrôlés ».

E₂ : « **L’un au moins** des hypermarchés est contrôlé ».

E₃ : « **Un hypermarché et un seul** est contrôlé ».

E₄ : « **Aucun** des deux hypermarchés n’est contrôlé ».

Exercice 2 :

Une usine fabrique en grande série des pièces susceptibles de présenter un défaut « a » dans 3 % des cas, ou un défaut « b » dans 7 % des cas.

L’apparition d’un défaut est **indépendante** de l’apparition de l’autre.

Calculer la probabilité qu’une pièce tirée au hasard :

A : « présente **les deux** défauts ».

B : « présente **au moins l’un** des deux défauts ».

C : « présente **un seul** défaut ».

D : « ne présente **aucun** défaut ».

■ Considérons le texte des trois exercices proposés en 1998 au contrôle de calcul des probabilités de l'École supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique¹⁶⁹⁸ de Paris :

O. DE CAMBRY

25/06/98

M - Proba
Contrôle

Durée : 2 heures

Sujet à traiter sans documents

Exercice 1

Au casino un joueur décide de miser sur un même numéro jusqu'à ce qu'il soit gagnant. On suppose que les résultats des parties successives sont indépendants et qu'à chaque partie ce numéro a une probabilité p , d'être tiré.

- A -

Soit X le nombre de parties jouées avant de gagner.

Quelle est la loi de X , et le nombre moyen de parties qui seront jouées avant la fin du jeu ?

- B -

Le jeu se déroule de la manière suivante :

La mise initiale est de 1 franc et à chaque partie le joueur double sa mise.

Lorsque le joueur perd, il perd sa mise et lorsqu'il gagne, il récupère a fois la mise de la partie gagnante.

On note G , le gain à l'issue du jeu.

1. Montrer que $G = 2^X \left(\frac{a}{2} - 1\right) + 1$

2. En déduire le gain lorsque $a = 2$.

3. Déterminer en fonction de p , l'espérance de gain du joueur ?

4. Pour quelle valeur a le jeu est-il équilibré ?

¹⁶⁹⁸ Contrôle de probabilités, ESIEE, O. DE CAMBRY, 25 juin 1998

Exercice 2

- A -

On considère un composant dont la durée de vie T suit une loi exponentielle. Sa durée de vie moyenne est de 1500 heures. Quelle est la probabilité qu'il soit encore en fonctionnement au bout de 1000 heures ?

- B -

On observe 100 composants identiques au précédent, que l'on fait fonctionner de manière indépendante. On note $N(t)$, le nombre de composants en panne à l'instant t .

1. Déterminer la loi de probabilité de $N(t)$ et son espérance.
2. Quelle est la probabilité qu'au moins 50 composants soient encore en fonctionnement au bout de 1000 heures ?

Exercice 3

On dit que la variable aléatoire X suit une loi de PARETO de paramètres $\alpha \geq 0$ et $x_0 \geq 0$ ($X \sim \text{Par}(\alpha, x_0)$) si sa fonction de répartition est définie par :

$$F_X(x) = \begin{cases} 0 & \text{pour } x < x_0 \\ 1 - \left(\frac{x_0}{x}\right)^\alpha & \text{pour } x \geq x_0 \end{cases}$$

- A -

1. Déterminer la densité et l'espérance de cette loi.
2. On note, $Y = X^\beta$ pour $\beta > 0$. Montrer que Y suit une loi de PARETO et en déduire la variance de X .

- B -

Cette loi est utilisée pour modéliser la distribution des revenus dans une population.

On considère les revenus, notés (X_1, \dots, X_n) , et supposés indépendants, de n individus de cette population.

1. Déterminer la loi de probabilité du plus bas revenu B_n de ces n individus et l'espérance de cette loi.
2. Montrer que B_n converge en moyenne quadratique et en loi vers une limite que l'on identifiera.

L'exercice 1 fait appel aux connaissances relatives à la loi de probabilité géométrique qui est une loi de probabilité discrète définie sur un ensemble infini dénombrable. Le calcul de l'espérance de gain du joueur mobilise des connaissances sur les séries numériques. L'exercice 2 est relatif à l'étude d'un processus de POISSON. Sa difficulté réside dans l'interférence d'une loi de POISSON, qui est une loi discrète, et d'une loi continue (celle du temps d'attente). Cet exercice, relatif au traitement d'un phénomène sans vieillissement, renvoie à l'étude plus générale de la gestion des files d'attente. L'exercice 3 comporte de

nombreux calculs de plus en plus compliqués. La loi de PARETO est définie au moyen de sa fonction de répartition. La densité de cette loi se détermine à l'aide d'un calcul de dérivée par rapport à la variable x et son espérance, comme sa variance, à l'aide d'un calcul intégral. Cette loi sert ensuite à modéliser une distribution de revenus dans une population. Il est notamment demandé de déterminer la loi de probabilité du plus bas revenu, ce qui nécessite de bien connaître son cours. La dernière question, relative à l'étude des convergences en moyenne quadratique et en loi, mobilise de solides compétences mathématiques.

L'étude de la forme de ce contrôle de probabilités destiné aux élèves ingénieurs de l'ESSIE semble confirmer que l'on n'est plus dans l'initiation probabiliste ou dans le registre de la performance scolaire en mathématiques mais dans le domaine de la haute performance mathématique que nous assimilons à la compétence mathématique. Quelques réserves cependant peuvent être formulées : on reste en effet dans le registre des exercices et non des problèmes, ce qui témoigne de la prégnance de la forme scolaire au sein d'une importante école d'ingénieurs où un contrôle des connaissances est instauré. En effet les élèves ingénieurs de l'ESSIE, comme les étudiants, continuent d'être évalués sur la base d'épreuves écrites. On peut également noter que, comme en BTS, la question de la prise de décision en situation d'incertitude n'est pas abordée dans ces exercices qui, par ailleurs, n'induisent pas l'élaboration d'hypothèses ou de modèles. Ce qu'il y a en amont de l'exercice, comme ce qu'il y a après, n'est pas évoqué. On pourrait repérer ici une certaine réduction de l'écart entre la forme de la formation des techniciens supérieurs et celle des ingénieurs, écart compatible avec la nécessité d'avoir une culture commune, un langage commun même si les probabilités pour les techniciens supérieurs correspondent à un savoir qui était déjà disponible à l'époque de LAPLACE alors que les probabilités pour les élèves ingénieurs se réfèrent non seulement à ces savoirs mais également à la théorie contemporaine de KOLMOGOROV : il y aurait donc un siècle d'écart entre les deux programmes. La référence à un savoir savant relativement pointu, permet certes de mettre à la disposition des élèves ingénieurs des outils théoriques puissants permettant de résoudre des problèmes complexes mais, compte tenu du peu de temps mis à leur disposition pour leur appropriation, il semble pertinent d'interroger l'efficacité d'un tel enseignement. Est-ce qu'une appropriation correcte d'un tel bagage théorique est possible en une vingtaine d'heures ? Est-ce que l'ambition affichée d'un tel programme ne participerait pas de la volonté de permettre aux élèves ingénieurs la construction du sentiment que ce qui leur est enseigné correspond bien à leur rang et à leur niveau de compétence ?

L'écart social entre un ingénieur en électrotechnique et un technicien supérieur en électrotechnique se fonde sur un écart entre deux formes d'enseignement dispensées dans deux institutions aux statuts bien distincts : d'une part, des formations de techniciens supérieurs implantées dans certains lycées d'enseignement technologique de villes moyennes qui concernent des centaines d'élèves engagés généralement dans cette voie à la suite de difficultés à poursuivre des études en filière générale, d'autre part, une formation d'ingénieurs, accueillant des dizaines d'étudiants recrutés sur concours dans une grande école spécialisée située en général dans une très grande ville¹⁶⁹⁹. C'est en distribuant des savoirs et des savoirs-faire dans des formes différentes (initiation et performances parcellisées pour les techniciens supérieurs, instruction et compétences pour les ingénieurs) que ces institutions distribuent également des pouvoirs en légitimant cette distribution : « *L'octroi d'un titre scolaire est en effet un acte juridique de catégorisation légitime, par lequel est décerné l'attribut sans doute le plus déterminant (avec la profession qu'il contribue fortement à déterminer) de l'identité sociale qui, étant toujours - faut-il le répéter ? - différence sociale, distinction, positive ou négative, est indissociable de la discrimination de groupes séparés par des frontières magiques*¹⁷⁰⁰. »¹⁷⁰¹

Conclusion

L'analyse sociologique des rapports entre les formes de distribution différentielle des savoirs probabilistes et les formes de division sociale du travail montre que la formation des techniciens supérieurs se caractérise à la fois par l'initiation à des savoirs et à des savoir-faire permettant une adaptation à des postes de travail comportant, outre des matériels électrotechniques, des outils de contrôle de la qualité et par une soumission au jeu des rapports sociaux de pouvoir dans la gestion du procès de production. Notre étude montre que la forme de cet enseignement ne permet pas aux élèves techniciens supérieurs de prendre conscience du rapport de domination dans lequel leur activité scolaire s'inscrit : elle ne les prépare pas à non plus à l'analyse des rapports sociaux de production¹⁷⁰² qu'ils vont rencontrer au sein d'une entreprise. La forme de cette initiation leur permet certes d'avoir une maîtrise relative sur le réel mais elle limite la maîtrise qu'ils peuvent avoir sur le rapport social qui commande ce rapport au réel. Les techniciens supérieurs n'apprennent pas explicitement à tenir un rôle dans la hiérarchie sociale mais c'est à travers la forme du rapport pédagogique et des limites de ce rapport qu'ils apprennent et incorporent leur

¹⁶⁹⁹ Paris, Toulouse, Grenoble, ...

¹⁷⁰⁰ On retrouve certaines caractéristiques ou fonctions de l'initiation...

¹⁷⁰¹ P. BOURDIEU, *La Noblesse d'État*, op. cit., p.165

¹⁷⁰² à l'exception de quelques heures de cours sur le droit du travail

rôle et ses limites. En formation est évitée toute élucidation susceptible de permettre une prise de pouvoir de l'apprenant sur les conditions dans lesquelles il apprend, sur le sens de ce qu'il apprend, sur l'utilité de ce qu'il apprend, ce qui pourrait expliquer en partie certaines résistances d'élèves. De même, en entreprise, il peut être amené à ignorer ce qu'il produit, à quoi sert ce qu'il produit, comment cela est produit et s'il est possible de produire différemment. L'apprentissage des savoirs mathématiques et technologiques se fait dans le cadre d'un rapport de domination pédagogique qui ne permet pas aux élèves d'avoir une attitude réflexive ni vis à vis des tenants et aux aboutissants de cet apprentissage, ni vis à vis de l'ordre des choses et des choses de l'ordre : leur pratique réflexive n'est souvent réduite qu'à la réflexion sur la pratique d'activités scolaires. L'État éducateur impose une vision du monde et un respect de l'ordre établi : il l'impose davantage par des pratiques éducatives que par des discours. Il dispose en effet du pouvoir de dispenser pendant des années une "culture" scolaire qui se caractérise autant par ce qu'elle dit que par ce qu'elle ne dit pas. C'est en effet à cause de la non-mise en réflexivité sur la forme et le sens des apprentissages que les élèves techniciens supérieurs incorporent une culture de non-(re)mise en question du rapport social de domination dans lequel ils se trouvent. Le rapport de domination réside bien plus dans la forme du rapport pédagogique que dans le contenu diffusé : en ce sens, la forme est bien le fond de cette formation.

Après avoir examiné la nature des tâches imposées en calcul scolaire des probabilités aux élèves techniciens supérieurs en électrotechnique, il nous est maintenant possible d'étudier les diverses formes de rencontre entre ces élèves et cette discipline, formes de rencontre susceptibles de permettre la compréhension la nature de leurs "performances". Ceci est l'objet de la troisième partie de cette thèse.