



Appropriation systémique des innovations technologiques pour la prévention : le cas du contrôle de la poussière dans les exploitations minières de granit

Thèse en co-tutelle
Ecole Doctorale ED 483 ScSo Université Lumière Lyon 2, Doctorat de Sociologie-
Anthropologie
Et
Programme d'Ingénierie de Production, COPPE,
Université Fédérale de Rio de Janeiro

Présentée et soutenue publiquement par :

Renata Wey Berti Mendes
le 27 Mai 2014, à l'UFRJ (Rio de Janeiro)

Directeurs de thèse:
Pascal Béguin, PU Université Lyon 2
Francisco José de Castro Moura Duarte, Professeur UFRJ – COPPE

Rapporteurs : **Alain Garrigou** MCF-HDR Université Bordeaux I
Francisco de Paula Antunes Lima, Professeur, UFMG

Jury : **Valérie Pueyo**, MCF, Université Lyon 2 (tutrice)
Francisco de Paula Antunes Lima, Professeur, UFMG
Alain Garrigou, MCF-HDR Université Bordeaux I
Roberto dos Santos Bartholo Junior, Professeur, UFRJ
Francisco José de Castro Moura Duarte, Professeur, UFRJ
Pascal Béguin, Professeur, Lyon 2

Table de matières

1. Introduction	6
1.1 Structure de la thèse.....	8
2. Appropriation : une innovation pour les modèles de prévention des risques...	9
2.1 De l'appropriation individuelle à l'appropriation systémique.....	9
2.2 Concept de Système de Travail	10
3. Hypothèses.....	11
3.1 Première hypothèse	11
3.2 Seconde hypothèse	11
4. Méthode	12
5. Résultats	13
5.1. Appropriation par les travailleurs	13
5.2. Appropriation par le système	16
6. Analyse des résultats	17
7. Favoriser l'appropriation systémique dans les projets de prévention : une pratique à développer.....	21
7.1 La conduite de projet	22
7.2 Les processus d'appropriation qui se manifestent	25
7.3 Une interrogation sur le travail des préventeurs.....	26
8. Conclusion	27
9. Bibliographie.....	28

Résumé

Basé sur une recherche menée dans le secteur minier brésilien, ce texte défend la nécessité d'une meilleure intégration des propositions faites dans les systèmes de travail afin de contribuer à la prévention de la santé, de la sécurité et du bien-être des employés.

Pour faire face à des effets désastreux sur la santé dans de nombreuses situations, un moyen d'action est de réduire ces effets par des prescriptions normatives. Cependant, une telle approche s'avère inefficace en raison de ses difficultés à prendre en compte les activités du travail et les problèmes de production. La prévention peut alors échouer, en raison de son désaccord avec les stratégies industrielles.

La recherche examine la mise en œuvre d'une norme, puis de solutions techniques autour du principe d'humidification, dont le but a été d'empêcher l'émergence et la multiplication des pneumoconioses dans le secteur de l'exploitation minière au Brésil. La plupart des entreprises ont abandonné l'humidification. Cependant, la recherche a montré que certaines entreprises adoptent avec succès les techniques d'humidification.

Dans ces entreprises, un processus d'« appropriation systémique » apparaît comme étant au cœur de la réussite. L'idée centrale est que l'introduction d'une nouveauté génère un processus au cours duquel un individu produit des ressources pour l'effectuation de sa propre activité (« appropriation individuelle »), mais il peut y avoir également un processus de propagation au sein d'un réseau d'acteurs interdépendants : les autres acteurs du réseau doivent prendre en compte ce changement au niveau de leurs propres activités. Sur base de cette analyse, le texte fera des propositions pour accompagner et soutenir un tel processus de propagation dans les milieux de travail. Car ce dernier est efficient pour tenir ensemble objectifs de santé, de sécurité, et logiques industrielles.

Mots-clés : appropriation, innovation, travail, sécurité, exploitation minière du granite

Abstract

Based on a research carried out in the Brazilian mining sector, the text argues for the necessity of a better integration in work systems of the proposals made in order to contribute to prevent health, safety and welfare for employees.

Facing with deleterious effects on health in numerous situations, one tempting way of action is to reduce these effects through normative prescriptions. However, such an approach can be ineffective due to its difficulties to take into account the work activities and the issues of production. Prevention then can fail, due to its disconnection with the industrial strategies.

The article examines the introduction of a technical solution ("humidification"), whose the purpose was to prevent the emergence and multiplication of pneumoconioses in the mining sector in Brazil. Most of the companies in the field gave up on humidification. However, the research showed that certain companies adopt successfully the humidification techniques.

In these companies, a process named "systemic appropriation" appears as being at the core of the success. The central idea is that the introduction of a novelty generates a process during which an individual produces the resources for the effectuation of its own activity ("individual appropriation"), but there is the need of a propagation process within a network of interdependent actors: the other actors of the network must take this change into account at the level of their own activities. Based on this analysis, the text will make proposals to accompany and support such an efficient propagation process within work settings.

Keywords: appropriation, innovation, work, safety, mining of granite

Resumo

Baseado numa pesquisa feita no setor de mineração brasileiro, o texto argumenta sobre a necessidade de uma melhor integração no sistema de trabalho cuja proposta visa contribuir com a prevenção de saúde, segurança e bem-estar para os empregados.

Em face de inúmeras situações com efeitos deletérios à saúde, um caminho de ação tentador é reduzir esses efeitos através de prescrições normativas. Entretanto, tal abordagem pode ser ineficiente devido às dificuldades de se considerar as atividades de trabalho e as questões de produção. A prevenção pode, então, falhar, devido à sua desconexão com a estratégia industrial.

O artigo avalia a introdução de uma solução técnica (umidificação), cuja proposta era prevenir a emergência e multiplicação de pneumoconioses no setor de mineração no Brasil. A maioria das empresas neste campo, desistiram da umidificação. No entanto, a pesquisa mostrou que algumas empresas adotaram com sucesso as técnicas de umidificação.

Nestas empresas, o processo chamado de apropriação sistêmica apareceu como sendo o núcleo do sucesso. A ideia central é que a introdução de uma novidade gera um processo durante o qual um indivíduo produz recursos para a efetuação de sua própria atividade (apropriação individual), mas existe a necessidade de um processo de propagação dentro de uma rede de atores interdependentes: outros atores da rede de trabalho devem considerar essas modificações no nível de suas próprias atividades. Baseado nessas análises, o texto fará propostas para acompanhar e dar suporte a tais processos de propagação dentro da configuração de trabalho.

Palavras-chave: apropriação, inovação, trabalho, segurança, mineração de granito

1. Introduction

Le début de l'exploitation des roches a représenté une étape importante dans le développement des communes de l'intérieur du Brésil, notamment dans l'état d'Espírito Santo. Les entreprises d'extraction de marbre ou de granit sont apparues à partir des années 70 sans disposer de beaucoup de ressources financières et de manière assez artisanale. Elles sont apparues en remplacement des activités agricoles de la culture du café, qui n'offraient plus de bonnes conditions de subsistance. Mais les hommes d'affaires avaient peu de connaissances sur les processus d'extraction des roches et les travailleurs ne possédaient pas d'expérience. Les organismes publics n'étaient pas encore dotés de législation qui puisse servir de soutien. La croissance s'est donc produite à travers l'apprentissage sur le terrain (*learning-by-doing*) et l'apprentissage à travers l'utilisation (*learning-by-using*).

Le développement de la Région d'Espírito Santo s'est appuyé sur l'extraction minière mais au prix de mutilations et de décès des travailleurs en lien avec des accidents et des pathologies (MOULIN & MINAYO-GOMES, 2008). Selon le DATAPREV (Système d'informations de prévoyance sociale au Brésil), 4740 accidents typiques ont été enregistrés en 2007, 54% d'entre eux s'étant produits dans la région sud-est où cette thèse a été réalisée.

Dans le large éventail des maladies liées au travail dans les mines, les pathologies respiratoires comme les pneumoconioses méritent toute notre attention, non seulement en raison de leur grande prévalence mais principalement en raison de leur gravité potentielle, liée à leur caractère irréversible et incurable. Des études mettent en évidence que les pneumoconioses liées à l'inhalation de poussière dans le secteur minier représentent un grave problème de santé publique (CASTRO, SILVA & VICENTIN, 2005 ; BON, 2006). Mais les pneumoconioses ne sont pas limitées à l'industrie minière brésilienne. Des études sur l'exposition à la silice révèlent qu'elles représentent un grave problème mondial. Aux USA, on estime que 2 millions de travailleurs sont exposés à la silice (NIOSH, 2002). Dans les pays de l'Union Européenne, ce chiffre s'élève à 3,2 millions de travailleurs. L'Allemagne en comptabilise 1 million et le Royaume Uni 590.000 (KAUPPINEN, TOIKKANEN, 2000). Le Brésil est cependant un pays qui est massivement concerné. Les estimations (uniquement fondées sur des projections du secteur formel) indiquent un chiffre approximatif de 6 millions de travailleurs potentiellement exposés, ce chiffre ayant augmenté de 1.525.182 en 1985 à 2.065.935 en 2001 (RIBEIRO, 2010).

Le développement du secteur d'extraction minière au Brésil a donc été accompagné de nombreux accidents et d'importantes maladies liées au travail, jusqu'à ce que la décision soit prise d'élaborer un cadre réglementaire destiné à contrôler cette situation désastreuse.

C'est en 1978 qu'a été pris le premier arrêté du Ministère du Travail et de l'Emploi (MTE) établissant la Norme Réglementaire pour la Sécurité et la Santé Occupationnelle de l'Exploitation Minière (NR22). Nous nous sommes particulièrement intéressés à la dimension de la norme relative au contrôle du taux de poussières aux postes de travail et dans les voies de circulation (en vue d'éviter les silicoses et autres maladies respiratoires). Une norme à caractère obligatoire qui impose la mise en place d'un principe innovateur pour le secteur : l'humidification.

Le processus d'humidification permet de prévenir les pneumoconioses des travailleurs et les habitants des communautés voisines aux mines exposés. En effet, la pulvérisation d'eau permet l'agrégation de la poussière et empêche ainsi son inhalation.

Mais malgré la norme NR22 de 1978, on a constaté que jusqu'en 1997, les entreprises du secteur n'avaient rien fait pour se conformer à la législation. Aussi, en 1998, le Ministère du Travail et de l'Emploi (MTE), les syndicats patronaux, le syndicat des travailleurs et le Fundacentro ont organisé un groupe de travail pour débattre et chercher des solutions, donnant ainsi naissance au Programme National d'Élimination de la Silicose (PNES). Ce groupe est parti de l'objectif « taux zéro de poussière » et a surtout débattu l'étiologie et l'importance des pathologies professionnelles en question.

Par la suite, en 2002, les agents d'inspection du travail ont constaté, une fois de plus, que rien n'avait été fait. Après des négociations tripartites entre les syndicats patronaux, les travailleurs et les organes d'inspection, cinq années supplémentaires ont été concédées pour que les entreprises puissent adapter leurs systèmes de prévention de manière générale et parmi ceux-ci, celui de l'humidification. Après le délai de cinq ans, le syndicat des travailleurs, selon des interviews réalisées avec leurs dirigeants, a procédé à des dénonciations qui ont conduit à 60 actions civiles publiques instaurées par le Ministère Public du Travail (MPT). Et c'est seulement à partir de 2007 que les systèmes d'humidification ont commencé à apparaître dans le secteur.

Ce qui attire notre attention dans cette histoire, c'est la grande distance que la norme présente par rapport au travail réel. L'activité de l'opérateur disparaît pratiquement, la prescription du travail n'apparaît même pas. La logique industrielle échappe également aux normes qui mentionnent pourtant des règles de fonctionnement matériel ou des types d'équipements nécessaires.

Ces réglementations et normalisations sont, sans doute, un point d'importance dans l'histoire de l'extraction minière et elles apportent également des contributions pour la sécurité dans l'extraction des roches ornementales. Cependant, les entreprises présentent toujours des difficultés à s'adapter à ces normes, tant au niveau technique qu'au niveau de la gestion (FARIA, 2008).

Les pathologies professionnelles révèlent des réalités du travail et du système à considérer plus complexes que ce que parvient à saisir une vision réductionniste de la prévention basée uniquement sur des normalisations, comme si les problèmes sociaux pouvaient être résolus uniquement de façon judiciaire et normative. Cette vision a soulevé des réactions face à la réalité existante qui, pour être comprises, exigent des analyses basées sur différents domaines de connaissance. Toutefois, les organisations ne sont pas préparées à transiter dans ces domaines multidisciplinaires. Ce que l'on trouve ce sont des pratiques qui s'établissent de manière standardisée et qui ne sont pas suffisantes pour promouvoir la sécurité et la prévention.

Mais cela expliquerait-il un retard de 29 ans entre la publication de la norme en 1978 jusqu'à l'implantation effective de l'humidification en 2007 ? Pour les représentants des autorités d'inspection (MTE et MPT), ce retard est dû à un problème de culture des employeurs « *qui est résistante à la réalisation d'investissements lorsque c'est seulement la prévention et non la production qui est en jeu* » (extrait d'un entretien avec l'auditeur MTE). Les employeurs, d'autre part, estiment que les normes exigent des investissements

financiers qui n'offrent pas, ou génèrent peu, de retombées en termes de bénéfice (verbatim d'un propriétaire).

Faria (2008) argumente que les entreprises éprouvent des difficultés à intégrer les normes de sécurité et les dispositifs techniques et de gestion qu'elles imposent. Mais cette constatation d'une disjonction entre les éléments de sécurité et de production doit être complétée par d'autres observations. De fait, nous pouvons constater que ces positions représentent, d'une certaine manière, les deux faces d'une pièce de monnaie qui opposent les objectifs de prévention aux objectifs de production, excluant tous deux ce qui concerne le travail (particulièrement l'activité) et les évolutions du travail provenant de l'introduction d'une norme et d'un système de prévention. Système qui aura été pointé, depuis le début, dans son « esprit », c'est-à-dire sans qu'il ne présente aucune possibilité de solution, ni même la spécification d'un artefact en particulier – et encore moins d'organisation de travail ou de formation de travailleurs. Rien de cela n'aura été discuté, ni analysé. En clair, l'importance de l'humidification a bien été discutée mais les chemins nécessaires pour trouver le « comment faire », avec l'humidification auront été complètement négligés.

En contribuant à ce débat sur la difficulté d'implantation des projets de prévention, nous avons trouvé dans la littérature d'autres positions pour comprendre le manque d'investissements en termes de santé et de sécurité. Les difficultés techniques et économiques des employeurs (particulièrement pour les plus petites entreprises) à respecter la législation ont ainsi été soulignées par Dwyer (2006), Capitani (2006) et Faria (2008). Capitani (2006), Almeida et Jackson Filho (2007) et Garrigou (2011) évoquent également le manque de préparation des professionnels en termes de sécurité et de santé du travailleur. Ils sont formés, dans des écoles techniques, avec un abord centré sur le comportement « sécurisé » du travailleur et basé sur des pratiques de check-list des conditions non sécurisées. Cette vision réductionniste aura été un empêchement pour le développement de programmes efficaces de prévention au sein des entreprises. Par ailleurs, le manque de mobilisation des travailleurs et leurs organisations pour la défense de la santé au travail, l'insuffisance des instruments normatifs et la défaillance des agences publiques responsables de l'inspection et de la surveillance des environnements de travail ont été largement discutés par divers auteurs (VILELA, RICARDI et IGUTI, 2001; MINAYO-GOMES & LACAZ, 2005; LIMA, 2009; RIBEIRO, 2010; VILELA, ALMEIDA, MENDES, 2012, VILELA, ALMEIDA *et al*, 2013).

Face à ce contexte historique, notre objectif est d'étudier le processus d'implantation du processus d'humidification, ses difficultés et ses différents développements dans le secteur de l'extraction et du traitement du granite, visant à l'élargissement de la connaissance des médiateurs culturels qui imprègnent les innovations technologiques, les activités de travail qui en découlent et la prévention des accidents et des maladies du travail.

1.1 Structure de la thèse

La thèse est organisée en huit chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons cherché à présenter la situation du secteur minier du granite au Brésil, les taux de fréquence des accidents et des maladies professionnelles (notamment les pneumoconioses et silicozes dues à l'inhalation de poussières de silice).

Ensuite, la norme NR22 du Ministère du Travail et de l'Emploi de 1978 obligeant l'humidification comme moyen de contrôle de production et dispersion de la poussière est commentée. Et finalement les difficultés pour implanter l'humidification sont présentées conformément à ce qui a été évoqué par les entreprises, les agents de prévention de l'État et la littérature.

Dans le chapitre 2 nous avons procédé à la présentation de notre problématique de recherche et de nos hypothèses. L'introduction d'un dispositif technique de prévention peut perturber une situation de travail, causant ainsi des désordres. Ces effets révèlent des dimensions du système de travail qui ont été négligées lors de la conception de la norme et de sa mise en œuvre. Ils s'accompagnent parfois de reconfiguration du système de travail.

Mais ces perturbations du système ne sont pas vécues passivement par les salariés. Il y a eu phénomène d'appropriation individuelle, mais aussi un processus d'appropriation systémique qui permet de tenir ensemble objectifs de production, stratégie industrielle et objectifs de prévention. Cette appropriation systémique a pu être implantée quand des dialogues se sont instaurés entre les salariés, les agents de prévention et les ingénieurs.

Dans le chapitre 3, nous avons cherché à explorer les courants théoriques qui ont servi d'appui pour affirmer i) que l'homme contribue à la sécurité et à l'atténuation des risques et ii) que lors d'une innovation, il s'approprie le nouvel instrument introduit. Sur ce point, nous avons particulièrement été attentifs au concept d'appropriation traité diversement au niveau cognitif, en termes d'incorporation et d'enculturation.

Le chapitre 4 a été dédié à la description de la méthode utilisée dans cette recherche. Dans celui-ci ont été identifiés le lieu d'étude, la population, les différentes procédures méthodologiques exigées par une telle recherche.

Dans le chapitre 5, nous présentons les résultats obtenus. Ainsi, au point 5.1, les désordres que l'humidification a provoqués dans le système ont été montrés et discutés, ainsi que les chemins de leur résolution via un processus d'appropriation du sujet face à l'objet technique ; dans le point 5.2, l'accent a été mis sur la propagation de cette appropriation à tout le système de travail.

Dans le chapitre 6, une discussion théorique est conduite faite la conceptualisation de ce que nous appelons, l'appropriation systémique. Celle-ci étant considérée comme une nécessité du système à se modifier en termes d'objectifs de temps de production, de qualité, de gestion des nouveaux risques, de gestion des ressources humaines, etc.

Dans le chapitre 7, nous abordons la question de savoir comment ce processus pourrait avoir été facilité et présentons un apport théorique sur l'idée de concevoir pour l'appropriation.

Dans le chapitre 8, sont enfin présentées les conclusions qu'il a été possible d'atteindre avec cette recherche, en articulant le problème qui l'a motivée et les hypothèses avancées.

2. Appropriation : une innovation pour les modèles de prévention des risques

2.1 De l'appropriation individuelle à l'appropriation systémique

De nombreuses études sur le concept d'appropriation ont été réalisées, notamment en France, afin démontrer l'importance de considérer l'appropriation comme une étape du processus de production, principalement pour garantir le succès de l'innovation

(ZOUINAR, HARADJI, *et al.*, 2011; BANNON, 2011, HARADJI, *et al.*, 2011; THIBAUT, MERLIN, *et al.* 2013).

Les principales contributions de cet abord par l'appropriation sont les suivantes :

- a) Pour que l'implantation d'une nouvelle technique dans son espace soit efficace, elle doit trouver des points d'ancrage dans un milieu culturel, cognitif et social qui lui soient favorables, et qui puisse être remis en mouvement par l'objet technique (BÉGUIN, 2004).
- b) L'appropriation recouvre plusieurs facettes possibles : d'une part, l'évolution des manières de faire et de penser mobilisées par les travailleurs en contact avec la nouveauté technique ; d'autre part, l'évolution et la différenciation de l'objet introduit (BÉGUIN et RABARDEL, 2000 ; RABARDEL & BOURMAUD, 2003 ; FOLCHER & SANDER, 2005).
- c) Au cours du temps, on peut parfois observer une genèse professionnelle qui concerne le développement de certains instruments (entité composée par l'artefact et par les composantes liées à l'action), mais également des compétences et des conceptualisations (BÉGUIN, 2007).

Ces travaux sont importants pour comprendre comment se passe l'appropriation individuelle, dans le face à face qui se joue entre l'opérateur et l'artefact ou un ensemble d'artefacts. Pour les courants qui étudient la conception de nouveaux outils de travail, de nouveaux équipements et de nouveaux systèmes de production, ces apports sont essentiels et répondent à la demande pour comprendre comment se passe l'utilisation par l'utilisateur final de l'instrument au niveau individuel. Cependant, ces théories s'arrêtent à ce niveau. Mais pour envisager l'appropriation dans le domaine de la prévention, il faut aller au-delà.

L'appropriation individuelle existe mais n'est pas suffisante. Il faut conceptualiser un second plan que nous avons appelé « appropriation systémique » et qui concerne moins l'activité que le système de travail. Cette idée vise à se concentrer sur la dimension collective de l'appropriation (MENDES, PUEYO *et al.* 2012). C'est un processus de propagation et d'ajustement qui rend la transformation et la recomposition du « système de travail » (et il s'agit d'un système hybride, il comprend des acteurs, mais également des outils, des processus, etc.).

2.2 Concept de Système de Travail

Le concept d'approche ou de pensée systémique a été développé par des auteurs de différents domaines de connaissance. Les plus importants ont été BERTALANFFY (1975) dont les études ont été publiées entre 1950 et 1970, concernant l'administration ; toujours dans l'administration, mais plus actuellement nous trouvons CHIAVENATO (2000) qui parle de l'abord systémique ; MATURANA & VARELA (1995) et VASCONCELOS (2002) qui développent le concept de pensée systémique dans la psychologie et dans l'éducation ; et LEVENSON (2005) et ALMEIDA (2006) dans le domaine de la santé du travailleur.

Pour tous ces auteurs, ce qui est fondamental dans l'idée de système est la relation dynamique entre les différents éléments inter-reliés et interdépendants qui le composent, ce qui diffère de la méthode scientifique traditionnelle basée sur la réduction analytique

qui étudie les parties du système de manière isolée, comme si son fonctionnement ne dépendait pas d'autres éléments (ALMEIDA, 2006).

Les concepts fondamentaux de système sont : l'interaction (causalité non linéaire, comme l'effet du battement d'ailes d'un papillon au Brésil, qui engendre un ouragan sur une autre partie du monde); la totalité ou la globalité (l'ensemble des éléments n'est pas réductible, le tout est supérieur à la somme des parties); les organisations du système, derrière un désordre apparent se trouve un ordre plus complexe que celui qui est visible.

La première fonction d'un système est sa propre conservation : stabilité et état constant. Une des caractéristiques qui fonctionne est qu'ils sont tous dans un état de déséquilibre potentiel dans la mesure où il n'arrête pas d'échanger de l'énergie avec son environnement.

Les entreprises du secteur ne sont pas ce que Perrow (1999) a nommé une organisation complexe avec des interactions strictement interdépendantes caractéristiques des entreprises de processus continus, comme les industries pétrochimiques et les usines nucléaires. Mais lorsque nous analysons le processus d'appropriation que le système a dû faire avec l'introduction de l'humidification, les interdépendances existantes entre les éléments du système deviennent évidentes. C'est l'appropriation et les dimensions intégrées qui révèlent les dimensions du système en question.

3. Hypothèses

3.1 Première hypothèse

L'implantation d'une innovation peut parfois avoir des conséquences et des effets qui sont négatifs, mais ces effets ont le potentiel de révéler ce qui aurait peut-être été négligé et aurait dû être considéré dans le système de travail.

Face à ces perturbations du système de travail, les opérateurs ne restent pas passifs. Ils essaient de trouver des solutions pour continuer la production, que ça soit en rejetant l'innovation lorsqu'elle est très discordante avec le système (objectifs, matériaux, processus de travail, espace, temps de production, qualité du produit, confort), ou en intégrant le nouveau dispositif, ce qui suppose un processus d'appropriation.

Cette appropriation se produit également à un autre niveau et pas uniquement dans un face à face entre l'opérateur et l'artefact. Elle se passe également au niveau systémique et dans la recomposition de ses éléments.

3.2 Seconde hypothèse

L'appropriation systémique est facilitée lorsqu'elle se produit dans un processus d'échanges et de dialogues entre les travailleurs et les agents de prévention autour d'un dispositif technique et pas seulement quand la prévention est basée sur un principe.

C'est ce processus qui permet la discussion des problèmes qui ont surgi avec l'innovation et l'échange d'informations qu'ils peuvent générer : des altérations dans les dispositifs ; des nouvelles simulations ; des tentatives d'utilisation ; la détection de nouveaux

problèmes ; la re-conception ; des nouveaux tests ; jusqu'à parvenir à un résultat satisfaisant tant en termes de santé et de sécurité qu'en termes de production.

4. Méthode

La recherche a été développée dans six entreprises d'extraction et de traitement du granit localisées dans l'état d'Espírito Santo (ES), qui est le principal producteur de ce matériau, et dans lesquelles il y a eu l'implantation du contrôle de la poussière par humidification.

S'agissant d'une recherche qui impliquait la volonté de comprendre comment s'est produit un processus déjà finalisé, nous avons choisi d'associer différentes méthodologies de recherche. Plus particulièrement, la recherche a été menée en deux temps.

Dans un premier temps, des interviews semi-directives basées sur la méthode MAPA – Méthode pour l'Analyse et la Prévention d' Accidents (ALMEIDA & VILELA, 2010) ont été réalisés avec des travailleurs, des gestionnaires, des préventeurs et des propriétaires d'entreprises. Le but : i) comprendre comment les systèmes de travail ont été organisés au cours du temps après l'introduction de l'humidification, de manière à retrouver en détails les changements survenus durant l'implantation de l'innovation et ii) comprendre comment elle peut avoir provoqué l'apparition de nouveaux risques et même être à l'origine de certains accidents.

Les données relevées jusqu'à cette étape ont permis de construire une analyse chronologique de l'implantation de l'humidification, ce qui a permis de savoir quels ont été les différents problèmes rencontrés et, à l'aide de ceux-ci, révéler des aspects du système organisationnel. Un tableau a été établi pour définir les acteurs impliqués, leur point de vue, le modèle utilisé pour traiter les questions qui survenaient et les ressources qu'ils possédaient.

Ces données ont été complétées de manière chronologique, depuis l'apparition de la norme d'humidification, en passant par les premières actions pour l'implantation du système humide, jusqu'au moment où la recherche s'est développée en 2010. Les problèmes, les solutions et les difficultés survenus ont été recueillis auprès des interviewés. Les points concernant ceux qui font face aux difficultés et les ressources mobilisées dans l'identification ou l'implantation de la solution, ont été complétés après analyse des données obtenues dans les interviews ou dans les observations systémiques suivies d'auto-confrontations et de validations. L'objectif a été d'identifier comment l'implantation de la nouveauté technique pour la prévention s'est produite au cours des années, qui l'a gérée, pour qui cela a représenté des difficultés, quels éléments ont été modifiés et comment s'est produite la recomposition du système.

Dans un deuxième temps, il a été procédé à l'observation systémique, selon la méthode de l'Analyse Ergonomique du Travail (AET) (GUÉRIN, LAVILLE, DANIELLOU *et al.*, 2004), des principales activités qui ont été modifiées avec l'humidification, à savoir: perforation avec équipement hydraulique et pneumatique ; opérations de chargeuses ; et de fil diamanté dans les unités d'extraction ; de machine multi-fils, ponçages et polissages pneumatiques dans les unités de traitement. Ces observations ont permis une plus grande proximité avec le travail réel, la connaissance des modes opératoires habituels et la façon dont les opérateurs font face aux variabilités.

Cette méthode a permis de comprendre la complexité du travail d'extraction et du traitement du granit dans les mines visitées, de collecter des données sur l'état du travail avec l'humidification et d'observer les différences entre les entreprises, étant donné qu'elles sont à différentes étapes du processus d'implantation de l'humidification et utilisent donc des techniques et des outils également différents. Il a été enfin possible d'identifier les dimensions de l'organisation et les conditions de travail, ainsi que les dynamiques singulières et collectives qui déterminent et conditionnent les situations de travail, en plus de la conduite de projet réalisée ou non par les entreprises et le rôle des agents de prévention.

Les techniques d'auto-confrontation (THEUREAU, 2010) essentielles dans la méthodologie de l'AET ont été réalisées depuis le début de la recherche individuellement et/ou en groupe (8 groupes de 3 à 15 personnes) pour une meilleure explication et compréhension de ce qui a été observé du travail réel dans les entreprises visitées. Des films enregistrés avec les travailleurs en train de réaliser leurs activités et des annotations journalières ont été fournis lors des rencontres d'auto-confrontation. Ce moment a été fondamental pour débattre les appropriations au sujet de l'humidification et pour l'éclaircissement des doutes que le chercheur possédait ou des erreurs d'analyse qu'il aurait commis.

Pour valider les données obtenues dans les interviews, les résultats et les conclusions préliminaires ont été présentés aux interviewés, en leur demandant qu'ils évaluent non seulement la précision mais également la pertinence des informations. Étant donné la présence de concordances, rejets ou corrections, le consensus a été considéré comme un critère pour la validation (ALVES-MAZOTTI et GEWANDSZNAJDER, 1999 ; BAUER et GASKELL, 2003).

5. Résultats

5.1. Appropriation par les travailleurs

Les résultats seront présentés séparément pour le secteur d'extraction de roches et pour celui du traitement car ce sont des processus de production assez distincts.

Dans l'extraction

Dans le secteur de l'extraction de granit, la première alternative pour résoudre la question de la poussière dans les environnements de travail a été l'introduction d'une hotte, qui a provoqué plusieurs désordres comme : la poussière continuait à être dispersée dans l'environnement après évaporation de l'eau ; la difficulté d'identification du tuyau à air comprimé : l'empêchement de la visualisation de l'aplomb de la perforation ; de l'eau qui coule dans les trous de forage ; des tiges coincées dans les trous ; une perte de matériel et de temps ; la non acceptation de cette solution par l'inspection.

Pour faire face aux difficultés créées par la hotte, les travailleurs ont utilisé quelques stratégies importantes.

Pour l'identification du tuyau du marteau-piqueur au moment de le débrancher de la pompe à air comprimé, les travailleurs suivaient le tuyau en le tenant ou seulement de

manière visuelle. Mais ils racontent que cette solution n'était pas très efficace et qu'ils débranchaient très souvent le mauvais tuyau.

Quant à la difficulté de visualisation du point pour commencer la perforation et l'aplomb à être maintenu, l'alternative était : de retirer la hotte, pour commencer une perforation car il y a une marque dans la roche qui indique là où le trou doit être fait, et, après avoir foré quelques centimètres, de replacer à nouveau la hotte. Quant au problème de l'aplomb, ils réorganisaient le travail en désignant un opérateur du marteau-piqueur plus expérimenté (appelé passeur), qui faisait les premiers 3,20 m de chaque trou. Il le faisait calmement, en arrêtant pour vérifier l'aplomb, en évitant toujours que l'eau ne coule dans les trous. Il laissait la tige et faisait un autre trou jusqu'à 3,20 m à côté (près de 15 cm à 20 cm) en utilisant la direction du premier comme référence. Il faisait cela dans tous les trous de la planche, c'est-à-dire près de 10 à 15 trous pour une planche de 20 cm de longueur. C'est une activité de grande responsabilité car une petite différence de centimètres dans l'aplomb de la tige au début peut, après 40 m ou 60 m de profondeur, signifier la perte du bloc ou beaucoup de difficultés dans la séparation de celui-ci. À partir de 3,20 m de profondeur jusqu'à près de 40, 60 m ou plus, ce sont d'autres opérateurs du marteau-piqueur qui continuaient le forage. Selon les opérateurs du marteau-piqueur, après 3,20 m il n'est plus possible de perdre l'aplomb, il est cependant plus difficile de retirer la boue si elle se forme.

De toute façon, le problème de l'eau qui coule dans les trous et la boue qui retient la tige de perforation peut se produire durant n'importe quelle étape du forage. La stratégie pour faire face à cette difficulté a été de créer, avec de la terre, des barrières pour l'eau, de manière à dessiner un « chemin » par où l'eau peut couler sans atteindre les perforations.

En ce qui concerne la poussière qui continuait dans l'environnement après le séchage, les travailleurs n'ont pas trouvé d'alternatives pour les tiges qui restaient coincées dans les trous, pour la perte de matériel et de temps et la non-acceptation de cette solution par l'inspection.

Ce fut donc l'entreprise qui a changé la technique utilisée, en introduisant deux aiguilles dans le marteau-piqueur pneumatique. Ce qui a généré d'autres nouvelles difficultés telles que : la projection d'eau sur le corps des travailleurs et sur le lieu de travail ; l'endurcissement de la boue dans les trous ; des tiges qui restaient dans les trous ; la perte de matériel et de temps ; la nécessité d'avoir de l'eau en abondance.

Pour éviter l'accident dû à la projection d'eau dans les yeux, les travailleurs plaçaient un morceau de caoutchouc ou le pied à la sortie d'eau, cherchant à diriger le jet d'eau dans une autre direction de manière à éviter que l'eau ne les atteigne ou n'atteigne les collègues.

L'excès d'eau sur le sol le rendait glissant. L'entreprise a donc acheté de nouveaux types de chaussures spéciales avec une semelle antidérapante mais c'est surtout une bonne position corporelle et l'équilibre du propre travailleur qui évitait qu'il ne glisse et ne tombe.

Quant aux tiges qui restaient coincées dans les trous, les travailleurs ont commencé à discuter entre eux à la recherche de solutions. Certains préféraient faire une perforation complète à chaque trou, ce qui veut dire qu'ils perforaient en changeant de tige tous les 0,80 m jusqu'à la profondeur exigée qui peut être de 10, 20, 40 ou 60 m, selon la prescription verbale du responsable. Mais faire cela a un coût physique important. Durant

la perforation, il faut de la pression sur le marteau-piqueur pneumatique pour qu'il ne tremble pas trop et fonctionne de manière plus efficace. Pour cela, on place des « boucles » de 30 kg sur les deux extrémités du marteau-piqueur, mais retirer les tiges tous les 0,80 m signifie soulever deux poids de 30 kg chacun, plus 28 kg du propre marteau-piqueur. D'autres travailleurs préfèrent faire une séquence de cinq trous en laissant les tiges dedans et augmenter la profondeur à chaque passage : ils évitent ainsi le coût physique, mais courent le risque que la tige ne reste coincée dans la boue et il faut donc retirer la boue qui reste dans les trous. Un travailleur plus expérimenté connaissait la technique consistant à injecter de l'air comprimé dans les trous pour retirer les déchets de poudres noires « feu en défaillance » et a commencé à l'utiliser pour retirer la boue. Ils injectent donc de l'air comprimé à chaque perforation de 0,80 m et cela donne un bon résultat.

Dans le traitement

Les travailleurs des entreprises de traitement font face à une première difficulté importante imposée par l'introduction de l'humidification dans les processus de travail : visualiser les traçages qui s'effaçaient au contact de l'eau et de la boue. Pour résoudre ce problème, ils ont fait des simulations en variant la quantité d'eau depuis le début de la coupe, de manière à ce que la boue ne reste plus sur la pièce. Cette solution a bien amélioré le travail, bien qu'elle ait introduit deux autres nouveaux problèmes : le risque de recevoir de l'eau projetée dans les yeux et le fait que l'eau efface le traçage. Pour faire face à ces perturbations, ils ont commencé à utiliser un stylet de manière à ce que le traçage puisse être perçu en passant les doigts dessus. Avec le temps, ils ont de moins en moins utilisé la vue et ont commencé à utiliser le toucher. À un certain moment, ils n'ont même plus utilisé le toucher car ils avaient déjà mémorisé le traçage sans avoir besoin de le consulter tout le temps.

Un autre risque introduit avec l'humidification a été celui de la décharge électrique. L'entreprise Benegram a investi dans des vêtements de travail qui empêchaient que le travailleur ne soit mouillé mais cela a également engendré des difficultés dans la gestuelle des travailleurs car le tablier s'accrochait à la plaque de granit mouillée. Les travailleurs ont donc commencé à développer de nouvelles gestuelles de manière à éviter le contact du tablier avec la pièce, par exemple, faire la coupe avec les bras plus tendus, ce qui a provoqué des douleurs et a aggravé le risque de LATR (Lésions Attribuable au Travail Répétitif)/TMSLT (Troubles Musculo-Squelettiques liés au Travail). Mécontent de la qualité des tabliers, le SESMT a sollicité l'achat d'autres tabliers plus lourds qui ne s'accrochaient plus à la pièce.

Les travailleurs ont commencé à enrouler des morceaux de caoutchouc sur l'outil, mais cette mesure de protection empêchait le refroidissement de la machine. S'ils retiraient le caoutchouc, l'eau entraînait dans le moteur de la machine, souvent avec de la boue (de la poussière de granit) et cette saleté était également une cause d'usure du moteur, en plus des décharges électriques.

Dans l'entreprise Benegram, le tablier a diminué l'incidence des accidents de décharge électrique (selon le technicien de sécurité de l'entreprise) mais ne l'a pas résolu. Dans les autres entreprises, les accidents étaient assez fréquents (selon le récit des propriétaires et des travailleurs). Les travailleurs ont commencé à adopter des postures corporelles pour éviter d'être mouillés et éviter que l'eau « éclaboussée » par le ventilateur de la machine

ne les atteigne. Pour ne pas subir de décharge électrique, par exemple, ils cherchaient une bonne position par rapport à la pièce pour mieux la tenir et visualiser le traçage, ils ont ensuite commencé à se positionner par rapport au vent et à l'outil, en gardant des distances par rapport à l'eau projetée.

En ce qui concerne le contrôle de qualité du polissage, l'appropriation nécessaire a été presque exclusivement cognitive. La perception du polissage qu'ils avaient avant l'humidification était basée sur le volume de poussière. Développer une autre manière de garder le contrôle de la qualité du polissage fut un des problèmes qui a pris le plus de temps à résoudre. Les entreprises Benegran et Benemed possèdent une machine qui fait le polissage automatiquement, le travailleur ne fait qu'observer et piloter la machine. Dans cette opération, la pression et le temps pour obtenir le bon polissage sont déjà calculés mais chez Benemed il existe encore le polissage manuel, lorsque la machine ne répond pas à la demande. Chez Benepaq, il est exclusivement fait de façon manuelle. C'est seulement le travailleur plus expérimenté qui parvient à obtenir la brillance avec un unique passage, c'est-à-dire sans devoir retravailler la pièce. C'est un exemple d'appropriation cognitive.

Une autre difficulté importante a été la manipulation du nouvel outil pneumatique qui, étant plus léger et fonctionnant à air comprimé et non plus à l'électricité, a exigé toute une nouvelle gestuelle des travailleurs. Les travailleurs se sont appropriés la machine, ont appris les nouveaux gestes et les modes opératoires, mais rien ne pouvait résoudre le problème du retard dans la production.

5.2. Appropriation par le système

L'apparition de la norme a eu lieu en 1978, mais c'est seulement en 1997 qu'ont commencé les actions de la part des institutions de l'état pour le contrôle et le respect de l'exigence d'humidification. Il a été constaté que jusqu'à cette année, rien n'avait été implanté et le processus était encore fait à sec avec l'émission de poussières de silice.

En 2005, dans les unités d'extraction de granit, la technique de hotte a été implantée et plusieurs problèmes ont surgi comme nous l'avons déjà abordé. L'important à souligner ici est ce que ces problèmes révèlent sur le système. Des nouvelles tâches ont été exigées comme : le nettoyage des filtres de la perforatrice hydraulique, l'exigence de force et d'organisation du travail avec plus d'un opérateur pour retirer les tiges coincées, l'augmentation du temps de production, de nouveaux risques et la fatigue physique et mentale des travailleurs. Et finalement, après l'inspection, cette technique a été interdite car il a été vérifié qu'il était possible de retirer la hotte et de réaliser la perforation à sec, comme antérieurement (ce qui se produisait effectivement) et par ailleurs que de la poussière était émise au moment du nettoyage du filtre. Les autres désordres du système n'ont pas été abordés par l'inspection.

Toujours dans l'extraction, en 2007, la hotte a été abandonnée et les salariés ont commencé à travailler avec le marteau-piqueur pneumatique à deux aiguilles (une à eau et une à air). Les autres désordres dans le système, les pertes de matériel ont continué à se produire, les tiges ont continué à coincer, augmentant le temps de production. Pour faire face à ce désordre, il fallait réorganiser à nouveau le travail en équipes, l'inconfort a continué en raison de l'environnement humide, de la projection d'eau et de la difficulté de récupérer les tiges coincées. Cette alternative a été bien acceptée par l'inspection mais lorsque l'entreprise a comptabilisé les dommages en perte de matériel et en temps de production, elle a décidé de reconcevoir le dispositif et a sollicité une seule aiguille à eau et la mise sous pression de cette eau.

En 2008, après la nouvelle altération dans l'outil, tout le système s'approprie, le temps de production antérieur est rattrapé, les tâches interdépendantes se sont également appropriées en développant de nouveaux modes opératoires, la nouvelle manière de travailler en équipe maintenue. Cette altération dans l'outil et dans le système a été bien acceptée par l'inspection, les techniciens de sécurité de l'entreprise, les travailleurs et la gestion de production.

Pour les entreprises de traitement, les institutions de l'État ont également commencé à exiger et à inspecter l'exécution de la norme par humidification à partir de 1997. Mais les actions ont seulement débuté à partir de 2007, 10 ans plus tard.

Les premières tentatives ont consisté en l'adaptation simple d'un tuyau d'eau mais les divers désordres provoqués ont également été sentis par le système (perte d'outil, augmentation du coût de production). Cette alternative n'a pas été approuvée par l'inspection, ni par les travailleurs en raison des décharges électriques.

L'adaptation faite par les fabricants de ponceuses continuait à produire des décharges électriques, mais ce n'est pas l'unique désordre comme cela a déjà été présenté. Cette technique a exigé que le système « s'approprie », en modifiant le temps de production, en réalisant plus d'entretiens, en augmentant à nouveau les coûts de production et en altérant les techniques pour maintenir la qualité du produit.

Avec la technique de l'outil pneumatique, les risques de décharge électrique ont cessé et l'opérateur a dû modifier son schéma d'utilisation de l'outil, ce qui s'est traduit par l'appropriation, mais ce n'est pas uniquement au niveau individuel que les choses se sont jouées. Le temps de production a dû être étendu, l'horaire de fonctionnement de l'entreprise élargi (plus d'équipes), les effectifs ont augmenté, il a fallu des investissements financiers dans l'installation du système à air comprimé. Ainsi, la « seule » appropriation de l'opérateur face à l'artefact n'a pas été suffisante pour le succès de l'implantation de l'eau dans le contrôle de la poussière.

6. Analyse des résultats

Dans les deux cas, tant dans l'extraction que dans le traitement du granit, il est possible de noter que l'appropriation s'est faite à partir de la genèse instrumentale ; via l'assimilation corporelle au niveau des gestes et des postures, mais également au niveau cognitif, notamment dans la mémoire des traçages et des plans d'action et encore au niveau affectif de par la colère face aux difficultés, la frustration des perturbations, et la satisfaction lorsque finalement une bonne solution a été trouvée ; au cours du temps, cela s'est traduit dans une inscription symbolique et culturelle au sein du collectif où

l'introduction de l'humidification s'est produite ; mais le succès s'est produit grâce à l'appropriation que le système a fait de l'innovation, en modifiant les tâches interdépendantes, la qualité, le temps de production, le matériel, la sécurité, l'effectif, les fronts d'activité, etc.

L'appropriation peut être définie comme un processus durant lequel un nouvel artefact, un nouveau dispositif ou une nouvelle procédure trouve « des normes antécédentes » (SCHAWRTZ, 2001), « des mondes professionnels » déjà constitués (BÉGUIN, 2010) avec leurs dimensions de praxis ou manières de faire (PERRIN, 2004), concepts ou manières de penser (GESLIN, 2001) et parfois les valeurs qui préexistent à l'introduction de la nouveauté, mais que cette dernière mettra en mouvement. À présent, nous savons que face à ces processus de destruction/reconstruction, l'utilisateur n'est pas passif. Il réalise des apprentissages qui le conduisent soit à modifier ses manières de faire et de penser, soit à agir sur les ressources techniques qui sont à sa disposition, conformément à la notion d'activité constructive introduite par BÉGUIN & RABARDEL (2000). Les sujets ont développé les activités avec une finalité constructive : l'élaboration de leurs instruments (dans leurs composantes psychologiques et matérielles) et plus largement des ressources (compétences, conceptualisation, représentation...) et des conditions de leur activité productive.

L'appropriation est avant tout décrite dans la littérature comme un processus individuel. Même pour les auteurs qui cherchent à développer un abord sociocognitif tel que ROGOFF (1993), l'appropriation garde une coloration qui remonte au niveau individuel que l'auteur appelle d'appropriation participative, et qui se produit lorsqu'un individu modifie son activité en y participant. Cette vision individuelle conduit à des idées fragiles. Dix (2007) n'appréhende par exemple pas l'appropriation au sein du collectif, mais uniquement sous un angle qu'il appelle « *encourage sharing* » ou partage encouragé, où la bonne idée est partagée. Ce que nous avons montré dans notre recherche c'est qu'il n'est pas suffisant de retenir l'appropriation uniquement au niveau individuel. RABARDEL et BÉGUIN (2005) écrivent que l'appropriation peut être individuelle et collective. Mais ils ne parlent pas de cette dimension collective de l'appropriation (qui attend une conceptualisation).

En ce qui concerne l'appropriation systémique dans les unités d'extraction, les impacts ont pris différentes formes et ont également été le résultat de l'insertion d'une innovation. Pour mettre en pratique le système d'humidification, il a fallu planter des projets d'ingénierie civile pour assurer la captation, le stockage et le pompage de l'eau. Il a ensuite été décidé d'adapter les marteaux-piqueurs existants. Il a donc été constaté que l'humidification avait un impact non seulement sur l'injection d'eau mais également dans l'évacuation ou l'aspiration, chose qui n'avait pas encore été pensée auparavant. À chaque nouveau processus de conception c'est comme s'ils recommençaient toujours à zéro, sans apprentissages. Ces tentatives ont été accompagnées de pertes consécutives de matériel et de productivité et, en vérité, ce sont les travailleurs qui ont trouvé les moyens pour que cela fonctionne, dans un processus d'appropriation.

Dans le traitement, le changement a été initialement centré sur les dispositifs techniques. Il a seulement été pensé par une adaptation de l'outil pour répondre aux exigences de la norme. Lorsque cela a commencé à fonctionner avec cette adaptation, les acteurs ont compris qu'elle engendrait des problèmes par rapport au vestimentaire, aux caractéristiques des propres outils de travail (source électrique en contact avec de l'eau),

à l'environnement dans lequel le travail est fait (température élevée), l'entretien qui est une tâche qui n'avait pas été considérée et, à mesure que l'on avançait dans la compréhension du problème, d'autres éléments du travail qui n'avaient pas été considérés sont apparus : qualité, fonctionnement de l'outil qui doit être ventilé, entretien par les fabricants, modes opératoires, temps de production, nombre de travailleurs et étendue du fonctionnement de l'entreprise pour compte d'heures supplémentaires. L'entreprise a modifié l'outil et a ensuite acheté un outil pneumatique, mais les processus ont de nouveau été faits comme s'ils commençaient à zéro, tout le système a dû s'approprier à nouveau.

Des problèmes de sécurité, de qualité et de productivité dans la coupe et le polissage de plaques sont également apparus. De fait, en présence d'eau, les travailleurs ne parvenaient pas à visualiser la qualité du polissage durant sa réalisation. La brillance qui indique la qualité désirée a été modifiée, les travailleurs ont donc dû arrêter le polissage, attendre que la surface sèche pour finalement s'assurer de la qualité à obtenir. Les délais de production se sont dilatés et il n'a plus été possible de réconcilier le temps et la qualité. Dans un premier temps, les employeurs ont imposé des heures supplémentaires pour rattraper les retards mais, après avoir constaté que ce n'était pas une solution assez satisfaisante, ils ont décidé d'augmenter l'effectif des travailleurs. Il restait cependant des problèmes de sécurité et d'entretien : des risques de décharge électrique chez les travailleurs (présence d'eau avec du matériel électrique), et également des problèmes de matériel – l'outil électrique en contact avec l'eau brûle facilement. L'achat d'outils pneumatiques n'a pas tout résolu et, étant plus léger, n'a pas résolu le problème du temps de production, qui a dû être définitivement étendu et la planification ne pouvait plus compter sur les heures supplémentaires.

Après la nouvelle modification sur l'outil, tout le système s'approprie, le temps de production antérieur a été récupéré, les tâches interdépendantes se sont modifiées également en développant de nouveaux modes opératoires, la nouvelle manière de travailler en équipe a été maintenue. Cette altération dans l'outil et dans le système a été bien acceptée par l'inspection, les techniciens de sécurité de l'entreprise, les travailleurs et la gestion de production. L'idée centrale est que l'introduction d'une nouveauté technique engendre le processus d'appropriation durant lequel un certain individu modifie et produit les ressources cognitives, des praxis ou des techniques de sa propre activité (appropriation individuelle). Mais cette appropriation individuelle (située et localisée au sein d'un collectif d'acteurs) est également considérée par les autres acteurs du réseau, ce qui peut mener à des évolutions de l'activité de ces derniers.

On note que le succès d'une innovation ne peut être uniquement basé sur son appropriation par le travailleur. Il est nécessaire d'avoir un bon artefact mais également des adaptations dans le système, telles que les adaptations de leurs objectifs de production qui considèrent le temps de production qui, dans ce cas, a dû être altéré. Cela contribue à l'appropriation systémique.

Une petite altération dans l'équipement et l'introduction d'un peu d'eau dans le milieu a eu un effet de propagation de problèmes, comme une goutte d'eau dans le lac qui provoque la propagation d'ondes, avec la différence que les effets ont des conséquences sur l'activité.

Le concept d'appropriation systémique vise à se concentrer sur la dimension collective de l'appropriation. Divers éléments du système comme l'objectif de production, le coût en matériel, les activités concurrentes et conséquentes (travail des conducteurs de tracteurs et batteurs), objectifs de qualité, forme de travail (individuel, en duo ou équipe) doivent être modifiés. En d'autres termes, tout le système est passé par un processus d'appropriation d'innovation technique. Du point de vue de l'appropriation systémique, les dynamiques d'appropriation apparaissent donc comme un processus de propagation au sein d'un système de travail, composé par un réseau d'acteurs interdépendants. Le système est différent des objectifs fixés par l'entreprise, ce qui ne veut pas dire qu'ils ne sont pas considérés, mis à disposition, révélés par les travailleurs qui possèdent d'autres objectifs.

Ce qui est donc important c'est qu'il existe un processus de propagation, d'ajustements, de recomposition, de transition, de développement, à travers lequel le système de travail se transforme. D'une autre manière, il ne fonctionne pas.

Le système, toujours singulier, se révèle lorsque les désordres se produisent. Les relations entre les éléments du système deviennent visibles face aux problèmes et à chaque tentative de solution de nouveaux éléments sont révélés et transformés, Wisner (1987) a parlé de l'importance d'analyser la relation entre les éléments du système et de comment ils peuvent provoquer des changements les uns sur les autres.

Il faut éclaircir les dynamiques de cette appropriation systémique qui concerne la relation entre les hommes : il existe une interdépendance entre les acteurs et les éléments. Il y a cependant une dynamique qui est interindividuelle et une qui est individuelle. Les acteurs doivent prendre conscience des éléments affectés par l'innovation (dynamique interindividuelle) et ajuster les choses au niveau de leurs propres activités, qu'elles soient du niveau opérationnel ou de la gestion (dynamique individuelle). L'identification et l'analyse des éléments n'est pas suffisante pour comprendre la totalité : il faut étudier ses relations.

L'examen des différents projets des entreprises sondées, quelles qu'elles soient, les adaptations des artefacts existants ou la conception de nouveaux, révèle que la conception, dans un premier temps, était uniquement centrée sur la dimension technique, destinée à un ajustement sur l'équipement existant et, ensuite, à la recherche de nouveaux équipements, sans jamais intégrer le travail et le système de travail dans toutes ses dimensions. Ou alors en le réduisant à une forme appauvrie : la perforation c'est certainement trouser mais c'est également perfore de manière correcte, en suivant le plomb, c'est la prise d'informations visuelles, c'est se coordonner avec l'équipe, c'est préparer l'espace ; polir c'est retirer de la matière brute, mais c'est également observer et assurer la qualité durant l'exécution de l'activité, jouer avec la pression de l'outil pour travailler, etc.

Ces projets ont très peu considéré les travailleurs comme sujets qui travaillent dans un environnement en mutation, complexe et inscrit dans un contexte historique, dans une culture et dans une société en mouvement, comme si l'environnement de travail (au sens large du terme) dans lequel il s'inscrivait était immuable, immobile et inerte, « dépourvu de culture » et donc négligeable.

L'introduction de l'eau a engendré un effet de propagation et de diffusion des problèmes et des difficultés et a exigé que tout le système s'approprie. Le milieu a été modifié dans des dimensions multiples (indicateurs de gestion, organisation du travail, de la production, charge physique et mentale,...) et pas seulement en ce qui concerne les « postes de travail en question ».

Nous devons considérer que ces projets ont été imposés par une norme réglementaire sans anticiper les dynamiques des changements impliqués, de manière presque instantanée, en dehors du travail, requérant à peine l'application pratique des opérateurs. De plus, au niveau macro (de la norme), le travail et la technique avaient été oubliés, mais au niveau méso (des entreprises) la technique est devenue omniprésente par rapport au travail, celui-ci étant soumis à l'épreuve du réel, reliant toutes les dimensions évoquées antérieurement, sans éviter que de nouveaux risques surgissent : risques pour la santé, la sécurité, la production, la qualité, la performance.

Le potentiel révélateur des désordres sur le système peut et doit être utilisé dans le projet. Nous ne sommes plus en train de parler de conception pour l'utilisation que l'utilisateur fera mais bien de l'utilisation par le système, c'est-à-dire de comment tout le système va être affecté et devra être transformé pour que l'innovation fonctionne dans tout son potentiel.

Dans les cas étudiés, les résistances du système en « s'appropriant » se sont traduites par de nouveaux risques d'accidents, de nouveaux risques pour la santé, l'augmentation des coûts, la détérioration de la qualité, etc. Et si nous reprenons la considération que l'innovation avait comme objectif initial la prévention de la santé, il est inacceptable qu'elle provoque de nouveaux risques. Une telle constatation nous oblige à repenser les projets en termes de prévention.

La prévention ne se fait pas uniquement à travers le facteur humain, elle est systémique. Il faut toutefois penser à l'appropriation à travers un abord systémique, principalement lorsqu'il s'agit d'un dispositif de prévention innovateur et spécialement lorsqu'il surgit pour répondre à une norme.

7. Favoriser l'appropriation systémique dans les projets de prévention : une pratique à développer

Toutes les entreprises qui ont participé à cette recherche sont en faveur de l'introduction de l'eau dans le milieu et reconnaissent que travailler sans poussière est plus confortable, plus sain et que cela a, en outre, augmenté la rentabilité. Dans les entreprises de traitement, la qualité de la brillance s'est améliorée, la performance des travailleurs s'est améliorée, les coûts d'entretien ont diminué de manière significative, augmentant le bénéfice de l'entreprise, malgré le fait que le temps de production ait augmenté. Dans les entreprises d'extraction, les coûts ont également diminué car il n'y a plus eu de perte de fraise ou de tige et le confort pour le travailleur et pour les communautés voisines se sont améliorées après la réduction de la poussière. L'humidification a trouvé son point d'ancrage dans l'environnement, malgré le fait que la confrontation avec différents problèmes inattendus ait été nécessaire pour l'obtenir.

La question qui mobilise ce chapitre est : comment cette trajectoire pleine d'incidents pourrait-elle avoir été facilitée ?

7.1 La conduite de projet

À l'époque de l'expérimentation de la hotte, la technique pensée par les ingénieurs et les techniciens d'une des entreprises a été, par eux et par le propriétaire de l'entreprise, considérée satisfaisante, bien qu'au point de vue du travail elle ait engendré de la colère et des demandes de démission, si grande était la difficulté qu'elle imposait au travail. Par ailleurs, du point de vue de la santé et de la sécurité, la poussière continuait à être présente. Cette tentative de conception n'a pas continué après l'utilisation. L'entreprise a seulement pris connaissance de la persistance de la poussière après l'action de l'inspection.

Les échanges et les dialogues entre les travailleurs et les agents internes de prévention ont permis aux employés de s'exprimer et de raconter les problèmes et les difficultés auxquels ils sont confrontés et il a été permis, au groupe de travail, de réaliser les tests nécessaires et les demandes de solution aux fabricants pour résoudre les problèmes. Ces tests ont, par exemple, permis à l'entreprise de solliciter, au fabricant du marteau-piqueur pneumatique, des caractéristiques qu'ils cherchaient dans les outils. Il n'y a pas eu de processus de conduite de projet, cependant, des prises d'informations auprès des travailleurs ont été faites, ce qui a permis d'atteindre une situation un peu plus proche du travail réel.

L'entreprise Extrapeq était tellement loin du travail que les pertes de tiges et donc la perte de temps de production et les coûts liés à cela étaient méconnus de l'entreprise. Le propriétaire a pris connaissance de ce fait après la réalisation de cette recherche et a été intéressé par un projet qui comptait sur la participation des travailleurs, en réalisant des simulations et des tests.

L'entreprise Benepeq utilise encore aujourd'hui des ponceuses et des polisseuses électriques et plusieurs accidents avec décharge électrique se sont produits, mais n'ont même pas été signalés. « *Ah, se prendre une décharge électrique de temps en temps c'est normal, ça nous réveille* » (travailleur). Ceci est l'exemple parfait qui montre que laisser la bonne solution au service des travailleurs n'est pas suffisant. S'il y avait eu une conduite de projet attentive à toute la complexité de l'introduction de l'humidification, les choses pourraient avoir une fin meilleure et plus salubre.

Les débats au sujet des normes évoquent les disjonctions entre performance économique, santé, sécurité et les dispositifs innovateurs de prévention. Cela montre la nécessité d'implanter des processus de conception pour la prévention qui soient participatifs et qui impliquent également les travailleurs.

Des études de Béguin ont montré que la conception peut être un échec (BÉGUIN, 1997) ou être utilisée d'une manière bien différente de celle imaginée par les ingénieurs (BÉGUIN, 2005). Pour concevoir quelque chose, il faut considérer à quel niveau le changement peut rendre difficile une activité et quels risques méconnus celui-ci peut engendrer pour la santé et la sécurité au travail. Plus la distance entre le processus de conception, l'activité réelle et le savoir-faire des opérateurs est grande, plus grande est la méconnaissance sur les risques potentiels que cette innovation peut engendrer.

L'innovation a été irréfléchie en termes de conduite de projet ou de changements à opérer. Cristallisée dans une idée de processus de production d'activités considérées comme étant

immuables et imperturbables, ignorant les apprentissages, les mutations à intégrer, la connaissance et les pratiques antérieures potentielles et leurs évolutions.

Dans les entreprises étudiées, les concepteurs sont partis d'une vision cristallisée du travail avec le marteau-piqueur pneumatique et les ponceuses. Et, même si par la suite ils ont compris que ce n'était pas comme ils l'avaient supposé (la hotte ne fonctionnait pas aussi bien et le marteau à deux aiguilles ne perforait bien que jusqu'à une certaine profondeur), ils ne sont pas passés à une construction conjointe ou à un développement de quelque chose qui offrirait une marge de manœuvre pour l'utilisation.

Même sans une proposition de conduite de projet, les échanges et les dialogues entre les opérateurs et les agents de prévention ont permis aux travailleurs d'exprimer leurs difficultés et aux préventeurs de faire quelques changements et les tests nécessaires pour tenter de résoudre les problèmes.

Béguin (2010) parle du processus de conception comme d'une situation où il y a une connaissance « *logos* » sur un problème à résoudre, ce qui est souhaité, en tension avec ce qui est possible dans la pratique « *praxis* » et les conflits avec le réel. Les dialogues entre le souhaitable et le possible sont arbitrés dans le projet. Le projet part donc d'une volonté relative du futur en direction de la réalisation finale et peut utiliser des moyens comme des plans, des maquettes, des prototypes, des tests en situation de simulation, des objets intermédiaires, qui facilitent la rencontre entre ce qui est souhaitable et ce qui est possible.

Dans le cas étudié, le problème était la poussière et le réel était que perforer la roche produit de la poussière. Toutefois, les acteurs sont partis de l'action conclue, ont inséré de l'eau dans le milieu sans essais ou tests préalables. La résistance du réel est apparue sous la forme de divers désordres et accidents obligeant les concepteurs à repenser les décisions prises et à reconcevoir les artefacts. De nouveaux problèmes, de nouveaux dialogues, de nouvelles transformations. On peut dire qu'ils ont fait le chemin inverse, ils ont fait plusieurs aller-retour jusqu'à arriver à un résultat satisfaisant.

Le point de départ a été la technique, mais la parole du travailleur a eu sa place. À chaque difficulté racontée par les opérateurs, de nouvelles modifications ont été faites sur les équipements, ce qui a facilité le processus d'appropriation de l'artefact par le sujet. Les échanges d'informations ont été fondamentaux pour que les entreprises sollicitent auprès fabricants de nouvelles modifications. Ces dernières ont été encore plus cruciales dans la connaissance de l'effet de propagation des problèmes et dans la constatation de la nécessité d'appropriation systémique, en réalisant des modifications dans l'activité mais également et principalement dans l'organisation du travail.

Chez Extragan, il y a eu un plus grand rapprochement entre les concepteurs et les utilisateurs, même si cela s'est produit pour diagnostiquer les problèmes et sans qu'il n'y ait eu d'occasion formelle de rencontre entre les mondes. Mais les tests d'utilisation du marteau-piqueur avec les modifications pensées ont permis une plus grande compréhension de l'effet de l'eau sur le système et l'urgence de ce système à s'approprier cette innovation afin d'obtenir de meilleurs résultats.

Concevoir pour l'appropriation conduit à considérer comment un certain changement peut affecter la nature d'un travail, la santé et la sécurité du personnel. Dans la conception,

il faut faire une distinction de fond entre le projet et dans quelle mesure il est possible de le réaliser. Il faut suivre un dessein pour l'artefact, poursuivre une volonté relative au futur mais il faut également réaliser des changements au sein d'un contexte physique, psychique et social. Et cela n'est pas seulement un travail pour les concepteurs.

Les utilisateurs doivent être considérés dans la procédure de conception comme ceux qui continueront ou termineront le projet, en réalisant des adaptations continues de la structure et de l'état du système conformément aux nécessités locales, aux situations et à l'activité toujours remplie de variabilités (BÉGUIN, 2005). La conception doit donc donner le pouvoir aux utilisateurs, les reconnaître comme concepteurs de leur propre travail, légitimer leurs adaptations qui sont fondamentales au succès du projet et considérer la re-conception lorsqu'une adaptation peut engendrer de nouveaux risques pour la santé et la sécurité. Il faut reconcevoir l'artefact jusqu'à ce qu'il soit totalement approprié et se transforme en un instrument de médiation efficace et pertinent pour l'activité du sujet.

Ce n'est pas seulement l'artefact qui est possiblement couplé à un processus de genèse mais l'activité professionnelle également, dans un processus que Béguin (2005) a nommé genèse professionnelle. C'est un processus qui est plus lié à l'activité qu'au sujet. C'est le moment où les travailleurs deviennent des experts, que le professionnel s'approprie l'outil, l'espace de travail, développe ses compétences. C'est donc le moment de construction du monde professionnel.

Pour Folcher (2003), ce qui est en jeu c'est la rencontre et la pollinisation réciproque et croisée des processus de projet pour l'utilisation et le projet en utilisation. L'apprentissage mutuel entre concepteurs et utilisateurs est donc une des questions.

Béguin (2010) parle également de l'importance du développement des interactions entre concepteurs et utilisateurs mais va au-delà en disant qu'il existe des mondes professionnels différents. Le monde professionnel décrit une orientation implicite dans la manière d'appréhender le réel, mais il vise également à considérer le fait que les sujets « ajustent », conformément les situations.

Il faut favoriser la rencontre entre ces différents mondes et permettre de construire un monde commun. Construire un monde commun entre utilisateurs, concepteurs, gestionnaires, agents de prévention, agents d'inspection, dans ce contexte d'une telle diversité d'acteurs et de positions hétérogènes est ce qui est devenu urgent dans la trajectoire de prévention de la santé et de la sécurité au travail. Construire un monde commun est une manière de mettre sous tension les différents pôles pour dessiner la cartographie des voies à explorer. Les mondes ne peuvent pas être négociés mais le sens de l'apprentissage entre les mondes doit cependant être collectivement discuté et négocié. Cette exploration du monde commun constitue une dimension essentielle de conduite de projets (BÉGUIN, 2010).

Lorsqu'il n'y a pas de rencontre entre les mondes et que l'appropriation se produit sans ressources, uniquement au niveau micro du travailleur face à l'instrument, elle peut être ignorée dans le silence de l'efficacité, ou pire encore, apparaître comme une dérogation aux règles donc comme quelque chose d'indésirable. Lorsqu'il s'agit de dispositifs de prévention, on retrouve le même problème. En ce qui concerne l'analyse des appropriations et de leurs destinations diverses, ce qui est attendu c'est l'exploration de

chemins favorables et, surtout, l'interrogation de dynamiques dialogiques de leur conception, en articulant les mondes professionnels présents (concepteurs, travailleurs, agents de prévention, gestionnaires). Malgré le fait que les modèles classiques d'ingénierie séparent habituellement la conception de l'exécution (DUARTE, 2002), c'est la promotion de cette rencontre de mondes qui est attendu afin qu'elle permette une prévention efficace (VILELA et al., 2007). C'est donc un programme technologique et conceptuel qui est proposé.

7.2 Les processus d'appropriation qui se manifestent

Comme cela a été montré, l'appropriation est une étape fondamentale dans les processus qui visent à implanter une innovation dans le travail. Elle ne peut, comme telle, être négligée. Il faut penser à l'appropriation dans un processus d'individualisation, où la genèse d'un individu et également ses caractéristiques sont considérées (ZOUINAR et al., 2011). Elle doit être pensée dans plusieurs dimensions : a) la dimension de la genèse instrumentale, qui est celle du développement et de la transformation d'un certain artefact en un instrument au service de l'activité de travail ; b) l'incorporation, qui consiste en l'intégration de l'objet technique, des gestes, du savoir-faire et des modes opératoires ; la dimension corporelle, psychique, cognitive, sociale et culturelle ; c) la dimension temporelle et spatiale dans laquelle l'instrument est inséré ; d) la variabilité individuelle et collective ; e) le système où elle sera introduite et les interactions possibles avec celui-ci.

Des projets de conception qui sont au service de la santé du travailleur, c'est-à-dire de la logique de prévention réelle, doivent viser trois niveaux d'ajustements : micro, méso et macro. L'ajustement micro est un ajustement local et fragile, celui du face à face du travailleur avec l'objet, lorsque la genèse instrumentale se produit, l'incorporation et l'enculturation. Le méso est le niveau de l'entreprise et de son système de travail, l'appropriation systémique. Et macro est une modification des politiques, des techniques culturelles, juridiques et qui peuvent se concrétiser par la définition de normes.

L'appropriation doit être considérée comme une phase importante et délicate de la conception (CARROL, HOWARD *et al.*, 2004), généralement négligée dans les projets qui partent d'une vision techno-centrée de l'homme et du monde, qui ne considèrent pas les transformations que l'artefact subira en conséquence de son utilisation durant le développement de l'activité de l'utilisateur. Et c'est ce désaccord qui peut faire de la conception un échec (BÉGUIN, 1997). L'appropriation est un concept qui assume l'activité dans un cadre temporel continu et durant lequel l'utilisateur choisit ou redéfinit la fonctionnalité du dispositif pour donner un sens à son utilisation, l'accent est donc mis sur le rôle actif et créatif de l'acteur (MILLERAND, 2002). Les ressources techniques conçues à des fins de prévention n'échappent pas à ce constat.

Selon Haradji, Poizat *et al.* (2011), la nouveauté technique, pour être bien implantée, doit être acceptée par les individus et insérée au sein du collectif. Les transformations vont au-delà de la dimension technique ou organisationnelle, il faut donc adapter pour répondre aux valeurs culturelles relatives à une profession, un collectif ou une entreprise. Il faut diriger le projet vers l'appropriation et considérer également la dimension culturelle du changement, ce qui signifie accompagner le changement.

L'abord anthropocentrique conçoit la conception comme une re-rencontre à double développement : développement de l'artefact et développement des sujets, aussi bien les concepteurs que ceux qui feront usage de l'objet technique (BÉGUIN, 2003). C'est le rôle des agents de prévention, de rechercher les possibilités de réalisation de l'activité de manière à la rendre favorable au travail humain (BÉGUIN et DUARTE, 2008).

On peut dire qu'il faut concevoir pour l'appropriation et ce choix impose l'articulation de critères basés sur la protection et la prévention : acceptabilité sociale et culturelle, aide individuelle et collective, et efficacité (POIZAT, HARADJI *et al*, 2011). Le débat sur l'appropriation est important dans la mesure où il replace au centre de l'attention des questions comme l'utilisation humaine et sociale de l'innovation (BANNON, 2011).

En concevant un dispositif technique ou un artefact quelconque, le concepteur prend comme référence un schéma d'utilisation qu'il juge valable, ou qui peut lui avoir été indiqué comme tel. De cette manière, une fois le projet conçu, l'artefact développé « cristallise » une connaissance, une représentation ou un schéma d'utilisation qui a été adopté par le concepteur. Mais le fait est que le concepteur ne considère pas toujours suffisamment le fonctionnement de l'activité dans laquelle l'instrument en développement sera inséré. La conséquence de cela est l'insertion d'un artefact dans l'activité de travail qui pourra devenir une source de difficulté, dans le cas où les modèles adoptés par le concepteur sont faux ou incomplets (BÉGUIN et RABARDEL 2000 ; BÉGUIN, 2008 ; BÉGUIN, 2007).

Pendant le processus d'humidification, plusieurs changements ont été faits : le rythme de production, la gestion de l'espace de travail, la gestion de production, les modes opératoires, etc. Certaines solutions ont engendré plusieurs problèmes : risque d'accident, pénibilité et perte de matériel. Sans accompagnement de la part de l'entreprise, ce sont les travailleurs qui doivent faire face à ces désordres, ne pouvant donc pas éviter la pénibilité. Certains ont abandonné l'emploi car ils ne supportaient plus de telles conditions. Ce qui est assez important à considérer est que ce qui a provoqué une telle situation insupportable pénible est une alternative de solution à un problème de santé et une exigence des organismes d'inspection.

7.3 Une interrogation sur le travail des préventeurs

Le modèle d'intervention de prévention en vigueur au Brésil n'a pas favorisé cette rencontre entre les préventeurs et les travailleurs. Le processus d'appropriation systémique est négligé dans ces modèles. Notre idée est de questionner le positionnement du préventeur comme un médiateur et un facilitateur des dialogues dans les entreprises.

Le modèle en vigueur au sein des entreprises est encore celui de la Santé Occupationnelle, basé sur la conformation des relations de pouvoir, qui favorise l'aliénation au moyen d'informations restreintes et sur le rôle autoritaire des professionnels agents de prévention (LACAZ, 2007). Dans cette recherche, la parole d'un travailleur est assez révélatrice « *On gardait un œil pour voir si un casque bleu apparaissait* (la manière d'identifier le technicien de sécurité de l'entreprise, dont le casque était de couleur bleue, contrairement aux autres qui étaient de couleur jaune)... *quand on le voyait, on courait pour allumer l'eau, sinon on le faisait sans eau* » (travailleur). Le technicien était considéré comme *persona non grata* par les travailleurs lorsqu'il cherchait à assurer le respect des normes qui visent à préserver la santé de ceux-ci. Cela se produisait à l'époque de l'utilisation de

la hotte, qui était un artefact qui empêchait absolument le bon déroulement du travail. La manière d'exercer le rôle autoritaire, qui exigeait le respect d'une règle, sans s'approcher des préjudices que cette même règle produisait sur le travail, est ce qui favorisait un tel désaccord.

Lacaz (op. cit.) défend qu'il faille élargir l'approche de manière à chercher des outils qui favorisent l'incorporation de la connaissance des travailleurs dans la formulation de mesures de prévention.

Penser au rôle de l'agent de prévention interne exige une réflexion sur leur formation, les exigences que les entreprises leur donnent en termes d'objectifs et de finalités et la place qu'elles donnent à ces acteurs (GARRIGOU & PEISSEL-COTTENAZ, 2008 ; GARRIGOU, 2011). Mais ce que l'on trouve tant en France qu'au Brésil, au travers des recherches de Garrigou et de Lacaz, est que le rôle des techniciens ou des ingénieurs de sécurité est restreint au respect des normes de prévention, dans une logique de sécurité centrée sur la survenance d'accidents ou la menace de l'intégrité physique. Ils sont encore très loin d'une logique réelle de prévention, qui serait : le rapprochement du travail réel, l'intervention journalière, la vision prospective du travail réel et la participation à des projets de conception (GROSJEAN & NEBOIT, 2000).

Cette critique ne sert pas uniquement au rôle des préventeurs internes mais également aux externes. Dans cette recherche, les agents d'inspection ne se sont pas rapprochés des projets de conception, ni de l'implantation du processus humidifié. Ils ont seulement participé à l'évaluation de la technique de hotte, la refusant sans toutefois proposer de nouveaux chemins ou possibilités. D'autres études questionnent également ce rôle d'agent d'inspection qui est uniquement basé sur la *check-list* des points dans les NR (Normes Réglementaires) et peu d'entre eux contribuent à un plan d'action véritablement destiné à la prévention et à la promotion de la santé et considèrent la santé du travailleur comme une problématique de l'État, qui demande des propositions supra-institutionnelles (MINAYO-GOMES & LACAZ, 2005 ; ALMEIDA e JACKSON FILHO, 2007 ; LIMA, 2009 ; VILELA et. al., 2012).

Cette recherche défend l'importance de l'enrichissement du rôle des agents de prévention internes et externes, mettant l'accent sur la nécessité d'inclure ces professionnels dans les projets de conception d'innovation, principalement lorsqu'il s'agit de nouveautés techniques ou de gestion, qu'elles soient au service de la prévention et de la promotion de la santé des travailleurs. L'agent de prévention peut être celui qui développe une activité de médiation entre l'acteur de l'entreprise et l'objet sur lequel cet acteur agit (SIX, 1999).

8. Conclusion

Cette recherche a permis d'identifier le processus d'implantation du système humidifié et de ses différents développements dans le secteur de l'extraction et du traitement du granit.

On est parti de deux hypothèses : c'est grâce à l'appropriation du travailleur face à l'artefact et à l'appropriation systémique qu'une innovation peut être accueillie avec succès au sein du collectif ; l'appropriation systémique peut voir son implantation facilitée lorsqu'elle se produit dans un processus d'échanges et de dialogues entre les travailleurs et les agents de prévention.

Ces hypothèses ont été confirmées dans cette recherche qui :

1) A confirmé que de telles perturbations ont été résolues avec l'appropriation individuelle et systémique. Individuelle comme appropriation avec des transformations de la forme i) de réalisation de l'activité, ii) des ajustements sur l'artefact, iii) à l'incorporation de l'objet au corps de manière à ce que les gestes deviennent automatisés, et iv) l'enculturation dans le système symbolique et dans le sens de la population des travailleurs qui a commencé à exiger le travail avec de l'eau. Systémique car dans un processus de propagation de l'appropriation par les travailleurs de tâches concurrentes et interdépendantes comme la gestion des ressources humaines, la gestion de production, l'entretien, la qualité, entre autres. Ces deux dimensions de l'appropriation se sont révélées d'une importance fondamentale pour l'analyse des éléments composant le système et pour le succès de l'implantation du processus humidifié ;

2) A mis en évidence la nécessité d'inclusion d'un médiateur à l'intérieur du système de travail chargé de favoriser les dialogues et de recueillir les données et la connaissance des travailleurs dans les projets de conception et d'innovations avec la finalité de prévention et de promotion de la santé des travailleurs. Ce médiateur peut être le concepteur mais également d'autres professionnels. Cela indique l'importance de se réinterroger sur le rôle de ces agents à un niveau méso, c'est-à-dire celui des entreprises et de leurs professionnels de la santé et de la sécurité, mais également au niveau macro, celui des normes toujours attentives aux mesures de reconnaissance, surveillance et contrôle des risques, mais encore négligentes par rapport à l'applicabilité de leurs recommandations.

Dans le fond, nous ne pouvons penser à la prévention indépendamment des stratégies de production et des problématiques industrielles.

La prévention fonctionne lorsqu'il y a appropriation systémique, c'est-à-dire lorsqu'il est possible d'intégrer les contraintes de la solution de prévention dans la stratégie industrielle. Dans certains cas, de nouvelles stratégies de production ont été développées pour finalement intégrer l'humidification.

Ce que l'on peut remarquer avec l'appropriation systémique c'est que pour que la prévention fonctionne il faut qu'il y ait une considération de tout le système. Il faut qu'elle soit diffusée et intégrée à l'intérieur d'une organisation ou à l'intérieur de la production.

Les entreprises qui sont parvenues à intégrer définitivement l'humidification dans les stratégies de production sont celles qui ont traduit l'innovation en prévention de la poussière dans de nouvelles stratégies de production.

9. Bibliographie

ALMEIDA, I. M.; VILELA, R. AG. (2010). **Modelo de Análise e Prevenção de Acidentes de Trabalho–MAPA**. Cerest Piracicaba. Piracicaba.

ALMEIDA, I.M. (2006). Abordagem sistêmica de acidentes e sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.1, n.2, Artigo 1.

- ALMEIDA, I.M., JACKSON FILHO, J.M. (2007) Acidentes e sua prevenção. **Rev. bras. saúde ocup.**, São Paulo , v. 32, n. 115, pp. 7-18.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. (1999). **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira. p. 203.
- BANNON, L. (2011). Exploring Appropriation – Beyond Tinkering & Tailoring... In: **Conference Ergo EDF**. CNAM-Paris.
- BAUER, M.W.; GASKELL, G. (2003). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 2ª Ed. Ed. Vozes, Petrópolis.
- BÉGUIN P., RABARDEL, P. (2000) Design for instrument-mediated activity. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v.12. pp 173-190.
- BÉGUIN, P. (2007) Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs : une approche développementale. **Le travail humain**, v.4, n.70, pp. 369-390.
- BÉGUIN, P. (2008). Argumentos para uma abordagem dialógica da inovação. **Laboreal**, Porto/Portugal, v. 4, n.2 pp. 72-82.
- BÉGUIN, P. (2003). Design as a mutual learning process between users and designers. **Interacting with computers**. v. 15, pp. 709-730.
- BÉGUIN, P. (2004). Monde, version des mondes et mondes communs. **Bulletin de Psychologie**, v. 57, n. 1, pp. 45-59.
- BÉGUIN, P. (2005). Concevoir pour les genèses professionnelles. In: RABARDEL, P., PASTRÉ, P. (coord.). **Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements**. Octarès : Toulouse. pp 31-52.
- BÉGUIN, P. (2010). **Conduite de projet et fabrication collective du travail : une approche développementale**. Habilitation à Diriger des Recherches. Ecole doctorale : sciences sociales : société, santé, décision. Université Victor Segalen Bordeaux 2. Bordeaux.
- BÉGUIN, P. (1997). L'activité de travail : facteur d'intégration durant les processus de conception. In : BOSSARD, P. CHANCHEVRIER, C. LECLAIR, P. **Ingénierie Concourante : De la technique au social**. Ed. Economica. Paris.
- BÉGUIN, P., DUARTE, FJCM. (2008). Inovação: entre o trabalho dos projetistas e o trabalho dos operadores. **Laboreal**. Porto/Portugal. v. 4, n. 2, pp. 10-14.
- BERTALANFFY, L.V. (1975). **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes.
- BON, A.M.T. (2006). **Exposição ocupacional à sílica e silicose entre trabalhadores de marmorarias no município de São Paulo**. Tese de D.Sc. Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo.

- CAPITANI, E.M. (2006). A silicose (ainda) entre nós. **J Bras Pneumol**. v. 32, n. 6, pp. 33-35.
- CARROLL, J., HOWARD, S., PECK, J. & MURPHY, J. (2003). From adoption to use: the process of appropriating a mobile phone. **Australian Journal of Information Systems**. n. 10, pp. 38-48.
- CASTRO, H.M., SILVA, C.G., VICENTIN, G. (2005). Estudo das interações hospitalares por pneumoconioses no Brasil, 1984-2003. **Rev. Bras. Epidemiol**, v. 8, n. 2, pp. 150-160.
- CAZAMIAN, P. (1987). **Traité d'ergonomie**. Editions Octarés-Entreprises.
- CHIAVENATO, I. (2000). Teoria Geral da Administração. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- DIX, A. (2007). Design for appropriation. In: **Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on People and Computers: HCI... but not as we know it-Volume 2**. British Computer Society. p. 27-30
- DUARTE, F.J.C.M. (2002). Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais. In: DUARTE, F.J.C.M. (org) **Ergonomia & Projeto na indústria de processo contínuo**. Rio de Janeiro: Lucerna, p. 11-21.
- DWYER, T. (2006). **Vida e morte no trabalho: acidentes do trabalho e a produção social do erro**. 1 ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP; Rio de Janeiro, RJ: Multiação Editorial. pp. 407.
- FARIA, MP. (2008). **Fatores intervenientes na segurança do trabalho de abatimento mecanizado de rochas instáveis em uma mina subterrânea de ouro**. Dissertação de M.Sc. Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, pp. 66.
- FOLCHER V., SANDER E. (2005). Usages et appropriation : de l'analyse a priori à l'analyse de l'activité instrumentée, In RABARDEL, P, PASTRÉ. P (eds) **Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements**, 129-155.
- FOLCHER, V. (2003). Appropriating artifacts as instruments: when design-for-use meets design-in-use, in **Interacting With Computers**, 15, 647-663.
- GARRIGOU, A. (2011). **Le développement de l'ergotoxicologie: une contribution de l'ergonomie à la santé au travail**. Habilitation à Diriger des Recherches. Ecole doctorale : Sciences Sociales : société, santé, décision. Université Victor Segalen Bordeaux 2.
- GARRIGOU, A., PEISSEL-COTTENAZ, G. (2008). Reflexive approach to the activity of preventionists and their training needs: results of a French study. **Safety Science**. v. 46, n. 8, pp. 1271-1288.
- GESLIN, P. (2001). **L'apprentissage des mondes. Une anthropologie appliquée aux transferts de technologies**. Paris : Maison des sciences de l'Homme.

- GROSJEAN, J.C., NEBOIT, M. (2000) Ergonomie et prévention en conception des situations de travail. **Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail**. n. 179, pp. 30-48.
- GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; KERGUÉLEN A. (2004). **Compreender o Trabalho para Transformá-lo. A prática da Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. p. 224.
- HARADJI, Y., POIZAT, G., MOTTÉ, F. (2011). Activity-centered design: An appropriation issue. In: **HCI International 2011-Posters' Extended Abstracts**. Springer Berlin Heidelberg. p. 18-22.
- KAUPPINEN T., TOIKKANEN J., PEDERSEN D. *et al.* (2000). "Occupational exposure to carcinogens in the European Union". **OccUP Envir Med**. v. 57, pp. 10-18.
- LACAZ, FAC. (2007). O campo Saúde do Trabalhador: resgatando conhecimentos e práticas sobre as relações trabalho saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23 n. 4, p. 757-766.
- LEVENSON, N. G. (2005). **A new approach to System Safety Engineering**. Disponible en <http://mit.out.ac.tz/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-358JSpring-2005/7A17C38C-F622-4244-ABF0-5BD2B768661C/0/book2.pdf>
- LIMA, F.P.A. (2009). Ações coordenadas em saúde do trabalhador: uma proposta de atuação supra-institucional. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. São Paulo, n. 34, p. 119.
- MATURANA, H., VARELA, F. (1995). **A árvore do conhecimento**. Campinas: Editorial Psy.
- MENDES, RWB., PUEYO, V., LIMA FPA., et al. (2012). La prévention comme innovation : petite histoire de l'humidification, du macro au micro en passant par le méso. In : **47^a Congrès SELF 2012. Innovation & Travail : sens et valeurs du changement**. Co-présidé par Pascal BÉGUIN, Marie-France DESSAIGNE et Valérie PUEYO, p. 65.
- MILLERAND, F. (2002). La dimension cognitive de l'appropriation des artefacts communicationnels. **Internet: nouvel espace citoyen**. Paris: Le Harmattan, p. 181-203.
- MINAYO-GOMES, C.M., LACAZ, F.A.C. (2005) Saúde do Trabalhador: novas – velhas questões. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, pp. 797-807.
- MOULIN, M.G.B, MINAYO-GOMEZ, C. (2008) Pedras sobre vidas: vítimas e viúvas na indústria de mármore em Itaoca (ES). **Ciencia e saúde coletiva**, Rio de Janeiro v. 13, n. 4 pp. 1361-1369.

- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. (2002) Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. **NIOSH Hazards review**, Atlanta: CDC.
- PERRIN, J. (2004). **Concevoir l'innovation industrielle**. Paris: CNRS.
- PERROW, C. (1999). **Normal accident. Living with high risk Technologies**. New Jersey: Princeton University Press.
- POIZAT, G., HARADJI, Y., SEIFERT, L. (2011). Concevoir du matériel sportif à partir d'une approche centrée sur l'activité : une alternative en ergonomie du sport. **Staps**, n. 4, p. 71-83.
- RABARDEL, P., BOURMAUD, G. (2003). From computer to instrument system: a developmental perspective. **Interacting with Computers**. v. 15, pp. 665-691.
- RIBEIRO, F.S.N. (coord.) (2010). **O mapa da exposição à sílica no Brasil/ Coordenação Geral Fátima Sueli Neto Ribeiro**. - Rio de Janeiro: UERJ, Ministério da Saúde.
- ROGOFF, B. (1995) Observing sociocultural, activities on three planes: participatory appropriation, guided appropriation and apprenticeship. In: WERTSCH J. V., DEL RIO, P., ALVEREZ, A. (Eds.) **Sociocultural studies of the mind**. Cambridge: Cambridge, University Press, pp. 139--164.
- SCHWARTZ, Y. (2001) **Le paradigme ergologique ou le métier de philosophe**. Toulouse : Octarés.
- SIX, F. (1999). **De la prescription à la préparation du travail** : apports de l'ergonomie à la prévention et à l'organisation du travail sur les chantiers du BTP. Habilitation à diriger des recherches. Université Charles-de-Gaulle Lille 3, Lille.
- THEUREAU J. (2010). Les entretiens d'auto-confrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche 'cours d'action', **Revue d'anthropologie des connaissances**, v 4, n 2, p. 287-322.
- THIBAUT, J.F, MERLIN, X., GARRIGOU, A. (2013). De la production à l'usage de la mesure, quelle appropriation par deux entreprises industrielles ? Pour quelle prévention des TMS ? **Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé**, n. 15-2.
- VASCONCELOS, M.J.E. (2002). **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência**. Campinas/SP: Papirus.
- VILELA, R. A. G; MENDES, R.W.B; GONÇALVES, C.A.H. (2007). Acidente do trabalho investigado pelo CEREST Piracicaba: confrontando a abordagem tradicional da segurança do trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 115, p.29-40.

VILELA, R.A.G, ALMEIDA, I.M., GARCIA, E.G, *et al.* (2013). A atuação do Estado e a saúde do trabalhador. **Rev. bras. Saúde ocup.** v. 38, n. 128, pp. 177-178.

VILELA, R.A.G., RICARDI, G.V.F., IGUTI, A.M. (2010). Experiência do Programa de Saúde do Trabalhador de Piracicaba: desafios da vigilância em acidentes do trabalho. **Inf. Epidemiol. Sus**, jun. vol.10, no.2, p.81-92.

VILELA, R.A.G; ALMEIDA, I.M.; MENDES, R.W.B. (2012). Da vigilância para prevenção de acidentes de trabalho: contribuição da ergonomia da atividade. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 10, pp. 2817-2830.

WISNER, A. (1987) **Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica**. São Paulo: FTD-Oboré.

ZOUINAR, M, HARADJI, Y., SALEMBIER, P. *et al.* (2011) Appropriation et Ergonomie. In : **Conférence Ergo EDF**. CNAM-Paris.