



**HAL**  
open science

## L'ergotoxicologie en actions – Mobiliser l'analyse de l'activité pour réduire les risques chimiques

Alain Garrigou, Fabienne Goutille

### ► To cite this version:

Alain Garrigou, Fabienne Goutille. L'ergotoxicologie en actions – Mobiliser l'analyse de l'activité pour réduire les risques chimiques. 56e Congrès de la SELF. Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement, 2022. hal-03741785

**HAL Id: hal-03741785**

**<https://hal.science/hal-03741785>**

Submitted on 18 Aug 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



56<sup>ème</sup> CONGRÈS SELF  
6 - 8 juillet 2022

**VULNÉRABILITÉS ET  
RISQUES ÉMERGENTS**

penser et agir ensemble pour  
transformer durablement

**EBSCO**host

*The full text of SELF congresses  
proceedings in Ergonomics Abstracts is  
included in Academic Search Ultimate on  
EBSCOhost™*

[www.ergonomie-self.org](http://www.ergonomie-self.org)

→ Ergonomics abstract

# L'ergotoxicologie en actions – Mobiliser l'analyse de l'activité pour réduire les risques chimiques

## Coordinateurs

**Alain GARRIGOU & Fabienne GOUTILLE**

**Université de Bordeaux, Inserm, Bordeaux Population Health Research Center, Equipe  
EPICENE**

UMR 1219, 146 rue Léo Saignat, 33000 Bordeaux,

[alain.garrigou@u-bordeaux.fr](mailto:alain.garrigou@u-bordeaux.fr), [fabienne.goutille@gmail.com](mailto:fabienne.goutille@gmail.com)

## Intervenants 1

Les apports de l'ergotoxicologie en Service de Prévention et de Santé au travail : Une  
intervention dans une entreprise de fabrication de structures en béton préfabriquées

**Cédric GOUVENELLE<sup>1,2</sup> & Julie VONARX<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **Université Clermont Auvergne, CNRS, Acté, F-63000 Clermont-Ferrand, France**

<sup>2</sup> **APST18**

[c.gouvenelle@apst18.com](mailto:c.gouvenelle@apst18.com)

## Intervenants 2

Proposition d'hybridation entre santé publique et ergotoxicologie pour la prévention des risques  
de contaminations des soignants aux médicaments anticancéreux

**Valentin LAMARQUE<sup>1,2</sup>, Guillaume SWIERCZYNSKI<sup>2,4</sup>, Fabienne GOUTILLE<sup>2</sup>, Mireille CANAL-  
RAFFIN<sup>2</sup>, Adélaïde NASCIMENTO<sup>1</sup>, Antoine VILLA<sup>3</sup>, Alain GARRIGOU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **Conservatoire National des Arts et Métiers, CRTD-ergonomie, 41 Rue Gay-Lussac, Paris.**

<sup>2</sup> **Université de Bordeaux, Inserm, Bordeaux Population Health Research Center, Equipe  
EPICENE, UMR 1219, 146 rue Léo Saignat, Bordeaux.**

\*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Genève les 6, 7 et 8 juillet 2022. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Garrigou, A. & Goutille, F. (2022). L'ergotoxicologie en actions. Actes du 56ème Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement. Genève, 6 au 8 juillet 2022.

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

<sup>3</sup> **APHM la Timone**, 80 Rue Brochier, Marseille.

<sup>4</sup> **EHESP**, 15 Avenue du professeur Léon Bernard, Rennes.

[valentin.lamarque@lecnam.net](mailto:valentin.lamarque@lecnam.net)

### **Intervenants 3**

Démarche de prévention des risques liés aux cytotoxiques dans un établissement oncologique

**Caroline ESTERRE & Émilie BUSSY**

**AHI 33 Service de Santé au Travail,**

50 Cours Balguerie Stuttenberg - 33070 BORDEAUX

[Caroline.ESTERRE@ahi33.org](mailto:Caroline.ESTERRE@ahi33.org)

### **Intervenants 4**

Des expositions sous-estimées aux produits chimiques chez des pédicures - podologues

**Jessie ALDANA<sup>1,2</sup> & Maël MONTIGNY<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **ASTI Association De Santé Au Travail Interservices**, PARC BASSO CAMBO, 8 Rue Paul Mesplé,  
14 Rue Michel Labrousse, 31100 Toulouse

<sup>2</sup> **IPST CNAM**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 Rte de Narbonne, 31400  
Toulouse

[jessie.aldana@ast-i.org](mailto:jessie.aldana@ast-i.org)

### **Intervenants 5**

Élargir l'échelle de l'analyse de l'activité pour prévenir le risque pesticide en milieu agricole

**Caroline JOLLY<sup>1,2</sup>, Fabienne GOUTILLE<sup>3</sup>, Alain GARRIGOU<sup>3</sup>, Elise LEDOUX<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **IRSST**, 505 boulevard de Maisonneuve Ouest, Montréal, Qc, H3A 3C2.

<sup>2</sup> **UQAM**, 405 rue Sainte Catherine Est, Montréal, Qc, H2L 2C4

<sup>3</sup> **Université de Bordeaux, Inserm, Bordeaux Population Health Research Center, Equipe  
EPICENE**, UMR 1219, 146 rue Léo Saignat, Bordeaux.

[caroline.jolly@irsst.qc.ca](mailto:caroline.jolly@irsst.qc.ca)

## OBJECTIFS DU SYMPOSIUM

### Contexte et objectifs

L'ergotoxicologie est conçue comme une pratique particulière de l'ergonomie (Garrigou, 2011) visant à analyser les activités de travail dans des milieux professionnels où des expositions à des produits chimiques peuvent se produire. Dans ce cadre, l'ergotoxicologie développe « des modèles opérants (au sens de Wisner, 1972), des outils et des moyens de prévention efficaces pour gérer et prévenir les risques pour la santé des travailleurs exposés à des produits chimiques » (Garrigou, 2011). En ce sens, il s'agit bien d'une forme de recherche et de pratique à visée opérationnelle, et non d'une nouvelle discipline ou sous-discipline de l'ergonomie. On peut alors considérer que l'ergotoxicologie est un des domaines de spécialisation de l'ergonomie (Falzon, 2004, p.18). Dans cette perspective l'ergotoxicologie est ancrée profondément dans l'ergonomie, mais de par ses objectifs, elle mobilise des connaissances et des modèles issus de la toxicologie, de la médecine du travail et de la prévention. Sa pratique nécessite donc un engagement transdisciplinaire, en ne perdant pas de vue que ses racines se nourrissent de l'analyse de l'activité (Garrigou, 2011). L'ergotoxicologie se développe dans un contexte de remise en question des pratiques classiques de prévention des risques liés à l'utilisation de produits chimiques détaillé par Mohammed-Brahim & Garrigou (2009). La notion d'ergotoxicologie est apparue à partir de la nécessité de prendre en compte les caractéristiques réelles des opérateurs exposés en situations de travail pouvant influencer les effets sur la santé ou en raison d'une non certitude d'absence d'effets sur la santé malgré le respect des normes établies (Villate, 1985). Ces « bonnes pratiques » actuelles de prévention sont essentiellement basées sur la mise en place de barrières entre une source de danger (NPs par exemple) et les opérateurs, comme décrit par Mortureux (2016). La principale limite de ce modèle et de son opérationnalisation (Mohammed-Brahim & Garrigou, 2009) est l'efficacité partielle de ces barrières pouvant être « perméables ». La mise en place des barrières ne résulte pas toujours d'une analyse systémique des situations à risque, les causes réelles déterminantes des expositions peuvent être ainsi occultées. Une telle représentation des actions possibles s'interdit alors d'agir sur les déterminants réels de l'exposition, en raison d'un manque de prise en compte de l'activité de travail, au profit d'une prise en compte de la tâche prescrite. Les normes établies dans ces modèles classiques de prévention sont ainsi souvent décontextualisées des situations de travail et de l'activité réelle (Galey & Garrigou., 2020).

Ces dernières années, l'ergotoxicologie a fait l'objet de nombreux développements conceptuels et méthodologiques par la construction de projets de recherche-intervention financés dans le cadre de réponses à des appels à projets de recherche de publics. On peut citer les travaux de Judon (2017) portant sur les expositions au fumées de bitume des travailleurs de la route. Ceux de Galey (2019) sur la caractérisation des expositions aux particules nanométriques dans les nouveaux procédés industriels

comme la fabrication additive. Ainsi que les travaux de Jolly (Jolly et al., 2021) sur l'exposition des pomiculteurs québécois aux pesticides, de Goutille (Goutille et al., 2016 ; Goutille & Garrigou, 2021 ; Goutille, 2022) sur la co-construction de la prévention des risques en milieux industriels et agricoles, ou bien les travaux d'Albert (Albert et al., 2021) sur l'articulation des sources du droit et de l'ergonomie pour concevoir autrement les pulvérisateurs de pesticides.

L'objectif de ce symposium est de contribuer à la transmission/traduction de ces concepts et méthodologies pour engager des actions de transformation. En effet, aujourd'hui, l'ergotoxicologie n'est pas réservée aux seuls ergonomes. Elle est également mobilisée par des préventeurs internes ou en service de santé au travail et par des toxicologues (Mohammed-Brahim et al., 2018), nourrissant une pratique transprofessionnelle.

### Axes de réflexion

Le premier axe de réflexion concerne la transmission des concepts et des méthodes développés en ergotoxicologie et leur traduction et ou leur transformation dans des contextes d'intervention divers (entreprises, services de santé au travail, etc.) et dans des logiques métiers différentes (ergonomes, préventeurs, toxicologues, médecin du travail...).

Le deuxième axe va porter sur la possibilité des acteurs mettant en œuvre des concepts et méthodes issus de l'ergotoxicologie de pouvoir ou pas développer des approches pluridisciplinaires et/ou transprofessionnelles dans leurs actions de construction des problèmes, de diagnostics mais aussi de co-construction des transformations de la situation de travail. Cette problématique va porter sur les interactions entre les « experts » de la prévention mais aussi sur l'implication du chef d'entreprise, des salariés et de leurs représentants.

Le troisième axe portera sur les déterminants des expositions qui font l'objet de la construction du problème, des analyses, et des transformations. Nous nous intéresserons aux différents déterminants de l'exposition présents dans la situation de travail, qu'ils soient d'ordre technique, humain ou organisationnels. L'objectif de la discussion est aussi d'aller discuter de familles de déterminants qualifiés d'éloignés de la situation de travail mais qui concourent aux expositions.

## DEROULEMENT DU SYMPOSIUM

Ce symposium s'appuiera sur 5 présentations et un débat avec les participants autour des questions que pose la prévention durable du risque chimique en milieu de travail.

Les communicants d'origine disciplinaire et professionnelle divers (doctorant, préventeurs, consultant, service SST, anthropologue, ergonome, toxicologue, ...) présenteront leurs travaux de recherche et d'intervention en milieu hospitalier, agricole, dans le BTP, ainsi que dans des plus petites entreprises (TPE et cabinet de podologie).

Ce symposium sera animé par deux coordinateurs. Ils animeront les présentations et inviteront l'ensemble des participants à interagir ou à témoigner à partir de leurs propres retours d'expérience. Ils assureront en fin de symposium une synthèse sous forme de fil rouge.

La **première contribution** sera présentée par Cédric Gouvenelle (ergonome) et Julie Vornax (toxicologue) de l'ASPT 18. Elle portera sur l'apport de l'ergotoxicologie en service de santé au travail. Dans le cadre de cette étude présentée, la fabrication d'éléments en béton est identifiée par le médecin du travail comme un secteur exposant les travailleurs à de la silice cristalline cancérigène (ANSES, 2019). Le médecin du travail identifie ces formes d'exposition lors de l'établissement du diagnostic santé travail en s'appuyant sur les données des visites des travailleurs, la déclaration des risques de l'employeur et la littérature. Dans un contexte où les perceptions entre les travailleurs et l'employeur apparaissent différentes (perception du contexte et des normes) et à des régulations concernant le port de certains équipements de protection individuel, il s'est agi de comprendre l'activité et ses différents déterminants. Recueillir les éléments nécessaires à l'adaptation du suivi individuel et à la traçabilité des expositions a permis de co-construire des pistes de solutions avec l'employeur, les salariés et leurs représentants. Lors de cette intervention les outils ergotoxicologiques et la construction d'objets intermédiaires (Vinck, 2009; Vinck & Laureillard, 1996) évolutifs, ont été des leviers pour la construction de pistes de solution.

La **deuxième contribution** sera présentée par Valentin Lamarque (doctorant en ergonomie) et Guillaume Swierczynski (doctorant en santé publique). Elle portera sur l'hybridation de la Santé publique et de l'ergotoxicologie dans un contexte d'exposition des soignants aux cytotoxiques, contenus dans les médicaments anti-cancéreux administrés en service d'oncologie. L'enjeu de la recherche interventionnelle présentée est la co-construction d'un dispositif de formation en e-learning avec les professionnels concernés.

La **troisième contribution** sera présentée par Caroline Esterre (ergonome) et Emilie Bussy (métrologue) au sein d'un service de santé au travail, l'AH133. La présentation va porter sur l'étude de l'exposition des soignants aux cytotoxiques (contenus dans les médicaments anticancéreux) dans un institut d'oncologie. La question qui va être discutée est de savoir comment l'activité de travail des professionnels de santé peut induire des situations d'expositions aux agents cytotoxiques ? Cette question va être traitée à partir :

- De l'analyse de l'activité de travail des soignants (recherche des situations exposantes) en suivant le produit de sa réception à son élimination dans l'institut
- De prélèvements de surface (identification des sources potentielles d'exposition)
- De la restitution des analyses aux salariés grâce à des objets intermédiaires pour développer les pratiques de prévention

La **quatrième contribution** sera présentée par Jessie Aldana (toxicologue à l'ASTI en formation en ergonomie) et Maël Montigny (en formation en ergonomie). La présentation va porter sur l'analyse de l'activité et de l'exposition à des produits chimiques dans le cadre de la fabrication d'orthèses chez des pédicures podologues. Cette intervention a permis de mettre en évidence une exposition au risque chimique potentialisée par des déterminants organisationnels et techniques de l'activité. Des variables ont été observées et ont permis de révéler d'autres facteurs d'expositions aux agents chimiques dangereux. Des observations ouvertes et systématiques de l'activité ont été couplés à une analyse de danger des produits manipulés. L'étude a permis de mettre en corrélation des signes d'intoxication déclarés par les opérateurs avec les résultats de mesures.

La **cinquième contribution** sera présentée par Caroline Jolly (Doctorante en ergonomie, IRSST) et Fabienne Goutille (anthropologue doctorante en ergonomie, Inserm). Elle va porter sur les croisements possible entre analyse de l'activité, analyse du contexte de l'activité et analyse des expositions aux pesticides du point de vue des agriculteurs. Les deux recherches-interventions menées au Canada et en France viendront illustrer la manière dont l'ergonomie peut contribuer à la prévention du risque pesticides dans deux contextes d'intervention différents (acteurs, réglementations, technologies, ...).

## RATTACHEMENT DESIRE AUX THEMES DU CONGRES ET/OU AUX 10 THEMES DE LA SELF

Axe 3 de la thématique du congrès : Situations de vulnérabilité et de gestion des risques professionnels et industriels : à quelles échelles intervenir et comment ?

Axe(s) thématique(s) : 1. Santé au travail et risques professionnels ou 9. Recherches et pratiques de l'intervention en ergonomie

## BIBLIOGRAPHIE

- Albert, M., Judon, N., Folcher, V., Bourmaud, G., Pueyo, V., Larbaigt, J., & Garrigou, A. (2021). Apport des approches instrumentale et ergotoxicologique pour la conception : Le cas du matériel de pulvérisation des pesticides dans viticulture. *Le travail humain*, 84(3), 197232. <https://doi.org/10.3917/th.843.0197>
- Galey, L., Garrigou, A. (2020). A ergotoxicologia, da palavra aos conceitos e às metodologias. *Laboreal*. Vol. 16, N°2. <https://doi.org/10.4000/laboreal.16402>.
- Falzon, P. (2004). *Ergonomie*.
- Galey, L. (2019). *Développement d'une méthode d'évaluation de l'exposition aux particules nanométriques en situation de travail, intégrant l'analyse d'activité et la caractérisation des aérosols*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux. Financement INRS et région Aquitaine. Taux d'encadrement 100%. Maître de conférence en ergonomie Université de Paris 10 depuis septembre 2020.



Garrigou, A. (2011). Le développement de l'ergotoxicologie : une contribution de l'ergonomie à la santé au travail (Habilitation à Diriger des Recherches en Ergonomie, Université de Bordeaux, Bordeaux).

Goutille, F., Galey, L., Rambaud, C., Pasquereau, P., J., M., Jackson Filho & Garrigou, A., (2016). Prescrição e utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) em atividades com exposição a produtos químicos cancerígenos, mutagênicos e reprotóxicos (CMR): pesquisa-ação pluridisciplinar em uma fábrica francesa de decoração para móveis. Dossier Temático : Os equipamentos de proteção individual (EPI): protetores, mas nem sempre. *Laboreal*, Volume XII :: No.1 : Julho 2016, p23-38

Jolly, C., Beaugrand, S., Tuduri, L., Ledoux, E., Garrigou, A. (2021). Mise en visibilité des situations d'exposition cutanée aux pesticides et des pratiques de prévention. Développement méthodologique réalisé en collaboration avec des producteurs de pommes québécoises. Rapport de recherche R-1132, 110 p., IRSST, Montréal, Canada

Judon, N., (2017). *Rendre possible un espace intermédiaire de dialogue pour co-construire de nouvelles solutions de prévention dans un contexte d'incertitude Cas des travaux de revêtements routiers*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux.

Mohammed-Brahim, B., & Garrigou, A. (2009). Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique. *Activités*, 06(1). <https://doi.org/10.4000/activites.2086>

Mortureux, Y. (2016). Fondamentaux de l'analyse de risque. *Fondation pour une culture de sécurité industrielle*, (2016-02), 40.

Villate, R. (1985). Toxicologie et ergonomie. In *Les risques du travail* (B. Cassou, D., Huez, M.-L., Mousel, C., Spitzer & A., Touranchet-Hébrard, p. 301-303). Paris : Edition de la Découverte.

Wisner, A. (1972). Diagnosis in Ergonomics or the Choice of Operating Models in Field Research. *Ergonomics*, 15(6), 601-620. <https://doi.org/10.1080/00140137208924462>



# Les apports de l'ergotoxicologie en Service de Prévention et de Santé au Travail

## *Une intervention dans une entreprise de fabrication de structures en béton préfabriquées*

Cédric GOUVENELLE<sup>1,2</sup> & Julie VONARX<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Clermont Auvergne, CNRS, Acté, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>2</sup> APST18

[c.gouvenelle@apst18.com](mailto:c.gouvenelle@apst18.com)

Résumé. Des travailleurs dans une entreprise de fabrication de structure en béton préfabriqués sont exposés aux poussières de béton, contenant de la silice cristalline, lors de l'activité de finition. Les perceptions du contexte et des normes entre les travailleurs et l'employeur apparaissent différentes et amènent à des conduites singulières et à des régulations concernant le port de certains équipements de protection individuelle. Dans cette situation, une méthodologie issue de l'ergotoxicologie est mise en œuvre. Elle est appuyée sur la construction d'un objet intermédiaire évolutif qui devient un levier vers la construction de pistes de solution.

Mots-clés : Ergotoxicologie ; activité ; perception ; normes ; Service de Prévention et de Santé au Travail

## The contribution of ergotoxicology in Occupational Health Service

### *An intervention in a company manufacturing prefabricated concrete structures*

Abstract. Workers in a precast concrete structure manufacturing company are exposed to cement dust, containing crystalline silica, during the finishing activity. Perceptions of the context and of the standards between workers and employers appear to be different and lead to particular behaviors and regulations concerning the wearing of certain personal protective equipment. In this situation, a methodology derived from ergotoxicology is implemented. It is based on the construction of an evolving intermediate object which becomes a lever towards the construction of possible solutions.

Keywords: Ergotoxicology, activity, perception, standards, Occupational health service.

### INTRODUCTION

La fabrication d'éléments en béton est identifiée comme un secteur exposant les travailleurs à de la silice cristalline cancérogène. Le médecin du travail et l'équipe pluridisciplinaire doivent pouvoir estimer l'exposition des travailleurs à leur poste de travail afin de conseiller l'employeur, les salariés et leurs représentants pour la mise en œuvre de mesures de prévention visant à diminuer les expositions (Haute Autorité de Santé, 2021). Il s'agit également de recueillir les éléments nécessaires à l'adaptation du suivi individuel et à la traçabilité des expositions. L'ergotoxicologie est définie comme un modèle de prévention du risque chimique qui permet d'agir sur les déterminants d'une situation d'exposition révélés par

l'analyse de l'activité de travail et les connaissances issues de la toxicologie (Mohammed-brahim, 2015).

L'objectif de la communication est de mettre en lumière les apports de l'ergotoxicologie appuyé sur un objet intermédiaire (Vinck, 2009), en service de prévention et de santé au travail, pour prévenir les risques pour la santé des travailleurs exposés à des produits chimiques.

### LE CONTEXTE

En 2017, le Service de Prévention et de Santé au Travail (SPST) du Cher s'est engagé autour d'axes stratégiques soutenus par une plateforme numérique interactive en direction des adhérents, afin de développer des outils performants qui permettent d'anticiper une révolution numérique intégrant des

évolutions légales (Gouvenelle et al., 2021). Afin de rendre plus visible l'effectivité des missions confiées par l'Etat au SPST auprès des adhérents, la plateforme technologique permet de capter 4 sources de données :

- Auprès des employeurs lors de la déclaration d'effectif qui permet de déclarer les risques d'exposition des salariés. L'accompagnement systématique des adhérents à la réalisation du DUER par les équipes du SPST à l'aide de l'outil en ligne lors de la déclaration d'effectifs a permis de constituer une base de données de l'exposition aux risques des travailleurs dans les entreprises du Cher
- Auprès des travailleurs par une pré-visite connectée sur tablette et des examens connectés
- Auprès des équipes médicales durant la visite par un dossier médical santé travail « ergonomique » qui assure 100% de saisie
- Auprès des acteurs qui interviennent en entreprise pour caractériser les expositions professionnelles.

Au-delà des facteurs individuels, l'objectif est de chercher à analyser les facteurs aggravants liés à l'activité de travail en les croisant avec de la data collective. L'arrivée de la Big Data a transformé en profondeur le SPST grâce à l'exploitation de plus de 2 millions de données collectées en plus de 2 ans. La Big Data est caractérisée par un volume important de données vérifiées de nature différente qui sont traitées en temps réel (Gandomi & Haider, 2015; Ward & Barker, 2013). La mise en visibilité de ces données et leur analyse permet aux membres des équipes pluridisciplinaires d'ouvrir un dialogue avec les chefs d'entreprises, les représentants du personnel et les travailleurs à propos de la situation de l'entreprise, des postes, des expositions professionnelles à partir d'éléments factuels. C'est une ouverture vers des échanges permettant d'instruire la demande en raison de nouveaux besoins et de co-construire des propositions d'interventions ciblées, sur des populations, des métiers, des territoires, menant à des plans d'actions structurés.

Dans l'étude de cas présentée, ces données ont permis au médecin du travail de réaliser un diagnostic santé / travail qui a orienté dans un premier temps les actions de l'ensemble de l'équipe pluridisciplinaire vers :

- Un accompagnement à la mise à jour du document unique et de la fiche d'entreprise.
- Une évaluation des conditions d'exposition des travailleurs à la poussière contenant de la silice cristalline afin d'adapter la surveillance médico-professionnelle conformément aux nouvelles recommandations de l'HAS (2021).

Lors d'une visite de l'entreprise, un échange a lieu portant sur les besoins de l'employeur en matière d'accompagnement pour la prévention des risques professionnels. Celui-ci fait émerger que le risque prégnant demeure l'exposition des travailleurs à la poussière de béton lors des opérations de finition malgré le changement des installations et le déménagement. Le besoin identifié par l'employeur rejoint donc la demande exprimée par le médecin du

travail, issue du suivi médical des travailleurs de l'entreprise.

L'employeur explique qu'il a cherché des moyens de captation des poussières, car les salariés ne portent pas ou peu les EPI, mais que rien ne lui semble actuellement répondre à ses besoins. Il apparaît également que le risque d'exposition aux poussières comme à la silice cristalline n'est pas pris en compte ni évalué dans le DUER réalisé par un consultant extérieur à l'entreprise. La proposition d'une étude ergo-toxicologique est retenue. Elle a pour objectif de co-construire des solutions en s'appuyant sur un objet intermédiaire issu de l'analyse de l'activité et la recherche (Wolff et al., 2008) de ce qui fait valeur pour les travailleurs dans le rapport au travail comme dans le rapport au risque. Il est conclu que l'accompagnement au DUER et la fiche d'entreprise seront réalisés dans le même temps par un ergonomiste de l'APST18 et qu'ils intégreront les conclusions de l'étude.

## DONNÉES D'EXPOSITION

Une synthèse des données d'exposition à la silice cristalline a été réalisée dans l'avis de l'ANSES, intitulé « Dangers, expositions et risques relatifs à la silice cristalline » (2019). Ces travaux proposent notamment un état de l'art exhaustif sur le sujet. La littérature indique que le secteur est poly-exposé. L'étude présentée porte en revanche sur la problématique de l'exposition à la poussière. Elle met en évidence que la « fabrication d'éléments en béton pour la construction » fait partie des secteurs présentant les médianes d'exposition les plus élevées dans la base SCOLA (Système de Collecte des informations des organismes Accrédités). De plus, la base de données SOLVEX de l'INRS a été consultée le 15/07/2021. La recherche effectuée porte sur le secteur 23.61Z (fabrication d'éléments en béton pour la construction) entre 1987 et 2021 pour les substances chimiques suivantes :

- Poussières inhalables (362 résultats)
- Poussières alvéolaires (569 résultats)
- Quartz (489 résultats)
- Cristobalite (456 résultats)

Les résultats montrent des dépassements des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) pour :

- 9.12 % des résultats pour les poussières inhalables
- 4.22 % des résultats pour les poussières alvéolaires
- 12.68% des résultats pour le quartz
- 0.66 % des résultats pour la cristobalite

Les VLEP sont des niveaux de concentration en polluants dans l'atmosphère des lieux de travail à ne pas dépasser sur une période de référence déterminée.

Ces résultats ne tiennent pas compte des recommandations ANSES qui dans son avis sur les VLEP des poussières dites sans effet spécifique (ANSES, 2020) recommande d'abaisser la VLEP -8H de 10 à 4 mg/m<sup>3</sup> pour la fraction inhalable et de 5 à 0,9 mg/m<sup>3</sup> pour la fraction alvéolaire. Le dépassement de la VLEP serait alors plus fréquent. De la même manière L'ANSES (2019) indique que la valeur actuelle pour la silice cristalline de la VLEP-8H de 0,1mg/m<sup>3</sup> (actuellement

en vigueur en France pour le quartz et nouvellement définie en Europe pour la silice cristalline alvéolaire) n'est pas suffisamment protectrice. Ce constat rejoint les critiques sur les limites des normes d'exposition professionnelle du modèle dominant de prévention du risque chimique formulées par Mohammed-Brahim (2015). Cela semble d'autant plus important que les expositions à la silice cristalline dans les industries utilisant du ciment sont bien établies (Fluck et al., 2021; Pouransari et al., 2020; Toro Marín & Longas-Restrepo, 2020; Yusoff et al., 2021)

La recherche dans la base SOLVEX met également en évidence une exposition à d'autres types de substances chimiques comme les fumées de soudages, des solvants, les poussières de bois, des métaux et des fluides de coupes.

proposer un outil permettant de pouvoir vérifier ces hypothèses. Les travaux adoptent une position constructiviste qui s'appuie sur une approche centrée sur l'activité (Coutarel et al., 2015; Daniellou & Rabardel, 2005). Il s'agit dans le cadre de l'intervention de construire un cadre méthodologique qui s'appuie sur la construction d'un objet intermédiaire issu de l'analyse de l'activité des personnes et qui évolue et s'enrichit au cours d'un processus itératif. Lors de ce processus, il s'agit d'interroger l'activité en faisant émerger ce qui fait valeur pour les personnes, ce qui, oriente leurs actions, leurs choix en situation. « *L'objet intermédiaire est une aide au raisonnement, à la formalisation du problème et à la recherche de solution, et ceci de manière individuelle et collective. L'objet intermédiaire est la matérialisation, la mémorisation des décisions constitutives au projet* » (Minel, 2003, p. 51) .

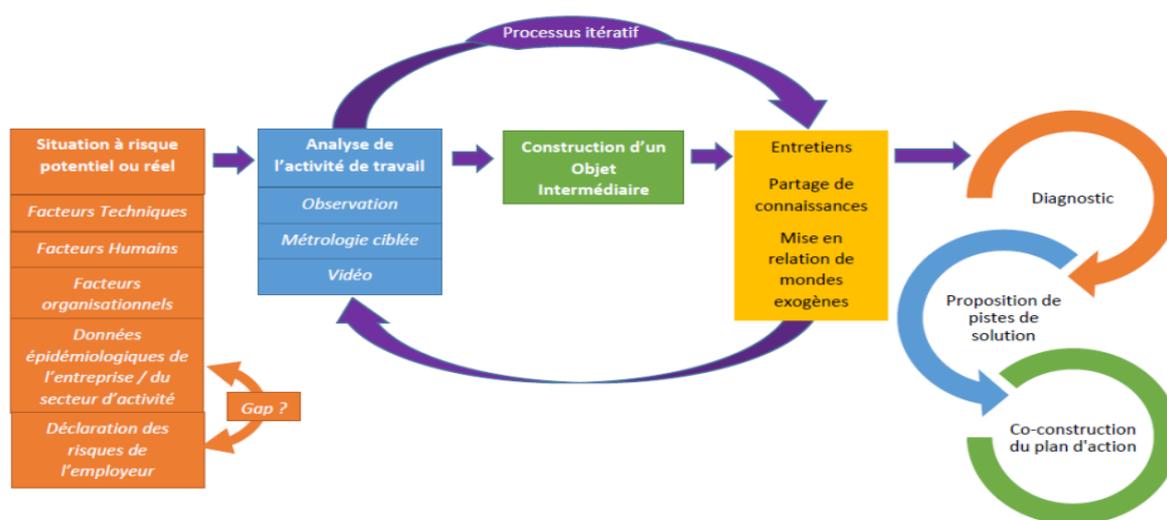


Figure 1 Schématisation du processus méthodologique

Enfin, les matrices emploi exposition de santé publique France ont été consultées le 15/07/2020 pour la nuisance silice cristalline et sur le secteur d'activité 26.6A (ancienne nomenclature NAF correspondante au secteur d'activité 23.61Z actuel). Un filtre sur le métier d'artisans maçons (CSP 211a) et maçons qualifiés (632a) a été appliqué.

Les résultats montrent qu'un maçon a entre 85 et 95% de probabilité d'être exposé entre 0,1 et 0,5mg/m<sup>3</sup> pendant 55 à 65 % de son temps de travail entre 1947 et 1985. La durée d'exposition diminue entre 1986 et 2007 et se situe entre 35 et 45% de son temps de travail. Il s'avère donc que les salariés du secteur concerné sont exposés à des poussières contenant de la silice cristalline, lors de leur activité de travail, à des concentrations qui peuvent entraîner des effets sur la santé, ce que met en évidence le rapport Anses sur la silice en faisant ressortir le code NAF 23 (déclaration de maladies professionnelles).

## MÉTHODOLOGIE

La confrontation des demandes, des différents facteurs environnementaux et contextuels, des données d'exposition issues de la littérature de référence, a mené à la formulation d'hypothèses. La construction de la méthodologie a pour objet de

Ainsi, une rigueur est apportée à la construction de la méthodologie porteuse d'éléments de comparaison qui peuvent faire émerger des régularités au sein des matériaux notamment s'ils sont élargis à d'autres entreprises adhérentes du SPST. Ces régularités s'entendent autant au niveau des exposition que de conduite des personnes, afin de pouvoir situer les régulations face aux expositions mais aussi les constructions de normes collectives de métier (Cuvelier et al., 2017).

Dans une première approche, il s'agit de prendre en compte l'ensemble des modalités de prescription, qu'elles soient endogènes ou exogènes, descendantes de structures organisationnelles ou institutionnelles ou provenant de la matière ou du vivant : du réel de facteurs techniques comme de l'activité des personnes ou des collectifs (Daniellou, 2002; Six, 2002).

Il s'agit de faire un recensement de l'ensemble des facteurs humains, techniques et organisationnels qui impactent la situation de travail et les travailleurs en situation. C'est un processus itératif entre observations, entretiens et prescriptions de l'entreprise.

L'ensemble de la méthodologie est conçu comme un processus d'enquête visant à résoudre l'énigme

initiale. Ce processus est construit sur la base de la logique pragmatique de Dewey (1938). Cette confrontation aux matériaux empiriques de la recherche prend part dans un processus d'enquête (Dewey, Op.Cit.).

Dans cette logique, les prescriptions endogènes comme exogènes n'apparaissent pas en opposition avec le réel du travail mais sont concomitantes (Dewey, 1920). A l'instar des modalités de fonctionnement des projets de conception, ce sont les itérations et les retours d'expériences qui sont à l'origine des ajustements comme des développements de l'action.

Ainsi, du rapport à nos matériaux émerge un processus dont l'objectif pragmatiste est la construction de connaissances qui s'articule avec la nécessité de répondre opérationnellement aux besoins de la demande du SSTI. Il y a un impératif d'intégrer une logique opératoire à la logique cognitive que développe Dewey (Lorino, 2013), cité par Thievenaz (2019, p. 117) : « la science devrait surtout contribuer à faire les relations entre l'homme et son travail – y compris les relations avec les autres hommes qui y participent – qui mobiliseront intelligemment son intérêt pour bien faire ce qu'il fait ».

Lors de l'activité de travail, les personnes confrontent ces différentes normes à la perception qu'elles ont de leur activité, au réel du travail (Durrive, 2015), articulant des réalités objectives et subjectives (Coutarel et al., 2015). Elles sont hiérarchisées, réinterprétées et réajustées par chacun par une « inscription du milieu en soi, et de soi-même dans le milieu » (Schwartz & Echtenacht, 2009, p. 34).

La construction des matériaux s'effectue en suivant le schéma (Figure 1) fondé sur les méthodologies d'ergotoxicologie (Galey et al., 2019; Garrigou et al., 2015, 2017; Mohammed-brahim, 2015).

Les activités de travail comme les entretiens ont été systématiquement filmés. Ces matériaux, au-delà de la possibilité d'analyse de l'activité donnent la possibilité de la construction d'un film compilant

- Des images des principales phases de l'activité de travail des travailleurs
- Des données objectives de l'exposition aux poussières lors de ces différentes phases de l'activité.

Les notes prises lors de l'analyse de l'activité, en articulation avec la documentation vidéo et les entretiens exploratoires réalisés lors de l'activité de travail permettent la construction d'une chronique d'activité, mise en relation avec les données objectives de l'exposition aux poussières recueillies par mesurage.

Le travailleur a été équipé d'un Photomètre SIDEPAK AM510 TSI afin de mesurer en continu l'exposition aux poussières.

Cette vidéo est utilisée lors des entretiens d'auto-confrontation. C'est un objet intermédiaire (Vinck, 2009; Vinck & Laureillard, 1996) dans la mesure où il permet la mise en relation et le partage de connaissances entre deux mondes qui se caractérisent par une combinaison complexe et hiérarchisée d'orientation des actions qui les organise

à partir d'une valeur directrice, de normes sociales ou professionnelles (Récopé, 2001; Récopé et al., 2011, 2018). Ces mondes sont celui d'experts en prévention et en santé au travail d'une part et celui du travail observé. Cet objet permet d'avoir un lieu, un vécu et une expérience en commun à partir duquel il est possible de réagir et d'échanger, de partager des sensations, des émotions et des connaissances. Ce partage autour de l'objet intermédiaire peut prendre une valeur significative. Pour cela, « il ne suffit pas qu'une expérience soit faite ou subie [...] il faut qu'elle modifie un tant soit peu le cours de sa vie » (Récopé, 2001, p. 10). Cet objet commun est voué à évoluer au fur et à mesure de l'intervention. Il porte l'activité et les données d'exposition dans un premier temps. Dans un deuxième temps, pour la restitution, il est enrichi des verbatim des acteurs de l'entreprise. Puis, dans le futur, lors de la construction des pistes de solutions, de nouveaux éléments issus de la construction du plan d'action pourront y être ajoutés afin de laisser à l'entreprise comme au SPST une traçabilité de l'évolution des échanges, des compromis réalisés pour construire la solution.

## RÉSULTATS

La tâche la plus exposante pour les travailleurs lors de l'activité de travail est le meulage comme le montre la Figure 2 :

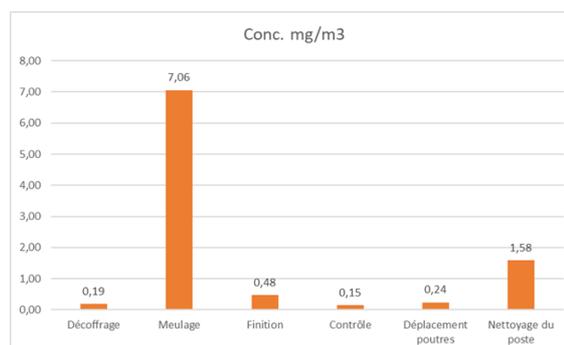


Figure 2 Concentration en poussière lors des différentes phases d'activité

La concentration moyenne des poussières lors de l'opération de meulage est 7 à 8 fois plus élevée que lors des autres opérations.

Lors de cette opération, il apparaît des concentrations importantes qui augmentent au fur et à mesure de l'activité. Les concentrations ne baissent que lorsque le travailleur change de poutre ou de côté de poutre, lorsqu'il coupe à la meuleuse comme cela apparaît à la Figure 3. Cette activité occupe 20% du temps d'observation. Lors de cette activité, le travailleur porte un gant de protection mécanique 3131X à la main droite qui porte la meuleuse. Il porte également un masque de protection oculaire.

Dans l'atelier, les portes côté expédition sont ouvertes en permanence ainsi que les ouvertures sur le toit, mais le jour de l'observation, malgré un météo avec du vent, il n'apparaît pas de courant d'air déplaçant le

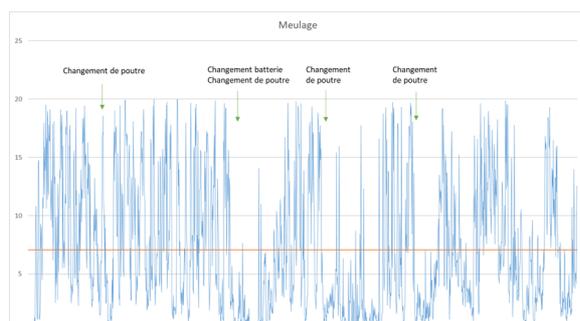


Figure 3 Concentration en poussière lors de l'activité de meulage

nuage de poussière dans l'atelier, y compris lorsque les portes de la partie évacuation des déchets sont également ouvertes en fond d'atelier.

Lors de l'auto-confrontation, les travailleurs font émerger plusieurs éléments. D'une part, ils expliquent qu'ils sont conscients de cette forte exposition et « qu'ils mangent de la poussière ». Afin de réguler cette exposition au risque, ils essaient de réaliser au maximum la tâche de travail en apnée afin d'avaler le moins de poussière de ciment possible. L'observation et la vidéo permettent de constater une respiration superficielle lors de laquelle de petits volumes d'air sont inspirés et avec des apnées intermittentes. Cependant, comme il est possible de le voir sur le graphique, il demeure un nuage résiduel y compris lorsque le travailleur cesse son activité de meulage. Ce sont dans ces temps qu'il en profite pour reprendre pleinement sa respiration. Lors de l'auto confrontation, l'un des travailleurs indique : « Quand je veux respirer j'essaie d'arrêter. Même en arrêtant il y a toujours de la poussière, on la respire quand même ».

Les travailleurs expliquent également qu'ils ne portent pas de masque de protection respiratoire car en raison de la transpiration produite par l'effort physique, de la buée se forme sur le masque de protection oculaire. Ils expliquent lors de l'auto confrontation, alors qu'ils regardent l'un de leur collègue travailler sans masque respiratoire : « quand on a le masque et les lunettes il y a de la buée et tout. Des fois on est obligé d'arrêter d'enlever les lunettes et de les remettre ».

Une hiérarchisation des risques se produit entre l'atteinte immédiate en lien avec l'accident dû à la projection dans l'œil d'un éclat de béton lors du meulage et une atteinte différée liée à l'exposition à des poussières de béton contenant de la silice cristalline. Ces différents éléments enrichissent les matériaux et transforment la perception des autres acteurs. Ils amènent, par un processus itératif, à des reformulations successives de l'énigme initiale que doit résoudre le processus d'enquête (Dewey, 1938).

Il émerge également que durant l'activité de travail, les travailleurs consomment de l'eau et du café qui sont parfois restés à l'air libre sur l'établi, y compris durant l'opération de meulage. Le travailleur peut ingérer des particules de béton par les voies digestives. Cependant, l'auto-confrontation fait apparaître des conduites différentes en fonction des personnes. Certaines expliquent « je ne bois pas de café, mes bouteilles d'eau sont dans le frigo, dans la salle à côté » et d'autres « je laisse une bouteille sur le bord

mais pas ouverte parce que moi, je bois beaucoup, ça veut dire que je serai tout le temps obligé de faire des aller-retour ». Il émerge à cet instant une conscience du risque chez la majorité des travailleurs qui confirme que le non port du masque est un bien un compromis entre deux risques intégrés. En bilan d'entretien, le chef d'entreprise se dit étonné par ce qui est ressorti car il n'avait pas conscience de la complexité de la problématique.

## CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

Les échanges autour de l'objet intermédiaire ont permis de créer des interactions entre des mondes allogènes sur la question de l'activité, en questionnant la problématique de l'exposition aux poussières. Ces échanges permettent une montée en compétence de chacun des acteurs par des transferts de connaissances sur l'activité. Ainsi la co-construction de pistes de solution est l'illustration de l'émergence d'un compromis partagé par les différents acteurs. En premier lieu « Il ne faut pas que ça soit trop lourd » à propos des protections individuelles comme des outillages.

Le processus d'enquête a abouti à la construction d'un tableau des différents déterminants (Figure 4) participant à la résolution de l'énigme initiale, qu'ils soient quantitatifs ou qualitatifs. C'est la production de ces données objectives sur l'activité, éclairant ou éclairées par la perception des travailleurs en fonction des situations, qui a permis de nourrir les échanges et d'enrichir au fur et à mesure l'objet intermédiaire.

Ce qui émerge des échanges en premier lieu est que les travailleurs ne sont pas hostiles au port d'équipements de protection individuelle. Il faut néanmoins que ceux-ci soient adaptés à leur activité de travail, ne les gênent pas et ne soient pas à l'origine d'autres atteintes immédiates à la santé. « C'est comme tout, il faut passer la première appréhension et on l'adopte » expliquent-ils.

Des tests vont être effectués avec des cagoules à ventilation assistée comprenant une visière résistante aux impacts et un système de filtration des poussières. A plus long termes, l'employeur souhaite engager des travaux afin de mettre en place un système de protection collectif des travailleurs, qui s'avère nécessaire car il y a régulièrement de la co-activité dans cette zone de travail. L'employeur a pris contact avec la CARSAT et le CIRCOP pour l'intervention d'un ingénieur spécialisé en aérodynamique dans l'objectif de discuter de la faisabilité de la mise en place d'une aspiration des poussières.

Enfin, les échanges lors de l'auto-confrontation et la construction du plan d'action sont des leviers pour l'entreprise. Ils ont permis de remettre les travailleurs et l'activité de travail au centre des débats. C'est une réelle prise en compte et reconnaissance métier qui peut participer à donner du sens au travail, notamment en continuant à intégrer les travailleurs aux discussions et aux différents tests des pistes de solution. L'objet intermédiaire a par ailleurs continué à jouer son rôle lors de la présentation de l'intervention à l'IUT de Bordeaux. L'objet intermédiaire a permis de mettre en lien les expériences d'experts de la prévention ayant des mondes construits sur des valeurs différentes (institutionnels, universitaires, consultants, SSTI). La confrontation de ces expériences a fait émerger de nouvelles pistes de solution. Il s'agit d'avoir

une réflexion sur le moulage pour éviter ou diminuer les opérations de meulage.

Pour le SPST, la mise en place d'une intervention appuyée sur une méthodologie d'ergotoxicologie peut être un levier à la construction de la pluridisciplinarité au sein des équipes pluriprofessionnelles. C'est en effet une méthodologie construite sur des prises de rôles successifs de la part des personnes participant à l'intervention (Barcellini, 2008; Gouvenelle, 2021). Le médecin qui bâtit le diagnostic santé travail avec l'IDEST et son équipe, l'ergonome qui oriente l'analyse de l'activité et le toxicologue qui amène des données d'exposition et de compréhension lors de l'activité. Au-delà de la

coopération intermétiers, les prises de rôles successives d'expert des différents acteurs favorise la reconnaissance des compétences mais également des possibilités de régulations lors des interventions. C'est un ensemble de facteur qui ouvrirait des possibilités de dynamiques collectives, permettant un saut qualitatif, qui pourrait faire passer les équipes pluriprofessionnelles du stade du travail collectif à des collectifs de travail (Caroly, 2010), permettant l'accession à un fonctionnement pluridisciplinaire et à une meilleure prévention du risque chimique pour les travailleurs comme les adhérents du SPST.

	Prescriptions exogènes et endogènes	Activité	Expositions	Environnement	Perception des acteurs
Techniques	EPI (masques) à disposition des travailleurs	Charge physique importante sur certaines phases Utilisation d'outils dispersifs = meuleuse, balai, pelle... Port d'un masque de protection oculaire Absence de port d'un masque de protection respiratoire Difficultés pour l'employeur de trouver les EPI (masques de protection respiratoire) à disposition	Poussières de béton contenant de la silice cristalline cancérigène	Atelier naturellement ventilé Espace partagé avec d'autres travailleurs Absence d'aspiration Environnement bruyant lors de l'utilisation de la meuleuse	"on mange de la poussière" "on transpire ce qui crée de la buée dans le masque oculaire" Compromis entre le risque de prendre un éclat dans les yeux et se protéger contre l'inhalation de poussières
Organisationnels	Horaires de travail 8h-17h Pauses autorisées Absence d'affichage au poste de travail (mode opératoire, consignes de sécurité)	Consignes données à l'oral			Objectif employeurs = 20 poutres à réaliser par jour à 2 salariés Les salariés indiquent en faire 10 à 12 par jour seul
Humains	2 salariés Faible ancienneté (2 ans) Formation interne par le chef d'atelier	Maçon de formation			
Données d'exposition	Risque poussière non identifié dans le DU actuel Salariés déclarés en Suivi Individuel Renforcé pour la Silice	Les nuages mettent du temps à disparaître, exposition y compris en dehors de l'activité de meulage, lorsque les travailleurs reprennent leur souffle, boivent, etc...	Toutes les activités sont supérieures à 0,9mg/m <sup>3</sup> , Meulage et nettoyage de l'atelier montent à 20mg/m <sup>3</sup>	Pas de dispersion naturelle liée à la ventilation des nuages de poussière	"Parfois, on est 3 à meuler en même temps, là, même quand on s'arrête, il y a l'autre qui est toujours en train de meuler et il y a encore plus de poussière..."
Données antreprise	DU en cours de mise à jour	Meulage de béton, balayage des poussières de béton			

Figure 4 Tableau récapitulatif des déterminants de l'enquête

## BIBLIOGRAPHIE

- ANSES. (2019). *Dangers, expositions et risques relatifs à la silice cristalline*.
- ANSES. (2020). *Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel - Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel*.
- Barcellini, F. (2008). Conception de l'artefact, conception du collectif: dynamique d'un processus de conception ouvert et continu dans une communauté de développement de logiciels libres. In CNAM. Thèse de Doctorat d'ergonomie - Conservatoire national des arts et métiers - CNAM.
- Caroly, S. (2010). *Activité collective et réélaboration des règles: des enjeux pour la santé au travail*. Humanities and Social Sciences. Université Victor Segalen - Bordeaux II.
- Coutarel, F., Caroly, S., Vézina, N., & Daniellou, F. (2015). Marge de manœuvre situationnelle et pouvoir d'agir: Des concepts à l'intervention ergonomique. *Travail Humain*, 78(1), 9–29.
- Cuvelier, L., Falzon, P., Granry, J. C., & Orliaguet, G. (2017). Développement des collectifs de travail et développement de la sécurité: une étude sur les décisions à risque en anesthésie. *Psychologie Du Travail et Des Organisations*, 23(3), 255–272.
- Daniellou, F. (2002). Le travail des prescriptions: conférence inaugurale. 37<sup>e</sup> Congrès de La SELF, Aix-En-Provence, Les 25, 26 et 27 Septembre 2002.
- Daniellou, F., & Rabardel, P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics: some traditions and communities. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(5), 353–357.
- Dewey, J. (1920). *Lectures in China, 1919-1920*. The University Press of Hawaii (1973).
- Dewey, J. (1938). *La logique: théorie de l'enquête*. PUF (1967).
- Durrive, L. (2015). *L'expérience des normes. Comprendre l'activité humaine avec la démarche ergologique*. Octares.
- Fluck, B., Mahdjoubi, L., Fluck, D., Fry, C. H., & Han, T. S. (2021). Disparity in the risk of exposure to respirable crystalline silica dust among non-manual and manual employees in the construction industry. *Safety in Extreme Environments*, 3(2), 125–132.
- Galey, L., Judon, N., Jolly, C., Goutille, F., Albert, M., Lhospital, O., Martin, P., Noel, C., Pasquereau, P., Aublet-cuvelier, A., Galey, L., Judon, N., Jolly, C., Goutille, F., Morelot, S., Albert, M., Martin, P., Noel-suberville, C., Pasquereau, P., & Aublet-cuvelier, A. (2019). Proposition méthodologique en ergotoxicologie pour révéler les expositions à des produits chimiques. *Activités*, 16(1), [En ligne].
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137–144.
- Garrigou, A., Judon, N., Goutille, F., Galey, L., Gruenais, M., Mohamed-brahim, B., & Jackson, M. (2017). Les représentations des risques comme objet de

- dialogue pour construire la prévention. 52ème Congrès de La SELF - Présent et Futur de l'Ergonomie (Toulouse, 20-22 Septembre), 563-566.
- Garrigou, A., Théry, L., Chassaing, K., Effantin, E., Mercieca, P., Dimerman, S., Vanderghote, M., Négroni, P., Gauthier, P., Gouille, F., Galey, L., Merlin, X., Vergneaux, L., & Baratta, R. (2015). Une approche pluridisciplinaire du processus de construction sociale de la prévention du risque CMR. 50ème Congrès International d'Ergonomie de Langue Française, *Articulation Performance et Santé Dans l'évolution Des Systèmes de Production*.
- Gouvenelle, C. (2021). *Les dynamiques des interactions asymétriques dans des collectifs pluridisciplinaires en SSTI . Une approche anthropologique et ergonomique de quatre projets de conception d'actions de prévention en santé au travail*. Thèse de doctorat STAPS, Anthropologie et Ergonomie, Université Clermont Auvergne.
- Gouvenelle, C., Cassar, A., & Thorin, F. (2021). Les impacts de l'introduction de la Data en SSTI : de l'adaptation des pratiques de métier à la transformation des organisations. 55ème Congrès de La SELF, *L'activité et Ses Frontières. Penser et Agir Sur Les Transformations de Nos Sociétés*.
- Haute Autorité de Santé. (2021). *Surveillance médicoprofessionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à la silice cristalline*.
- Lorino, P. (2013). L'activité collective, processus organisant : un processus discursif fondé sur le langage pragmatiste des habitudes. *Activités*, 10(1), 221-242.
- Minel, S. (2003). *Démarche de conception collaborative et proposition d'outils de transfert de données métier: Application à un produit mécanique "le siège automobile*. Sciences de l'ingénieur, Arts et Métiers ParisTech, Thèse.
- Mohammed-brahim, B. (2015). L'ergotoxicologie ou comment aborder le risque chimique du point de vue de l'activité du travail . *Les Actes de La Troisième Conférence Internationale Sur Les Application de l'ergonomie Dans Les Pays En Voie de Développement*, 26-27 Octobre 2015, 103-108.
- Pouransari, M., Mohammadyan, M., & Mohammadpour, R. (2020). Risk assessment of occupational exposure to heavy metals (lead, chromium, cadmium) in cement respirable particles in a cement factory. *Iran Occupational Health*, 17(1).
- Récopé, M. (2001). *L'apprentissage*. Collection Pour l'action, Edition Revue EP.S.
- Récopé, M., Fache, H., Beaujouan, J., Coutarel, F., & Rix-Lièvre, G. (2018). A study of the individual activity of professional volleyball players: Situation assessment and sensemaking under time pressure. *Applied Ergonomics*, In Press.
- Récopé, M., Fache, H., & Fiard, J. (2011). Sensibilité , conceptualisation et totalité [ activité-expérience-corps-monde ]. *Travail et Apprentissages*, 7, 11-32.
- Schwartz, Y., & Echternacht, E. (2009). Le corps-soi dans les milieux de travail : comment se spécifie sa compétence à vivre ? *Corps*, 1(6), 31-37.
- Six, F. (2002). De la prescription à la préparation du travail ; la dimension sociale du travail. Exemple du travail des compagnons et de l'encadrement sur les chantiers du bâtiment. *Les Évolutions de La Prescription. 37e Congrès de La Société d'Ergonomie de Langue Française*, 127-133.
- Thievenaz, J. (2019). *Enquêter et apprendre au travail. Approcher l'expérience avec John Dewey*. Editions Raison et Passions.
- Toro Marín, J. E., & Longas-Restrepo, A. (2020). Proposal for the risk analysis for silica exposure based on the respirable fraction dust. *Dyna*, 87(212), 129-133.
- Vinck, D. (2009). De l'objet frontière à l'objet intermédiaire. Vers la prise en compte du travail d'équipement. *Revue d'anthropologie Des Connaissances*, 3(1), 51-72.
- Vinck, D., & Laureillard, P. (1996). Coordination par les objets dans les processus de conception. *Centre de Sociologie de l'Innovation, Ecole Des Mines de Paris. Représenter, Attribuer, Coordonner*, May 1996, 289-295.
- Ward, J. S., & Barker, A. (2013). Undefined By Data: A Survey of Big Data Definitions. *ArXiv*, 1309.5821.
- Wolff, M., Burkhardt, J.-M., & de la Garza, C. (2008). Analyse exploratoire de " points de vue " : une contribution pour outiller les processus de conception. In *Le travail humain* (Vol. 68, Issue 3).
- Yusoff, Z. M., Abdul, S. N., Solehin, A., Haddi, A., & Amran, S. (2021). *Original Article A Study on Respirable Dust and Crystalline Silica among Construction Workers*. 18(1), 11-22.

# Proposition d'hybridation entre santé publique et ergotoxicologie pour la prévention des risques de contaminations des soignants aux médicaments anticancéreux

Valentin LAMARQUE<sup>1,2</sup>, Guillaume SWIERCZYNSKI<sup>2,4</sup>, Fabienne GOUTILLE<sup>2</sup>, Mireille CANAL-RAFFIN<sup>2</sup>, Adélaïde NASCIMENTO<sup>1</sup>, Antoine VILLA<sup>3</sup>, Alain GARRIGOU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Conservatoire National des Arts et Métiers, CRTD-ergonomie, 41 Rue Gay-Lussac, Paris.

<sup>2</sup> Université de Bordeaux, Inserm, Bordeaux Population Health Research Center, Equipe EPICENE, UMR 1219, 146 rue Léo Saignat, Bordeaux.

<sup>3</sup> APHM la Timone, 80 Rue Brochier, Marseille.

<sup>4</sup> EHESP, 15 Avenue du professeur Léon Bernard, Rennes.

valentin.lamarque@lecnam.net

**Résumé.** Ce travail s'intègre dans le symposium "ergotoxicologie en action" et propose une première tentative de compréhension du processus d'élaboration méthodologique du projet PREVMAC. Ce projet, au départ mené par un doctorant en santé publique, prend la suite d'une étude d'expologie mettant en évidence une contamination interne des soignants. Cette contribution présente le cheminement réalisé depuis 2005, jusqu'à l'inclusion d'un doctorant en ergonomie, pour atteindre le niveau de coopération actuel. Cette hybridation est alors issue de rencontres opportunistes, symbolisée par une méthodologie, liant logique de santé publique et ergotoxicologie, par des méthodes d'expologie, de toxicologie analytique, de recherche interventionnelle, d'analyse de l'activité, et d'un "laboratoire du changement". Cette hybridation méthodologique permettra l'élaboration d'une formation en e-learning pour prévenir les risques de contamination des soignants aux médicaments anticancéreux et sera l'occasion d'enrichir mutuellement nos disciplines, en vue de coopérations à venir.

Mots-clés : Ergonomie – Ergotoxicologie – Santé publique – hybridation

## Proposal of hybridization between public health and ergotoxicology for risk prevention of contaminations of the nursing staff facing anticancer drugs

**Abstract.** This work is part of the "ergotoxicology in action" symposium and offers a first attempt to understand the methodological development process of the PREVMAC project. This project, initially led by a phd student in public health, follows on from an expology study highlighting internal contamination of nursing staff. This contribution presents the progress made since 2005, followed by the inclusion of a phd student in ergonomics, to reach the current level of cooperation. Then this hybridization is the result of opportunistic encounters, symbolized by a methodology, linking public health and ergotoxicology logic, through methods of expology, analytical toxicology, interventional research, activity analysis, and a "Change laboratory". This methodological hybridization will allow the development of an e-learning training to prevent the risks of contamination of nursing staff with anticancer drugs and will be an opportunity to mutually enrich our disciplines, in view of future cooperations.

Keywords: Ergonomics – Ergotoxicology – public health - hybridization

## LES MAC UN ENJEU EMERGENT EN SANTE AU TRAVAIL :

Ce travail s'inscrit dans un projet de thèses "jumelles" mêlant plusieurs disciplines dont la santé publique, l'ergonomie et l'expologie. Il vise la production de connaissances et le développement de méthodes hybrides contribuant à la Prévention des risques de contamination du personnel soignant aux Médicaments Anticancéreux (étude PREVMAC).<sup>1</sup>

Aujourd'hui, de nombreux organismes internationaux de santé et de sécurité au travail s'accordent sur la dangerosité des médicaments anticancéreux (MAC) (cyclophosphamide, méthotrexate...) et plus particulièrement sur leurs effets cancérigènes, mutagènes et/ou reprotoxiques (CMR).

Il a été démontré que les manipulations directes ou indirectes de MAC (excrétas, surfaces de travail...) sont des sources potentielles d'exposition des professionnels, la voie cutanée étant la principale voie d'exposition.<sup>2</sup>

En France, plus de 3 millions de séances de chimiothérapies sont réalisées par an et 74 000 infirmiers ou assimilés sont exposés quotidiennement aux MAC (enquête SUMER, 2017). Une étude récente française menée dans deux centres hospitaliers rapporte un pourcentage de contamination interne du personnel infirmier de 60% (Villa et al., 2021).

Au regard de la dangerosité de ces médicaments, malgré l'absence de valeur toxicologique de référence (VTR), et devant l'obligation réglementaire de l'employeur face à des substances CMR, il paraît urgent de réduire autant que possible les niveaux de contamination interne (suite d'une exposition aux produits cytotoxiques) des professionnels exposés.

Cependant à ce jour, les médicaments anticancéreux ne sont pas pris en compte dans le règlement CLP (Classification, Labelling and Packaging) des substances chimiques et donc ne s'intègrent pas au sein de l'arrêté de 1993.

À ce sujet, en 2020, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)<sup>3</sup> a émis un rapport d'expertise à la suite d'une saisine en 2017 de la Direction Générale du Travail. Ces travaux vont en faveur de l'inclusion des MAC à l'arrêté de 1993. Ses recommandations, conformément aux dispositions du code du travail, préconisent une évaluation des risques, la mise en place de formations (institut de formation et sur le terrain) et la réalisation d'un guide national, voire européen de « bonnes pratiques » de manipulation sécuritaire des MAC en milieu professionnel.

En effet, aujourd'hui, la France ne dispose pas de formation reconnue (initiale ou continue). Des recommandations ont été émises par le Centre National Hospitalier d'Information sur le Médicament dans un ouvrage payant et par l'INRS qui a édité des plaquettes d'information succinctes. Aucune d'elles n'a été évaluée du point de vue de leur efficacité.

A ce jour, les études publiées visant à réduire l'exposition, la contamination aux MAC, ou à modifier les pratiques ne rapportent pas de réelle efficacité. Ces études présentent néanmoins des points communs : une vision descendante des recommandations, et la non prise en compte des

spécificités des contextes avec un manque de mobilisation des acteurs du terrain.

Dans le cadre de l'étude PREVMAC, la collaboration de deux doctorants aux champs disciplinaires complémentaires cherchera à répondre aux différents enjeux de santé que représente la problématique du risque chimique des MAC sur les soignants.

Dans cette communication, nous essaierons de montrer les enjeux de cette hybridation méthodologique entre l'ergotoxicologie et la santé publique dans un objectif de formation en prévention primaire vis-à-vis du risque chimique lié aux MAC. Ce travail abordera les chapitres suivants : (1) les raisons de cette hybridation (2) le processus l'y ayant conduit ; (3) les enjeux de l'articulation santé publique et ergotoxicologie ; (4) l'historique de la coopération dans le projet (5) et le rôle de l'exposition dans la co-construction d'une méthodologie hybride avec les acteurs de terrain.

## POURQUOI L'HYBRIDATION ?

En remontant dans le passé, pour arriver à l'origine du mot hybridation, Alain Rey (Rey, 2016) nous rappelle que le terme hybridation faisait référence au passage du végétal naturel à quelque chose utilisable plus efficacement par l'homme. Il précise également que c'est dans ces années-là que des témoins littéraires comme Victor Hugo commencent à l'employer pour parler d'un croisement entre deux choses d'origine distincte, qui produisent quelque chose de commun et qui fonctionne, la plupart du temps, mieux que les choses originelles. Sur un même plan sémantique, les volontés mentionnées dans la grande majorité des projets de recherche actuels se tournent vers la pluridisciplinarité : l'innovation passe par la rencontre des disciplines entre elles. En effet, les avancées des connaissances actuelles dans chaque domaine scientifique rendent les savoirs de plus en plus précis et pointus et les cloisonnent à la frontière des différents domaines scientifiques (Morin, 2014). Ce contexte rend ainsi nécessaire le besoin de se réunir entre disciplines scientifiques, autour d'objets de recherche partagés pour travailler ensemble les possibilités d'hybridation. Maintenant, lorsque nous rentrons au cœur de la pratique de l'ergonomie, au centre de l'étude du travail humain et de l'activité en situation, Lamonde & Beaufort (2000) nous rappellent que son étude est au carrefour de plusieurs disciplines, rendant l'objet de l'activité humaine, au travail, par essence interdisciplinaire.

Alors, au gré de rapprochements, souvent fortuits, nous nous engageons dans une tentative d'hybridation réelle, où les membres n'inventent pas de nouvelles méthodes à partir de zéro, mais combinent des outils provenant d'autres communautés, auxquelles ils participent ou ont participé, pour répondre à un même objet (Hefetz & Ben-Zvi, 2020) : ici la prévention des risques liée aux MAC. À partir de cela, nous proposons d'outiller la santé publique avec les théories analytiques d'analyse de l'activité pour y combiner des modèles d'évaluation essentiels dans une perspective de transférabilité des interventions, un objectif fondamental pour la santé publique.

<sup>1</sup> Projet PREVMAC mené par Valentin LAMARQUE (doctorant en ergonomie) et Guillaume SWIERCZYNSKI (doctorant en santé publique)

<sup>2</sup> <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206138>

<sup>3</sup> <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2017SA0237Ra.pdf>

## L'HYBRIDATION EST UN PROCESSUS A LONG TERME

Cette collaboration ne s'est pas construite en un jour. Elle est issue d'un long processus, où plusieurs projets et études ont été menés en parallèle depuis plus de 15 ans au CHU de Bordeaux. En effet, initialement, ce projet prend naissance en 2005, où l'ambition du Laboratoire de Pharmacologie Clinique et de Toxicologie du CHU de Bordeaux, dirigé par le Pr Mathieu Molimard, a été l'occasion de développer des méthodes analytiques pour rendre visibles les risques invisibles (mesure de contamination des surfaces de travail et évaluation des niveaux de contamination interne des professionnels exposés aux MAC). Ainsi, par l'intermédiaire du Dr Mireille Canal-Raffin, pharmacien-toxicologue, deux méthodes de dosage voient le jour pour la recherche du cyclophosphamide, l'ifosfamide et du méthotrexate dans les urines des professionnels exposés. Ces trois molécules sont classées "dangereuses" à la manipulation par le NIOSH<sup>4</sup>, fréquemment manipulées dans les services de soins et à fortes concentrations (Canal-Raffin & al., 2016). Une fois ces méthodes développées, une étude pilote a été lancée en 2011, en collaboration avec le Dr Verdun-Esquer (Médecin du Travail au CHU de Bordeaux), dans le cadre d'une thèse de Pharmacie. Elle visait à évaluer la contamination interne des professionnels à l'aide de prélèvements urinaires dans deux URCC (unité de reconstitution centralisée des chimiothérapie) et d'un service de soins.

En parallèle, ces méthodes ont commencé à être appliquées en routine dans le cadre de prescriptions médicales de médecins du travail souhaitant débiter une campagne de Surveillance Biologique des Expositions Professionnelles (SBEP) aux MAC en établissements de soins, alors même qu'aucune réglementation ne l'imposait (Goujon & al., 2018). À la suite des premiers résultats de l'étude pilote, un financement par la DGOS a été obtenu fin 2013 pour la réalisation de l'étude CACIES (Evaluation de la contamination interne du personnel infirmier dans deux établissements de soins). Ce financement a permis la mise au point de deux autres méthodes de dosages urinaires pour compléter le panel de molécules à rechercher (Dhersin & al., 2017 ; Villa & al., 2020). Une fois ces méthodes validées, l'inclusion des participants à l'étude a débuté en 2017 et a fait l'objet d'un doctorat réalisé par un médecin du travail (Antoine Villa). Cette thèse a permis de montrer une contamination dans les urines de 60% des participants (Villa, 2021).

Bien ancrés sur les pratiques de Surveillance Biologique des Expositions Professionnelles (SBEP) et sur la thématique des expositions professionnelles aux MAC, Lepage, Canal-Raffin & Villa (2017) proposent un guide sur ces questions aux médecins du travail. La prise de conscience face à ce risque émergent a conduit à une augmentation des dosages urinaires auprès du laboratoire. En parallèle, et pour compléter les outils à disposition, le laboratoire a développé en 2016 une méthode de dosage permettant la recherche et la quantification simultanée de 14 MAC sur des prélèvements de surface dans le but de rendre visible les contaminations invisibles des surfaces de

travail (Passeron & Canal-Raffin, 2017). Dans le même temps, le projet ARC (Garrigou & al., 2015), mené par des ergonomes a abouti, après l'analyse de l'activité d'un service d'oncologie, à des propositions d'amélioration au niveau du service. C'est aussi la première collaboration du Pr Alain Garrigou et du Dr Canal-Raffin sur le sujet des MAC.

En 2019, à la suite des résultats de l'étude CACIES, et le constat d'une prévention primaire peu développée en France pour le personnel en service de soins, Dr Canal-Raffin, Dr Villa et Dr Verdun-Esquer ont recherché un financement pour constituer un groupe de travail national pour produire des recommandations et une formation afin d'acculturer les soignants aux bonnes pratiques de manipulation sécuritaire des MAC.

C'est finalement, après une deuxième rencontre entre nos co-directeurs de thèse, Pr Garrigou (évaluateur au sein du concours d'attribution de bourses de thèse de l'EHESP, parcours Doctoral National en Santé Travail), Dr Canal-Raffin et Dr Villa (co-directeurs de thèse de Guillaume Swierczynski (à ce moment candidat au concours de bourses de thèse) que l'idée d'un projet d'une plus grande ampleur a commencé à germer.

L'obtention du financement par la bourse de thèse de l'EHESP a permis de lancer le projet PREVMAC en octobre 2020, qui visait, la création d'une formation pour réduire la contamination des soignants aux MAC. À ce moment-là, même si l'apport de l'ergonomie était encore loin, il était acté que des recommandations et des formations établies de manière descendante n'aboutiraient pas à la réduction des contaminations. L'objectif était de mêler des données d'enquêtes quantitatives, de littératures, et de terrain afin de construire le programme de formation répondant au plus près des besoins des acteurs. L'efficacité serait évaluée par la comparaison de la proportion de personnel contaminé, leur adhésion au programme de formation et par l'évolution des pratiques constatées par des observations de terrain avant et après déploiement des recommandations.

## HYBRIDATION : UNE COOPERATION NECESSAIRE ENTRE LA SANTE PUBLIQUE ET L'ERGOTOXICOLOGIE

En revenant plus précisément sur notre contexte d'intervention, nous décidons de nous arrêter un peu plus longtemps sur les enjeux de notre coopération disciplinaire. Notre coopération, entendue au sens d'une participation à un projet commun, tente d'allier deux logiques différentes, entre la santé publique et l'ergonomie de l'activité, où les enjeux de santé publique se construisent aussi dans le travail.

Effectivement, au vu des enjeux de santé importants que revêt la problématique du travail des soignants exposés aux MAC, la santé publique se doit d'agir dans une optique de prévention primaire et le maintien d'un état de santé de la population au travail acceptable.

Aussi, la santé publique (engagée dans la recherche interventionnelle en santé des populations (RISP)) est consciente que l'application stricte de moyens de protection, sans prise en compte du contexte dans lequel ils se déploient, est vaine. D'ailleurs, le nouveau virage préventif que représente la RISP (Stevens & al.,

<sup>4</sup><https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-161/pdfs/2016-161.pdf>

2021), encore minoritaire en santé publique, plaide en faveur d'une plus grande place du contexte dans la construction de nouveaux moyens de prévention, grâce notamment à la création d'une théorie du système interventionnelle (TSI).

Alors, les problématiques des soignants exposés aux MAC montrent également un besoin de se rapprocher du terrain pour renseigner les situations de travail amenant des risques d'exposition. C'est sur ce dernier point, que l'ergonomie, et ses connaissances sur l'analyse de l'activité, permettent de documenter le travail réel, et par la pratique de l'ergotoxicologie (Garrigou, 2011), de nous renseigner sur l'exposition au sein même des unités de soins. Cependant, il n'est pas possible de rester à l'échelle de quelques services pour répondre aux enjeux de santé publique au travail. Ainsi, les modèles d'évaluation des interventions en santé que développe la santé publique, ayant pour but la transférabilité des interventions à d'autres contextes semblent offrir des opportunités pour l'ergonomie de promouvoir ces interventions.

Aussi, l'ergonomie par son approche globale des situations de travail, place l'ensemble des acteurs au cœur de l'analyse des situations de travail, laissant (1) la possibilité à tous les acteurs de discuter autour d'une même thématique de prévention, (2) de les intégrer dans l'analyse et les résultats finaux. Alors, la thématique de départ centrée sur la population infirmière, compte tenu de la complexité des situations d'exposition aux MAC, tant à s'exporter vers une prévention à plus large échelle aide-soignant, médecin, agent des services hospitaliers, etc. Ce dernier point, permet également de faire le lien avec les ambitions de réductions des inégalités sociales en santé, fer de lance de la santé publique.

Alors, au-delà d'un "affichage opportuniste" (Terral, 2018), cette coopération est le reflet d'une réelle volonté d'hybridation des méthodes, où nous cherchons à tirer le meilleur de chaque discipline au regard du projet traité. Ainsi, l'hybridation s'intègre dans un processus dynamique "d'apprivoisement mutuel" (Terral, 2018), à la fois pratique et théorique.

## **DE L'ANCRAGE ET DES POSTURES DISCIPLINAIRES VERS UNE HYBRIDATION DES METHODES**

Maintenant, et avant d'aller plus loin dans la présentation de notre projet, il nous semble important de documenter son évolution.

Tout d'abord, précisons que par leur financement, nos deux thèses n'étaient pas à l'origine vouées à se rencontrer. La thèse, portée par Valentin Lamarque, a été financée dans le cadre du projet ANR ITAPAR (Innovation et Transformation pour l'Activité de Prévention des Risques Professionnels). Ce projet Franco-Brésilien collaboratif (ergonomie, santé publique, recherches interculturelles) repose déjà sur une tentative d'hybridation entre l'ergonomie francophone et la théorie historico-culturelle de l'activité, par l'intermédiaire de la méthodologie du laboratoire du changement, pour répondre à une stagnation du nombre d'accidents du travail et d'arrêts maladie en France. Alors, au début de ce projet de thèse en octobre 2020, aucun terrain d'étude n'était fixé.

### *Une première rencontre en janvier 2021*

Cette première étape nous a permis d'initier la réalisation d'un projet commun. Mais, nos méthodologies étaient dissociées : (1) une méthode de santé publique à l'aide d'un questionnaire à diffusion nationale s'intéressant aux besoins, perceptions, connaissances des soignants, pour permettre de compléter la littérature scientifique sur le contenu d'une formation en e-learning (2) une partie analyse de l'activité permettant de construire un contexte favorable à l'implantation d'une formation théorique en apportant des pratiques de terrain dans la formation. La «robustesse» de l'intervention passait par le nombre (32 terrains répartis sur 2 régions) laissant peu de place à des méthodes qualitatives complémentaires.

### *Un premier appel à projet*

La méthodologie envisagée pour le projet demande des financements supplémentaires pour la réalisation de prélèvements de surface. Les premiers appels à projet ont alors servi d'objets intermédiaires, essentiels dans une première compréhension des différentes disciplines. Ces moments d'écriture communs ont permis de poser les bases d'une méthodologie mixte basée sur l'étude de 16 services d'oncologie (première diminution du nombre de terrain). Dans ce cadre, l'utilisation de données qualitatives viendra s'ajouter au contenu théorique de formation. Nos méthodes se complètent mais ne se rejoignent qu'au moment de la construction de la formation.

### *La construction d'un comité scientifique*

C'est la rencontre avec le service méthodologie pour la prévention des risques du CHU de Bordeaux, mené par François Alla et Linda Cambon qui a été l'élément déclencheur de l'hybridation. C'est à cette occasion que nos deux disciplines ont pu s'accorder sur une démarche méthodologique et des ancrages théoriques communs. Il ne s'agissait plus seulement d'une formation théorique construite autour des besoins des professionnels, mais bien d'une recherche interventionnelle, dans laquelle s'inscrit pleinement l'ergonomie. Cela a été aussi le moment de recentrer l'intervention sur 2 terrains permettant l'implication de chercheurs, acteurs de terrain et décideurs dans une méthodologie hybride, où la co-construction est devenue un enjeu majeur de la recherche.

### *Un second appel à projet*

À la fin de notre première année de thèse, les conseils du comité de suivi attestent des choix de méthodes envisagées et des perspectives pour la seconde année. Puis, un second appel à projet, nous a permis d'avancer sur les enjeux de cette coopération. Mais aussi d'identifier, avant de confirmer, l'intérêt de la notion d'exposition dans notre projet, lui laissant une place centrale dans notre processus d'hybridation.

## **CREATION D'UNE METHODOLOGIE HYBRIDE : VERS UNE CO-CONSTRUCTION DE L'INTERVENTION**

En reprenant Galey (2019), nous pouvons voir que la notion d'exposition se place en objet scientifique transdisciplinaire et transprofessionnel important, "qu'il s'agisse de développer les connaissances au sujet des effets sur la santé, d'évaluer le risque, ou de tenir compte des activités de travail concernées pour construire de nouvelles actions de prévention et

situations de travail" (Galey, 2019). En ce sens, la notion d'exposition en tant qu'objet frontière peut revêtir aussi un rôle de médiateur pour devenir un objet intermédiaire (Vinck, 2009), favorisant les possibilités de co-construire ensemble (acteurs de terrain, chercheurs et décideurs).

Notre intervention se déroulera dans deux services de soins d'oncologie, en hépato et oncopédiatrie, et en dermatologie et oncogériatrie. Ces services ont été sélectionnés, car ils n'ont pas les mêmes pratiques de reconstitution des chimiothérapies en pharmacie. Aussi, nous attachons une importance particulière à la construction sociale de l'intervention, c'est pourquoi, tout au long du projet seront aussi intégrés : acteurs de terrain (infirmier diplômé d'état (IDE), aide-soignant (AS), agent des services hospitaliers (ASH), médecins, cadre de santé), décideurs et chercheurs.

### Hybridation des approches ergotoxicologique et santé publique :

Avant d'aller plus loin, il nous semble important de préciser que cette méthodologie, n'étant encore que partiellement appliquée, ne cherche qu'à poser un cadre, a priori, de notre intervention.

Dans un premier temps, chacune de nos interventions commencera et finira par des prélèvements urinaires. Ces prélèvements permettront aussi d'intégrer les médecins du travail, qui pourront prendre appui sur notre intervention, pour proposer (1) une continuité dans la surveillance à long terme des contaminations du personnel soignant (2) une évaluation des effets de notre intervention sur cette contamination.

Notre intervention au sein des terrains se compose d'une phase exploratoire avec des entretiens exploratoires et des observations globales. Cette phase permettra de déterminer des situations à risques d'exposition aux MAC, de déterminer des zones de prélèvements et d'identifier avec les acteurs de terrain (IDE, médecins, cadre de santé, AS, ASH) les zones de prélèvements surfaciques qu'ils souhaitent prélever. Aussi, nous pourrions appréhender les évolutions historiques du service, parfois créatrices de conflits entre qualité du soin et préservation de soi. Et où, l'ergonome est révélateur des capacités d'agentivité individuelle et/ou collective des acteurs de terrain (au sens de Mollo, 2022).

*Verbatim issu du premier terrain : « Je suis arrivée en janvier 2020 dans le service, une période un peu compliquée pour le service de janvier à avril en gros. Ça s'est globalement mal passé y'avait énormément de travail, une charge de travail vraiment ahurissante. [Après une première réorganisation] ça s'est apaisé donc on arrive à travailler un peu plus correctement, juste un petit peu plus parce qu'on est toujours en train de courir après le temps, à cause du COVID » (IDE3, 18/01/2022)*

Ensuite, nous réaliserons une phase de prélèvements surfaciques, couplée à de la prise de vidéos et des observations. Cela nous permettra d'identifier des situations d'exposition à risques, de comprendre les activités et co-activités, qui tout au long de la journée, seront susceptibles d'avoir un impact sur le niveau de contamination finale de la surface.

Dans un second temps, les vidéos auront plusieurs intérêts : (1) documenter les pratiques des soignants en vue d'une formation future, (2) introduire des entretiens d'auto-confrontation individuels, puis

croisés. Ces derniers seront essentiels pour comprendre l'activité telle que les personnes la vive, ce qui les motive, les déterminants qui peuvent l'influencer. Mais aussi, de comprendre les arbitrages fait dans l'action pour gérer leurs activités de protection et réguler leur activité pour maintenir une performance acceptable.

Aussi, l'analyse de l'activité nous permettra de construire des données miroirs essentielles dans la mise en place de la méthodologie du Laboratoire du changement (Virkkunen & Schaupp, 2011).

La transformation du cadre de travail sera alors un préalable à une élaboration collective du support de formation en e-learning. Cette dernière sera l'occasion de produire un travail collectif, impliquant les acteurs de terrain. L'outil, ainsi, co-construit, aura pour but de favoriser le passage des acteurs de terrain en animateur. Mais aussi, de permettre le passage des acteurs de terrain en modificateur de leur propre formation, essentiel pour garantir sa durabilité.

En parallèle de l'analyse de l'activité, lancer une enquête nationale, en ligne, à destination des infirmiers exposés, devrait permettre de recueillir des informations sur leurs connaissances, perceptions et représentations des expositions à risques. Les catégories d'items seront orientées par le cadre théorique du TDF (Theoretical Domains Framework) (Atkins & al., 2017) Initialement développé pour identifier les déterminants comportementaux des professionnels de santé, il propose un cadre qui par le biais de 14 domaines permet d'orienter les influences cognitives, affectives, sociales et environnementales d'un comportement. Nous comparerons ces données nationales aux données de terrain dans une optique de transférabilité, étant un enjeu fort du projet.

Notre étude de cas avant-après ciblera (1) des déterminants des activités de protection des professionnels (2) des taux de contamination des surfaces et de l'environnement de travail (3) des taux de contamination interne du personnel exposé.

À l'issue de ce travail, nous co-construirons un guide méthodologique et de recommandations pour les institutions et acteurs de prévention voulant se saisir du sujet. Il pourra servir de base de travail futur pour mettre en œuvre des interventions "filles" et apportera aux services étudiés un retour spécifique.

### POUR CONCLURE :

Les enjeux de cette coopération, pour comprendre les expositions, se jouent dans la construction d'une méthodologie hybride : ergonomie et santé publique, permettant l'articulation de données qualitatives et quantitatives.

Le "virage préventif" (Stevens & al., 2021), que fait la santé publique, offre aujourd'hui une porte ouverte à l'ergonomie et ses méthodes d'analyse de l'activité pour enrichir leurs approches en santé au travail.

En effet, le courant de pensée de la RISP, né au sein de la santé publique Québécoise, montre des objectifs communs avec l'ergotoxicologie : développer la recherche appliquée en favorisant la production de données de terrain (Potvin & Di Ruggiero, 2016), dans une démarche pluridisciplinaire (chercheurs, décideurs et acteurs) pour construire des données utiles et adaptées au contexte (Alla & Kivits, 2015). Seulement, aujourd'hui Cambon (2020) montre, le besoin de construire une théorie du système

interventionnelle (TSI), permettant de rendre compte des situations de travail et homogénéiser les interventions en santé. Alors, au vu, des différents objectifs de la RISP cités plus haut, nous ne pouvons voir que de grandes similitudes entre l'analyse de l'activité et les ambitions de construction d'une TSI voulant faire ressortir la complexité des contextes étudiés.

Aussi, ces perspectives d'hybridations, entre ergonomie et RISP, par le biais de l'ergotoxicologie, devront être capable d'accueillir les modèles d'évaluation déjà existant en santé publique pour répondre aux enjeux de transférabilité, et de généralisations des interventions.

Le chemin reste long et l'hybridation imprévisible, du fait de son originalité.

## BIBLIOGRAPHIE

- Alla, F., & Kivits, J. (2015). La recherche interventionnelle en santé publique: Partenariat chercheurs-acteurs, interdisciplinarité et rôle social. *Santé Publique*, 27(3), p.303-304.
- Atkins, L., Francis, J., Islam, R., O'Connor, D., Patey, A., Ivers, N., Foy, R., Duncan, E. M., Colquhoun, H., Grimshaw, J. M., Lawton, R., & Michie, S. (2017). A guide to using the Theoretical Domains Framework of behaviour change to investigate implementation problems. *Implementation Science*, 12(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s13012-017-0605-9>
- Canal-Raffin, M., Khenoufa, K., Martinez, B., Goujon, Y., Folch, C., Ducint, D., Titier, K., Brochard, P., Verdun-Esquer, C., & Molimard, M. (2016). Highly sensitive LC-MS/MS methods for urinary biological monitoring of occupational exposure to cyclophosphamide, ifosfamide, and methotrexate antineoplastic drugs and routine application. *Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, S1570-0232(16)31088-1. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2016.10.021>
- Cambon, L. (2020). De l'étude des comportements de santé à la définition de stratégies de prévention : un chemin linéaire ? *Science sociales et santé*, 38(1), p.67-75.
- DARES. Les expositions aux risques professionnels—Les produits chimiques—Enquête SUMER 2017. 323.
- Dhersin, A., Atgé, B., Martinez, B., Titier, K., Rousset, M., Moustaph, M. S. C. E., Verdun-Esquer, C., Molimard, M., Villa, A., & Canal-Raffin, M. (2018). Biomonitoring of occupational exposure to 5-FU by assaying a-fluoro-β-alanine in urine with a highly sensitive UHPLC-MS/MS method. *Analyst*, 143(17), p.4110-4117. <https://doi.org/10.1039/C8AN00479J>
- Galey, L. (2019). *Comprendre les situations d'exposition aux nanoparticules par l'intégration de l'activité de travail à la mesure: Vers une construction de la prévention*. Psychologie. Université de Bordeaux.
- Galey, L., Judon, N., Jolly, C., Goutille, F., Morelot, S., Albert, M., Lhospital, O., Martin, P., Noel-Suberville, C., Pasquereau, P., Aublet-Cuvelier, A., Mohammed-Brahim, B., & Garrigou, A. (2019). Proposition méthodologique en ergotoxicologie pour révéler les expositions à des produits chimiques. *Activités*, 16(1). <https://doi.org/10.4000/activites.4103>
- Garrigou, A. (2011). *Le développement de l'ergotoxicologie: Une contribution de l'ergonomie à la santé au travail (Habilitation à Diriger des Recherches en Ergonomie, Université de Bordeaux)*.
- Garrigou, A., Théry, L., Chassaing, K., Effantin, E., Mercieca, P., Di-Mermon, S., Vandergote, M., Négroni, P., Gauthier, P., Goutille, F., Galey, L., Rambaud, C., Laporte, E., Merlin, X., Vergneaux, L., & Baratta, R. (2015). Une approche pluridisciplinaire du processus de construction sociale de la prévention du risque CMR. 50ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), p.476-489. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03415385>
- Goujon, Y., Canal Raffin, M., Charmois, V., Bannwarth, E., Baron, B., Castera, M., Ducometz, M., Eresue, C., Garderet, J., Lacroix, M. C., Legrand, F., Vignon, C., Arnoul, I., Cruz, J., Hermier-Leblond, K., Puiroux, C., Rosa, V., Tardy, G., Picard, C., & Soulages, C. (2018). Surveillance biologique de l'exposition professionnelle aux médicaments anticancéreux en Gironde. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 79(3), 381. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2018.03.372>
- Hefetz, G. & Ben-Zvi, D. (2020). How do communities of practice transform their practices ?. *Learning, Culture and Social Interaction*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100410>
- Mollo, V. (2022). *Cultiver la diversité pour développer l'agentivité. La réflexivité dans la démarche ergonomique [Habilitation à diriger des recherches, Université de Toulouse]*.
- Morin, E. (2014). *Introduction à la pensée*. Toulouse : Octarès.
- Lamonde, F., & Beaufort, P. (2000). *L'intervention ergonomique: Un regard sur la pratique professionnelle*. Toulouse : Octarès
- Lepage, N., Canal-Raffin, M., & Villa, A. (2017). Propositions pour la mise en œuvre d'une surveillance biologique de l'exposition professionnelle aux médicaments anticancéreux. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 29(4), p.387-417. <https://doi.org/10.1016/j.toxac.2017.10.001>
- Passeron C, & Canal Raffin M. (2017). Contamination par les médicaments anticancéreux. Quand et Comment réaliser des frottis de surface ? Questions/Réponses 122. *INRS. Références en Santé au Travail*. 151, p.121-123.
- Potvin, L., & Di Ruggiero, E. (2016). Scientific journals commit to promoting population health intervention research / L'engagement des revues scientifiques pour promouvoir la recherche interventionnelle en santé des populations. *Canadian Journal of Public Health / Revue Canadienne de Santé Publique*, 107(6), p.489-491.
- Potvin, L., Di Ruggiero, E., & Shoveller, J.-A. (2013). *Pour une science des solutions: la recherche interventionnelle en santé des populations*, 425, p.13-16.
- Rey, A. (2016). Les mots de l'hybridation. In Gwiazdzinski, L. *L'hybridation des mondes. Territoires et organisations à l'épreuve de l'hybridation*, p.27-28. Seyssinet-Pariset : Edition Elya.
- Stevens, N., Cambon, L., & Alla, F. (2021). L'innovation au service de la transformation du système de santé et du «virage préventif». *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2021.04.138>
- Terral, P. (2018). La recherche interventionnelle en santé : Divers engagements dans la production collaborative de connaissances. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 15. <https://doi.org/10.4000/rfsic.4581>
- Villa, A., Molimard, M., Sakr, D., Lassalle, R., Bignon, E., Martinez, B., Rouyer, M., Mathoulin-Pelissier, S., Baldi, I., Verdun-Esquer, C., & Canal-Raffin, M. (2021). Nurses' internal contamination by antineoplastic drugs in hospital centers: A cross-sectional descriptive study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 94(8), p.1839-1850.
- Villa, A., Tremolet, K., Martinez, B., Da Silva Cacao, O., Atgé, B., Ducint, D., Titier-Debeaupuis, K., Verdun-Esquer, C., Molimard, M., & Canal-Raffin, M. (2020). A highly sensitive UHPLC-MS/MS method for urine biological monitoring of occupational exposure to anthracycline antineoplastic drugs and routine application. *Journal of Chromatography B*, 1156.
- Virkkunen, J., & Schaupp, M. (2011). From change to development: Expanding the concept of intervention. *Theory & Psychology*, 21(5), p.629-655.

## Approche ergotoxicologique pour prévenir les risques professionnels liés aux médicaments anticancéreux en service d'oncologie

**Caroline ESTERRE & Émilie BUSSY**

**AHI 33 Service de Santé au Travail,**

**50 Cours Balguerie Stuttenberg - 33070 BORDEAUX**

**Caroline.ESTERRE@ahi33.org**

### Résumé.

Une campagne de surveillance biologique de l'exposition professionnelle aux MAC (**M**édicaments **A**nticancéreux) a été menée par le médecin toxicologue du service de santé, auprès de 25 employés travaillant en contact avec ces molécules, d'un établissement de santé. Une contamination interne aux MAC a été retrouvée dans plusieurs catégories professionnelles (agent de service, Médecins, infirmier). Afin de mieux comprendre les voies de contamination des salariés et d'interpréter les conditions potentielles/probables d'exposition à ces agents chimiques, une observation des activités de travail a été menée dans les services de la réception des MAC jusqu'à leur élimination (URC (**U**nité de **R**econstitution de **C**himiothérapie), pharmacie, hôpital de jour et coursier). Après analyse des situations de travail par un ergonome et une technicienne en toxicologie, une identification des activités susceptibles d'être une source de contamination a été menée. En complément, une campagne de prélèvements de surface a été réalisée pour évaluer la contamination surfacique de l'environnement de travail au sein des différents services. 95 échantillons de surface ont été prélevés pour évaluer la contamination des surfaces depuis la livraison des MAC à l'URC, la préparation des poches de chimiothérapie, leur livraison dans les services, les services de soins eux-mêmes dont le nettoyage des chambres. Nous avons constaté des situations d'expositions aux origines multiples : organisationnelles, externes, techniques, humaines. De plus, la représentation du risque de contamination aux MAC, suivant les services étudiés, est hétérogène, des compromis s'opèrent chaque jour entre activité de protection et de production. L'élaboration des pistes de solutions doit intégrer l'ensemble de ces données, notamment les déterminants du compromis protection-production, afin d'agir et avoir un impact sur deux niveaux : la sécurité réglée et gérée.

Mots-clés : Cytotoxiques, médicaments anticancéreux, soins, représentation du risque, protection

## Approach to prevent occupational risks associated with anticancer drugs in oncology departments

### Abstract.

A biological monitoring campaign for occupational exposure to anticancer drugs (MAC) was carried out among 25 employees working in contact with these molecules, in the care department of a healthcare establishment. Internal MAC contamination was found in several professional categories (ASH, Doctors, IDEST). In order to better understand the routes of contamination of employees and to interpret the potential / probable conditions of exposure to these chemical agents, an observation of work activities was requested in the departments concerned (delivery, URC, pharmacy, day hospital and courier). After analyzing the work situations, a discussion with the employees and an identification of the activities likely to be a source of contamination were carried out. In addition, a surface sampling campaign was carried out to assess the surface contamination of the working environment within the various departments. 95 surface samples were taken to assess the contamination of surfaces from the delivery of MACs to the RCU, the preparation of the chemotherapy bags, their delivery to the wards, the care services themselves including the cleaning of the rooms.

Key word: Cytotoxic, anticancer drugs, care, risk representation, protection

## INTRODUCTION

Les MAC ont pour fonction d'interférer avec la synthèse de l'ADN et/ou le métabolisme de la cellule tumorale pour conduire à sa mort. Leur mécanisme d'action cytotoxique n'est pas uniquement ciblé sur les cellules tumorales et les MAC altèrent également le fonctionnement des cellules saines. En raison de ce mécanisme d'action, les MAC sont susceptibles de présenter des propriétés cancérogènes, mutagènes pour les cellules saines. Par conséquent, ces médicaments indiqués dans le traitement du cancer chez les patients, peuvent présenter un danger vis-à-vis des professionnels qui les manipulent. Les MAC sont administrés par voie orale ou par voie injectable et sont de plus en plus manipulés par les professionnels étant donné l'augmentation de l'incidence des cas de cancer chaque année. Ainsi, l'exposition professionnelle à ces médicaments concernent de nombreuses personnes dans le cadre de leur travail et une contamination interne à ces molécules est possible si les mesures de prévention et de sensibilisation ne sont pas efficaces.

Dans ce contexte, une évaluation de l'exposition professionnelle aux MAC a été menée au sein de différents services d'oncologie d'un établissement de santé.

Une surveillance biologique de l'exposition professionnelle (SBEP), dirigée par le médecin toxicologue du service de santé au travail, a été réalisée dans les services d'oncologie d'un établissement hospitalier. Elle a permis de détecter la présence de MAC dans les urines de certains salariés et donc d'identifier les professionnels présentant une contamination interne aux MAC. Cette contamination est retrouvée chez différentes catégories professionnelles comme les médecins, les infirmiers, les aides-soignants, etc.

Afin de mieux comprendre les conditions d'exposition des professionnels (sources et voies de contamination) et d'analyser les conditions de protection (équipements de protection individuelles et collectifs) à ces agents chimiques, une observation de l'activité a été réalisée dans les services, de la réception des MAC jusqu'à leur élimination. L'analyse de l'activité de travail a été menée par un binôme de compétence (ergonomie/toxicologie) du Service de Santé au Travail.

En complément, une campagne de prélèvements de surface a été réalisée pour évaluer la contamination surfacique de l'environnement de travail au sein des différents services.

## CHAPITRES

### OBJECTIF

L'étude ambitionne d'analyser le travail réel des personnels en contact (direct ou indirect) avec les MAC dans le but de proposer des actions de prévention adaptées au réel de la situation.

### LE PERIMETRE

En termes de périmètre, nous avons fait le choix de suivre le médicament tout le long de son parcours

dans l'établissement, de son entrée à son élimination (Figure 1).



Figure 5 : Circuit du médicament et périmètre complet de l'analyse<sup>5</sup>

Cette étude exige donc, un champ assez large de situations de travail à analyser, incluant des personnels médicaux, pharmaceutiques et paramédicaux qui manipulent des cytotoxiques. Ces services ont des enjeux de légitimité, vis-à-vis du risque, différents, qui ont complexifié la construction sociale de l'intervention.

Par conséquent, quatre services font partie de l'étude :

- La pharmacie

Le point d'entrée des MAC dans l'établissement, où s'effectue la réception des produits. Nous faisons l'hypothèse que lors de la réception des MAC, les phases de décartonnage et la manipulation des suremballages, issues de l'industrie pharmaceutique, sont à l'origine de situations d'exposition<sup>6</sup>.

Nous faisons, aussi, le postulat que, dans ce service, la représentation du risque est différente des services de soins.

- L'URC

La phase de préparation des MAC, nécessite la reconstitution des produits et leur emballage. Ici, nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit d'un service pivot dans la contamination. Il pourrait être la source de contamination des services de soins et des coursiers, notamment via la contamination par l'emballage lui-même des poches de chimiothérapies.

Il nous semble que les représentations sur le risque sont spécifiques dans cette unité, du fait de la proximité des MAC et la manipulation quotidienne de ces produits.

- Les coursiers

Nous avons décidé d'impliquer le service de transport des chimiothérapies (du lieu de production au lieu d'admission). Nous constatons qu'il s'agit du service pour lequel les moyens de

<sup>5</sup> INRS

<sup>6</sup> Cette hypothèse est appuyée sur une revue de la littérature

prévention sont les plus réduits (pas de port de gants, ni de protocole particulier de désinfection des outils de travail, ni d'information sur le risque des produits transportés). Du reste, ils semblent être les personnels dont la représentation est la plus éloignée vis-à-vis du risque ;

- L'hôpital de jour

L'activité en service de soins, la charge et le rythme de travail nous interrogent sur la possibilité des soignants de pouvoir se protéger. Du reste, nous faisons l'hypothèse que la gestion et l'élimination des MAC, des excréments (draps, déchets, etc.) sont des situations de travail exposantes aux cytotoxiques.

Nous faisons l'hypothèse d'une mise à dispense collective du risque pour le personnel du service de soin.

## METHODOLOGIE

Pour réaliser cette étude, nous avons puisé dans le répertoire de l'ergonomie, de la toxicologie, une approche interdisciplinaire pilotée par le médecin toxicologue du service de santé, afin de maximiser la compréhension des situations de travail et d'exposition.

Pour expliquer les résultats de contamination interne des personnels, nous faisons l'hypothèse d'une contamination directe (via les médicaments) voire indirecte (via les surfaces contaminées, les excréments de patients traités). Les apports de la toxicologie et l'expologie nous éclairent sur les sources d'exposition et voies probables, en privilégiant la voie cutanéomuqueuse et digestive (Figure 2).

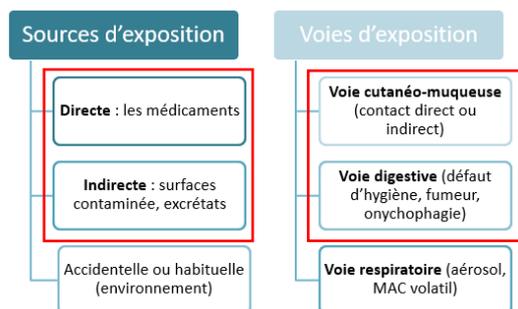


Figure 6 : Sources et voies d'exposition des MAC

L'action que nous proposons se déroule en deux temps.

1. Tout d'abord une identification des situations d'exposition. La méthodologie utilisée ici, est l'analyse du travail réel par l'observation de l'activité et la réalisation de prélèvements surfaciques.

Les prélèvements surfaciques permettent de caractériser des situations d'exposition peu perceptibles par l'essence même des MAC qui ne laissent pas de « traces visibles ». De plus, cette source d'information quantitative (bien que soumise à des limites méthodologiques importantes) peut être un appui pour mobiliser

l'adhésion, dans la démarche de prévention de l'établissement.

Ces éléments une fois dépouillés permettront de réaliser des observations plus ciblées. L'objectif est d'analyser le contexte de travail et les pratiques professionnelles dans la relation de production/prévention du risque (ici cytotoxique) et ses régulations. Il faudra comprendre la nature des compromis ne permettant pas aux professionnels de se protéger (Figure 3). L'activité de travail est une articulation entre des enjeux de protection de soi et des enjeux de qualité de production (par exemple pour les services médicaux, production de soin, « cure » mais aussi un rapport au patient, « care »).

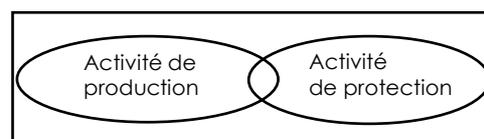


Figure 7 : Compromis permanent auquel est confronté les professionnels

2. Dans un second temps, après avoir identifiés les activités exposantes spécifiques par service, nous mènerons une analyse des représentations sur le risque, portées par les groupes de métiers de notre périmètre d'étude.

Les entretiens vont nous permettre de recueillir des données qualitatives sur le travail réel et ses régulations, la perception du risque ainsi que les stratégies de protection ou les mises « en danger ». Cette étape (que nous sommes en train de « bâtir ») est propice à la mise en place d'un groupe de projet sur la prévention du risque des professionnels exposés aux MAC. Celui-ci devra inclure les représentants des services inclus dans la démarche, mais aussi des représentants des services de QHSE (qui détiennent le contrôle de la sécurité réglée et qui ordonnent la prévention des risques professionnels), RH et de la Direction. Le groupe de projet aura en charge l'orientation/le choix des actions à mener au terme de l'étude. L'ensemble des données terrain viendra alimenter les débats. L'aboutissement de ce travail est l'élaboration d'un plan d'action par une dynamique participative, autour de la question de la prévention du risque des professionnels exposés aux MAC.

## ANALYSE DES DONNÉES RECEUILLIS

### Temps 1 : Résultats des observations et prélèvements surfaciques

- Pharmacie

Les prélèvements surfaciques ont permis de valider l'hypothèse de la contamination via les cartons issues de l'industrie pharmaceutique lors de la réception. Nous constatons également que le matériel informatique du personnel de pharmacie, les périphériques, est souillé. La promiscuité de la zone de décartonnage avec l'unique point d'eau de la pharmacie (utilisé aussi pour laver et faire sécher la vaisselle des salariés pour les repas) en fait un point de contamination particulièrement prégnant.

Lors des observations nous avons mis en évidence le fait que l'activité de réception n'avait pas de lieu de travail dédiée et s'effectuait donc, sans protocole particulier, dans l'espace de travail administratif des pharmaciens. Or, cette activité est source de contamination des surfaces de travail.

- URC

Les prélèvements surfaciques montrent une contamination interne des outils de travail, type bannette de transport des poches de chimio. Les observations avaient permis d'identifier un usage sans décontamination de ce matériel, ce qui peut induire une contamination de l'emballage des poches de chimio.

Nous observons que la durée du port des gants (trente minutes) n'est pas respectée tant l'activité induit de contraintes temporelles. On peut s'interroger, ici, sur la possibilité d'une contamination de la surface des mains du personnel de l'URC. De plus, le seul point d'eau (à déclenchement manuel) se trouve à l'extérieur de la zone de production des chimio. Ce point est souillé. Ce qui laisse à penser qu'il est manipulé par des mains « souillées ».

La contamination se diffuse à l'extérieur de la zone de production des chimio, car l'ensemble des périphériques informatiques, hors zone, est contaminée. L'hypothèse du manuportage est la plus probable.

- Coursier

Nous constatons une contamination du plan de travail sur lequel sont déposées les chimio mises à disposition des coursiers. Ces poches de chimio sont récupérées à mains nues. Les prélèvements surfaciques ont permis de mettre en évidence une contamination des sacs de transport de chimio. Ces sacs peuvent aussi contenir des effets personnels des salariés, comme des denrées alimentaires.

Le dépôt des poches de chimio peut s'effectuer directement sur les paillasses des soignants, et non dans le bac prévu à cet effet, pour être « vu » et pris en charge plus rapidement par les soignants. Nous constatons que les paillasses en service de soins sont, également, souillées. Il reste à déterminer si ce sont les poches de chimio qui contaminent la paillasse des soignants (pour cela nous avons décidé de mettre en place de futurs prélèvements sur les poches de chimio).

Les lieux de pause des coursiers, notamment les poignées de frigo et placards, sont également des points de contamination.

- Hôpital de jour

Les observations nous ont permis de constater que l'arbitrage entre la prévention de la santé et le soin du patient est souvent délétère pour le soignants. Les résultats des prélèvements surfaciques montrent une contamination des surfaces en salle de soins ainsi que des chariots des infirmiers. Nous constatons, comme dans les autres services, une contamination sur le mobilier en salle de pause.

Pour la partie médicale, nous constatons que les outils de travail des médecins, type stéthoscope ou bien périphériques informatiques sont les éléments qui ont une forte contamination.

Pour les aides-soignants qui effectuent la préadmission des patients, nous constatons qu'il n'existe pas de protocole de décontamination des outils de travail collectifs, comme le thermomètre ou bien le tensiomètre. Or, ce sont des éléments souillés manipulés sans gants.

Du reste, l'hôpital de jour ne dispose que d'une ressource d'aide-soignant en journée. L'activité s'effectue sous contrainte temporelle pour atteindre les objectifs (prise en charge des patients entrants), ceci impacte les possibilités de protection face au risque de contamination cytotoxique de l'agent.

Les observations nous ont permis de relever des dysfonctionnement dans l'organisation de travail des agents de service, sur certaines plages horaires. En fin de journée, le besoin en désinfection et ménage est le plus fort, or, il s'agit des plages de travail les moins dotées en personnel (au contraire des début de journée où le personnel signale des creux dans l'activité). Les prélèvements surfaciques indiquent la présence de contamination après nettoyage par les agents de services.

Du reste, nous avons pu mettre en lumière des situations d'exposition dû au matériel utilisé par les assistant de service. Les urines des patients sont collectées, dans des pot en verre, des poches souples. Leur élimination, dans les éviers des chambres patients, engendre des projections, notamment avec les contenants les plus « mous ».

#### Temps 2 : Analyse de la représentation sur le risque

- Pharmacie

Le rapport au risque et les inquiétudes sont marqués chez les salariés. Il existe une variation entre la perception des salariés et du management, qui se réfère au protocole et à la sécurité réglée.

Les résultats des prélèvements surfaciques inspirent de la méfiance (notamment ceux pointant les zones de contamination).

- URC

Une représentation du risques assez éloignée, du fait des protocoles stricts de gestion du risque cytotoxique.

- Coursier

Nous identifions une distance vis-à-vis du risque. Il se peut qu'il s'agisse d'une distance du fait d'un manque de connaissance et surtout un manque d'information sur les produits manipulés et leurs dangers.

- Hôpital de jour

Nous constatons que dans la représentation des professionnels et de l'encadrement le « risque » pour le patient supplante le risque pris par le soignant. Il s'agit ici de la représentation de la notion de *care* défini par Collière comme faisant référence au caractère invisible des soins infirmiers, une « dimension personnelle et une sensibilité qui fait émerger une capacité empathique »<sup>7</sup>. La prise en charge du patient dans le milieu hospitalier et encore plus en oncologie, induit des compromis entre la réalisation de l'activité (un soin de qualité, *care*) et la préservation de son état interne (protection contre le risque). Ces compromis, s'ils sont principalement orientés « patients » peuvent être délétères pour la santé des soignants.

---

<sup>7</sup> Jean-Manuel Morvillers

Dans notre contexte d'étude, nous observons un service sous tension, où le nombre de prise en charge quotidienne explose à la suite de la fermeture de deux services d'oncologie dans la région. Ce report de charge sur l'établissement engendre, en cascade, une dégradation des conditions de travail, de prise en charge de patients et impacte la santé des soignants. Nous observons que le manque de marges de manœuvre du personnel engendre une prise de risque afin de se dégager des ressources (souvent temporelles) pour tenir les objectifs de fonctionnement du service et de qualité. Un exemple est le port des gants et leur « durée » d'utilisation. Certains personnels n'en utilisent pas, pour éviter la perte de temps (les mettre/les enlever, etc.).

Du reste, le risque lié aux MAC est noyé dans l'ensemble des facteurs de risques professionnels qui font le quotidien des soignants : risque biologique, risque de TMS, etc. et la préoccupation orientée patient. On constate des arbitrages permanents entre une prise de risque « pour soi » ou pour le patient. Nous observons un ensemble de pratiques de « don de soi » au profit de la préservation de la qualité du soin/de la relation avec le patient.

## DISCUSSION

Actuellement notre intervention se situe en phase de structuration des groupes de travail, en vue de l'élaboration du plan d'action. Dès à présent nous avons défini qu'il est pertinent de mettre en place un suivi par des SBE et des comparaisons de prélèvements surfaciques, afin d'effectuer un comparatif de la situation suite au déroulement du plan d'action.

Une difficulté majeure de notre action a été d'intervenir sans créer de peur auprès des personnels. Il nous a fallu être prudent donc, avec un risque dont le danger ne peut être maîtrisable à court terme.

Nous constatons que la représentation du risque est hétérogène, les logiques d'activité viennent faire varier la prise en compte de l'objet « risque cytotoxique ». Plusieurs profils :

- Les métiers de la production où les MAC sont à la base de l'activité (personnel de l'URC) ;

Sentiment partagé par l'encadrement et les salariés d'une maîtrise de la sécurité réglée. Il s'agit aussi du service le plus sollicitant pour mettre à jour le risque de contamination surfacique. Pour autant il existe un fort questionnement sur le risque encouru ;

- Les professionnels en seconde ligne, qui transportent les médicaments et les MAC (coursier) ;

Très éloignés du risque, protection individuelles quasi inexistantes, peu de questionnement sur la dangerosité des produits manipulés, également peu d'information transmise par l'encadrement.

- Les métiers du soin où les MAC sont les « outils » du soin (IDE/médecin/AS) ;

Connaissance du risque, l'acte de soins comme valeur primant sur la protection individuelle. Stratégie de minimisation collective des prises de risques.

- Les professionnels traitant de l'élimination des MAC, le risque est présent mais invisible (ASH) ;

Mise à distance collective du risque.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Ce vers quoi nous voulons tendre : mettre en place une démarche participative afin d'inclure la direction de l'établissement et les services concernés pour qu'ils deviennent partie prenante dans la construction du plan d'action.

La construction sociale de l'intervention semble être un levier fort afin de mettre au cœur du débat des professionnels la prévention du risque lié aux MAC.

Du reste, depuis juillet 2021, l'ANSES recommande d'inclure les situations de travail exposant aux MAC dans le Document Unique. Elle émet également des recommandations afin de protéger et sensibiliser les employeurs et les professionnels potentiellement exposés.

## BIBLIOGRAPHIE

### JACQUES LEPLAT, « LE RISQUE ET LA RÈGLE. LE CAS DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS DE CRU

Mohammed-Brahim, B. (1999). Ambiances chimiques de travail : l'ergotoxicologie ou la transition d'une prévention formelle à une prévention opérationnelle. *Performances Humaines et Techniques*, n° 99, 27-34.

Mohammed-Brahim, B. (2006). Concept and methods in ergotoxicology. In *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors* (Taylor & Francis, vol. 1, p. 698-705). UK : W. Karwowski.

Mohammed-Brahim, B., & Garrigou, A. (2009). Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique. *Activités*.

Mias, A., Legrand, E., Carricaburu, D., Féliu, F., & Jamet, L. (2013). *Le travail de prévention. Les relations professionnelles face aux risques cancérigènes*. Toulouse : Éditions Octarès.

Judon, N. (2017). *Rendre possible un espace intermédiaire de dialogue pour co-construire de nouvelles solutions de prévention dans un contexte d'incertitude. Cas des travaux de revêtements routiers*. Thèse en ergonomie, Université de Bordeaux.

# Des expositions sous-estimées aux produits chimiques chez des pédicures – podologues

Jessie ALDANA<sup>1,2</sup> & Maël MONTIGNY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> **ASTI Association De Santé Au Travail Interservices**, PARC BASSO CAMBO, 8 Rue Paul Mesplé,  
14 Rue Michel Labrousse, 31100 Toulouse

<sup>2</sup> **IPST CNAM**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 Rte de Narbonne, 31400  
Toulouse

jessie.aldana@ast-i.org

Résumé.

Notre contribution porte sur l'analyse de différentes situations de travail au sein d'un cabinet de podologie. Elle est originale à double titre. D'une part, elle décrit l'activité des pédicures-podologues, ce qui à notre connaissance a été très peu fait en ergonomie ; d'autre part, elle met en lumière une exposition à des produits chimiques dangereux majorée par des déterminants organisationnels, humains et techniques.

Cette étude ergonomique a permis aux pédicures podologues d'identifier les déterminants de l'activité de fabrication de semelles orthopédiques. Ils savent désormais que leur activité de travail les expose à des agents chimiques dangereux et que cette exposition est aggravée par l'organisation qu'ils ont mis en place dans le cabinet.

Mots-clés : Ergotoxicologie ; podologue ; pédicure ; exposition professionnelle ; produits chimiques ; CMR

## Underestimated chemical exposures in podiatrist

Abstract.

Our study focuses on the analysis of different working environments within a podiatric practice. It is original for two reasons. On one hand, it describes the activity of pedicures-podiatrists, which to our knowledge has been poorly described in ergonomics studies. It also highlights a dangerous chemical exposure increased by organizational, human, and technical determinants. This ergonomic study allowed pedicure podiatrists to identify the underlying components of orthopaedic insoles. They now acknowledge the occupational exposure to hazardous chemicals and its impact on their surgery organisation.

Keywords: Ergotoxicology ; podiatrist ; .occupational exposure ; chemical products, CMR

## INTRODUCTION

Le métier de pédicure-podologue ou plus communément appelé « podologue » est une profession réglementée et dont les règles de pratique se sont enrichies au fur et à mesure des années par divers textes de loi. Le podologue est un professionnel de santé qui traite les affections épidermiques et unguéales (relatif à l'ongle) ainsi que les troubles statiques et dynamiques. Ces troubles sont corrigés par le port d'orthèses plantaires thermoformées appelées usuellement « semelles orthopédiques ». Elles sont prescrites par un médecin et conçues puis fabriquées par un podologue.

Nous souhaitons apporter une contribution à l'analyse de l'activité chez des podologues car à notre connaissance, il existe très peu de publications d'ergonomie sur ce sujet.

Notre contribution est un retour sur une étude de cas qui porte sur l'analyse de l'activité de fabrication des semelles orthopédiques au sein d'un cabinet de pédicure-podologie.

Spontanément, le risque chimique n'apparaît pas comme un risque majeur auquel sont exposés les podologues au cours de leur activité.

Dans la présente contribution, nous montrons que les podologues sont exposés à des agents chimiques dangereux dans la fabrication des semelles orthopédiques et que les autres déterminants et macro-déterminants en lien avec leur activité de travail aggravent cette exposition.

## LE CONTEXTE

Cette analyse de l'activité s'est déroulée dans le cadre d'une formation à l'IPST-CNAM de Toulouse (31) pour l'obtention d'un MASTER 1 d'Ergonomie. La structure d'accueil est un cabinet de podologues-pédicures toulousain. Les podologues-pédicures ne formulaient pas explicitement de demande. Néanmoins, lors des 1ers échanges, ils s'interrogeaient sur leurs expositions aux produits chimiques utilisés lors de la fabrication des semelles orthopédiques et les effets potentiels sur leur santé.

C'est dans ce contexte qu'un pré-diagnostic a été posé. La collecte de données tels que des indicateurs de santé et sécurité au travail ont permis de cibler certaines problématiques :

- Des douleurs au niveau du rachis ;
- Une perte de l'audition ;
- Des dermatoses sur les digitales.

## MÉTHODOLOGIE

La méthodologie a pour objectif de s'appuyer sur l'analyse de l'activité des travailleurs en situation (Falzon, 2004), en utilisant les connaissances et les outils de l'ergonomie articulés à ceux de la toxicologie industrielle, de la médecine du travail et de l'ingénierie des risques (Galey et al., 2019; Garrigou et al., 2017; Mohammed-brahim, 2015).

Une analyse documentaire dans la bibliographie sur l'activité de podologues a été effectuée. Une analyse de danger de la colle et des éléments a été réalisée

### <sup>8</sup> Rappels de connaissances sur la toxicité des substances

Dans les situations de travail que nous allons décrire, les substances identifiées sont les suivantes :

#### Formaldéhyde

Le formaldéhyde est classé par l'Union Européenne (UE) Cancérogène avéré (H350) et Mutagène suspecté (H351). Il est classé sensibilisant.

#### Solvants

Les solvants ont des toxicités communes : ils sont déprimeurs du système nerveux central, irritant pour la peau et les voies respiratoires.

après avoir recueilli les Fiches de Données de Sécurité (FDS) auprès des fournisseurs. Afin de prendre en compte les variabilités inter-individuelles, nous avons collecté des données telles que l'historique professionnel, des données anthropométriques, un bilan sur l'état de santé à travers des entretiens individuels. L'analyse de l'activité a été réalisée au moyen de prise de notes manuscrites, de captations filmées de l'activité dans l'atelier et de chroniques d'activités (Actograph). Afin d'évaluer les ambiances physiques de travail, des relevés de poussières (PHOTOMÈTRE PERSONAL DATARAM pDR-1500), des mesures de bruit (dosimètres B&K TYPE 4448) et des mesures au fumigène (PEASOUP) ont été réalisées. Le logiciel PROTECPO nous a permis de vérifier si le gant était adapté à l'utilisation de la colle.

L'impact de la pénibilité du travail a été évalué avec un relevé de la fréquence cardiaque (Applewatch).

## RESULTATS

### Process, environnement de travail, produits chimiques<sup>8</sup>

La fabrication de « semelles orthopédiques » est réalisée dans un atelier mesurant 14,40 m<sup>2</sup> après un « Examen Clinique » ou « Bilan Podologique ». La figure 1 présente les différentes sous-étapes réalisées par le podologue et les lieux dans lesquelles il les effectue.

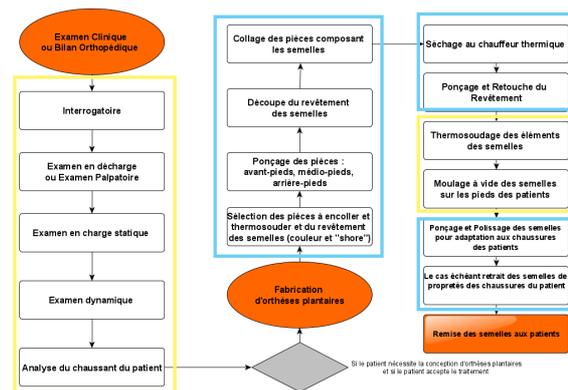


Figure 8- Activités du podologue en fonction du lieu d'exécution de l'activité. Encadré bleu : atelier -encadré jaune : salle de consultation

Elle consiste à assembler des éléments entre eux (cf. photo 1). Ces derniers vont traiter et corriger la pathologie du patient.

Parmi ces éléments, certains sont prédécoupés en amont par leur fournisseur, les autres sont découpés à l'aide de ciseaux par les podologues. Ces éléments sont ensuite encollés ensemble par application de colle au moyen d'un pinceau.

La colle est chauffée quelques secondes au pistolet thermique pour la faire sécher plus rapidement.

Cet assemblage d'éléments est ensuite poncé et découpé afin de s'adapter au chaussant du patient.

Certains auront des toxicités spécifiques : Le n-hexane est classé par l'UE Reprotoxique suspecté pour la fertilité (H361f). Le xylène et l'éthylbenzène sont ototoxiques.

#### Poussières réputées sans effets spécifiques

Les effets dépendent des caractéristiques physico- chimiques et dimensionnelles et du lieu du dépôt des particules. On peut observer la survenue de pneumoconiose de surcharge. Ces poussières sont irritantes pour les voies respiratoires.

Cette colle contient de nombreux solvants organiques avec entre autres du n-hexane (< 5%), du xylène, de l'éthylbenzène, de la colophane et du formaldéhyde (< 0,1%). Celle-ci émet des vapeurs et des odeurs fortes.

Le ponçage des éléments émet de la poussière. Les éléments sont constitués de mousse polyéthylène (PE), d'Éthylène/Acétate de Vinyle (EVA) ou de mousse latex CARBOSAN (mélange de latex et de charbon actif). Les poussières de ponçage seront composées de résidus de ces matériaux.

Les résultats de l'analyse de danger montrent que lorsque que la colophane est chauffée, l'un des sous-produits issus de la décomposition thermique est le formaldéhyde. Cette analyse a également montré qu'il n'y avait pas de données toxicologiques disponibles dans la littérature sur le PE et l'EVA. La toxicité générale sur les poussières réputées sans effets spécifiques a été retenue.

Les tourets de ponçage sont équipés d'un système d'aspiration des poussières vers des bacs localisés sous les tourets. Ils sont vidés hebdomadairement par un des podologues, et parfois lorsqu'ils sont pleins ou qu'ils ont l'impression que l'aspiration ne fonctionne plus.

Le test fumigène a montré que la protection collective telle qu'elle a été conçue n'aspirait pas nettement les vapeurs. Il existe un système de soufflerie sur le plan de travail prévu pour rabattre les vapeurs vers la protection collective. La colle appliquée encrasse le système de soufflerie et son nettoyage est réalisé quand le podologue trouve le temps pour le faire.

Des gants en vinyle sont parfois portés pour se protéger des risques d'abrasion et du contact cutané avec la colle. Les résultats issus de PROTECPO montrent que le vinyle ne convient pas à la manipulation des solvants, alors que le nitrile, lui, va être adapté.

Ces expositions potentielles aux vapeurs, aux poussières et par contact cutané sont donc majorées par des facteurs aggravants que l'analyse du travail a révélés. Ces facteurs sont en lien avec l'organisation et l'environnement de travail, le matériel utilisé et les variabilités inter-individuelles.



Photo 1 - Eléments de traitement de deux semelles orthopédiques avant encollage

## Une organisation collective du travail facteur d'intensification

Les podologues sont au nombre de quatre dans ce cabinet. Une podologue-pédicure est exclusivement dédiée aux soins de pédicurie. Ils ont le statut de travailleur indépendant et sont associés dans la structure. Seule la pédicure n'est pas associée. Chaque praticien s'engage à effectuer le même nombre de jours annuels de travail pour la structure pour une rémunération en fonction de leur temps de travail.

Depuis 2019, ils ont décidé d'une réduction collective de leur temps de travail à 3 jours et demi par semaine pour diminuer leur temps de travail hebdomadaire. La journée complète est composée de dix créneaux patients d'une heure et la demi-journée de 4 créneaux patients d'une heure, sans inclure de pause repas.

Ce rendez-vous d'une heure existe depuis 21 ans et constitue une particularité assez propre au cabinet : le patient est pris en charge en 1h, il repart avec ses semelles et n'a pas besoin de revenir pour un second rendez-vous. Cette particularité sera désignée "process 1h semelle". Il s'est construit progressivement. Le tableau 1 reprend les grandes étapes de cette mise en place.

Année de mise en place	Nombre de rendez-vous	Durée Totale	Etapes du Process	Lieu du Moulage
Avant 2000	Deux rendez-vous	1h30	<b>Premier rendez-vous (1h) :</b> Bilan Orthopédique <b>Opérations entre les deux rendez-vous :</b> découpage, ponçage et encollage des éléments des semelles. <b>Deuxième rendez-vous (30 min) :</b> Moulage et ajustements (ponçage et polissage) des orthèses plantaires.	Atelier
Courant 2000	Rendez-vous unique	1h30	Bilan Orthopédique et Fabrication des orthèses plantaires	Salle de Consultation
Depuis 2000 A ce jour	Rendez-vous unique	1h	Bilan Orthopédique et Fabrication des orthèses plantaires	Salle de Consultation

Tableau 1 - Historique du process de fabrication des orthèses plantaires (construit à partir des entretiens avec les podologues)

## Travail dans la salle de consultation

### Multiples déplacements

Durant la prise en charge d'un patient, le podologue effectue de nombreux déplacements. Nous avons comptabilisé que celui-ci effectuait en moyenne 11 déplacements à l'intérieur de sa salle de consultation sur environ 30 minutes. Nous avons observé que le podologue est presque toujours debout ou en mouvement. Il n'est assis que 33% du temps pour réaliser des tâches administratives.

### Fortes sollicitations biomécaniques

Le podologue va alterner des postures très contraignantes (penché à 45° ou plus) ou bien avec une forte amplitude posturale : penché-accroupi-à genoux sur presque toutes les opérations associées à l'examen exploratoire. Au cours de nos observations, nous avons quantifié que durant son examen un podologue changeait 8 fois sa posture sur une période de 3 minutes.

## Des accélérations dans le couloir

### Intensification des déplacements

Les chroniques d'activité montrent que l'enchaînement des actions des podologues s'intensifiaient. Dès lors que le podologue sort de la salle de consultation, il accélère très nettement son rythme de pas, à la limite d'un début de course à pied. Par exemple : un podologue doit parcourir jusqu'à 6 fois par consultation les 15 mètres qui séparent sa salle de consultation et l'atelier. Il parcourt cette distance, en 6 secondes, soit approximativement à une vitesse de 8,5 km/h.

## Travail dans l'atelier

### Intensification des déplacements

Une intensification est observée à travers le nombre de déplacements effectués par les podologues au sein

de l'atelier. Par exemple : nous avons dénombré qu'un podologue avait effectué 39 déplacements en 14 minutes.

Du fait de la contrainte d'espace qui empêche les podologues d'avoir chacun leur plan de travail et leur touret, ces derniers accélèrent volontairement leur cadence de travail à chaque étape de fabrication de la semelle pour libérer le poste qu'ils occupent aux autres podologues.

### Fortes sollicitations Biomécaniques

Dans l'atelier, sauf lorsqu'il exécute un déplacement, le podologue est en position debout et statique.

### Découpe

Au cours des opérations de découpe des éléments, le podologue est amené à solliciter de manière répétée son pouce, son poignet et son cou. Au fur à mesure de l'avancée de la fabrication de la semelle, ces opérations vont exiger que le podologue engage plus de force en réalisant des contractions musculaires dynamiques et statiques. Ces contractions sont renforcées ou amplifiées par l'usure des outils : grippage des ciseaux avec la colle. L'entretien des outils ne sera effectué que lorsque les podologues sentiront qu'ils peinent dans l'exécution de leurs opérations entraînant une perte de vitesse et d'efficacité. On constate de nouveau que les activités d'entretien et de réparation de leurs équipements ne sont pas intégrées dans leur processus "1h semelle"

### Ponçage

Le podologue va fortement solliciter les membres supérieurs de manière répétée (bras, poignets et mains). Les mesures de bruit réalisées ont montré que les podologues étaient exposés à des niveaux de bruit représentant un LAeq égal à 81,2 db(A) sur une période de mesure de 2h49. Ce niveau de bruit comparé au seuil de la réglementation montre que le podologue est exposé à une valeur supérieure à la valeur d'exposition déclenchant des obligations d'actions, seuil à partir duquel on sait que des lésions auditives peuvent survenir. Il a été observé une variabilité inter-individuelle intéressante quant à la taille des podologues.

Il est constaté qu'un des podologues est plus petit que les autres. La bonne exécution de l'opération de ponçage est soumise à une bonne visibilité et un bon angle d'attaque. Cette double condition va générer chez les podologues l'adoption de postures contraignantes sur les plus grands podologues notamment (cf. photo 2).



Photo 2 - Exécution du ponçage et variabilité inter-individuelle

Afin de pouvoir poncer les semelles correctement, le plus petit des podologues se met régulièrement sur la pointe des pieds ce qui lui permet de modifier son "angle d'attaque" du ponçage des semelles au niveau des poignets et de changer son « angle regard ». On peut très nettement observer sur la photo

3 que cette compensation lui permet d'arriver à la même hauteur que ses collègues.

Il a également été observé que lorsqu'il effectue cette compensation, il a beaucoup moins de poussières résiduelles sur les mains et pourrait donc diminuer de fait son exposition par inhalation.



Photo 3 - Stratégie individuelle de correction mise en place par l'un des podologues

Les podologues vont quotidiennement s'abriter les doigts et les ongles sur les tourets voire se blesser gravement. Afin de se protéger du risque d'abrasion des doigts lors de l'utilisation du touret, certains podologues se fabriquent des doigtiers avec des chutes de matériaux de semelles. Ces chutes s'usent très vite et doivent être changées plusieurs fois par jour.

## SYNTHÈSE DE L'ANALYSE

La fabrication de la semelle expose les podologues à des produits chimiques dangereux. L'analyse de leur activité a permis d'identifier des déterminants éloignés de la situation de travail mais qui concourent aux expositions et agissent comme des facteurs aggravants à ces expositions.

L'organisation actuelle telle qu'elle est construite avec ce process « 1h semelle » fait que les podologues rentrent dans une logique de faire toujours plus :

- Plus de semelles en une journée (10 paires de semelles contre 6 par jour). De ce fait, ils ont augmenté leur fréquence d'exposition aux agents chimiques dangereux,
- Plus de chiffres et plus de patients,
- Exécuter plus vite les déplacements et leurs mouvements.

Cet arbitrage du point de vue du chiffre et de la vitesse risque en revanche de se faire au détriment de la qualité de fabrication de semelles et de leur santé.

Ces journées intenses avec très peu de temps de récupération, l'absence répétée de prise de pause ou bien de repas « sur le pouce » sont une source de fatigue importante et d'usure au travail. A noter que le temps de récupération est plus long chez les populations vieillissantes : des verbalisations d'un podologue qui reconnaît rencontrer des difficultés à récupérer de sa semaine de travail ont été recueillies. Ces sur-sollicitations de l'organisme entraînent des hausses de la fréquence cardiaque (constatée sur un des podologues) et donc des hyperventilations. On peut facilement émettre l'hypothèse qu'il existe une majoration de l'inhalation de solvants et des poussières au moment de la fabrication des semelles.

Par ailleurs, pour aller toujours plus vite, ils vont aller jusqu'à s'exposer, de manière non intentionnelle, à un composé néoformé CMR (formaldéhyde) au moment où ils chauffent la colle au pistolet thermique. Ils sont doublement exposés au formaldéhyde du fait qu'il soit initialement présent dans la composition de la colle. Toutefois, concernant la cancérogénicité du formaldéhyde, il faut savoir que c'est un cancérogène à seuil d'effet<sup>9</sup> : il a été observé un effet local

<sup>9</sup> Substance qui provoque des dommages au-delà d'une certaine dose et la gravité de cet effet est proportionnelle à la dose d'exposition

(nasopharynx) en lien avec le caractère irritant du formaldéhyde. De ce fait, la très faible concentration de formaldéhyde présente dans la colle et la faible concentration probable du formaldéhyde néoformé permettrait de pondérer ce risque par inhalation en supposant que le risque de survenue d'un cancer est très faible.

Toutefois, une vigilance doit être portée sur les risques d'effets de potentialisation des poussières (irritantes) et du formaldéhyde (irritant) sur un même organe cible : les voies aériennes supérieures.

Dans cette cadence de travail, le manque de temps force les podologues à être négligents sur la fréquence de la maintenance des systèmes d'aspiration en ne vidant pas les bacs des aspirateurs ou bien en retirant la colle résiduelle qui bouche les grilles. Cela impacte de fait l'efficacité de l'aspiration et donc risque de majorer à nouveau le risque par inhalation.

Certains podologues ne prennent pas le temps de se protéger en mettant des gants en arrivant dans l'atelier. Et pour ceux qui mettent des gants, l'exposition par contact cutané est majorée car les gants en vinyle sont inadaptés à la manipulation des solvants. Il existe un risque de passage à l'état moléculaire des solvants à travers les gants. La peau est donc en contact avec les solvants et il existe un risque de majoration de l'absorption cutanée du fait du principe d'occlusion.

Les podologues présentent des lésions au niveau de la main ce qui constitue une nouvelle voie d'absorption cutanée « physique et chimique ».

Enfin, cette irritation pourrait favoriser le risque de survenue d'allergie cutanée alors qu'ils manipulent des substances sensibilisantes car il est connu que l'irritation cutanée fait le lit de l'allergie (A.Nosbaum et al.).

Enfin, la colle contient des substances ototoxiques qui par effet d'additivité ou de potentialisation avec les nuisances sonores émises par les tourets peuvent dégrader l'audition des podologues.

Toutes ces analyses de danger ont pu être réalisées à partir des FDS qui pourtant ont difficilement été récupérées auprès du fabricant. Ce dernier, qui réglementairement a l'obligation de les fournir à son client (REACH<sup>10</sup>), ne voyait pas l'intérêt de les communiquer et craignaient qu'en les fournissant, le secret industriel soit violé. C'était la première fois qu'on les lui demandait. Cela démontre à nouveau que le risque chimique est méconnu et donc sous-estimé dans ce domaine de profession.

La FDS mentionne que certains éléments contiennent des colorants mais ni la nature ni la composition ne sont spécifiées. Face au refus de « divulguer » ces informations, l'analyse de danger n'a pas pu être exhaustive. Toutefois, des éléments de la semelle sont de couleur noire. L'hypothèse est qu'il pourrait y avoir un autre CMR dans l'atelier : le noir de carbone. Il est souvent utilisé dans la fabrication de ce type de matériaux pour obtenir la couleur noire. Les noirs de carbone ont été classés par le CIRC en 1996 en 2B : cancérigènes possibles pour l'homme. Une réévaluation en 2006 par le CIRC a confirmé cette classification.

Afin de produire des connaissances plus approfondies de leur pénibilité du travail et de l'exposition des podologues aux agents chimiques dangereux, il conviendrait de mettre en place des mesures plus précises comme des mesures de cardiofréquence-métrie où des prélèvements d'atmosphère des poussières inhalables et alvéolaires en prenant en compte la présence potentielle de nanoparticules.

Enfin, il pourrait être intéressant de développer les éléments concernant la gestion de la sécurité du fait du non-port d'EPI, de la faible fréquence de maintenance et des temps de pause. Il pourrait être émis l'hypothèse que ces manières de faire seraient en lien avec une stratégie défensive de type activisme, avec des phénomènes d'auto-accélération du corps pour empêcher la tête de penser à ce qu'ils font ou ne font pas. Voire de ne plus penser à la qualité ou au sens de leur travail.

## CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

Notre étude a permis d'apporter aux podologues des connaissances sur leurs expositions aux agents chimiques dangereux qui sont majorées notamment du fait de leur organisation de travail. Ces apports de connaissances et les préconisations que nous leur avons proposés, leur ont permis d'engager un travail réflexif sur les déterminants de leur activité.

Cette réflexion se porte notamment sur la pérennité du modèle socio-économique actuel du cabinet. Ce modèle est construit sur la volonté de « travailler moins pour se faire du bien ». Il provoque de ce fait une intensification du rythme de travail et sur-sollicite les podologues. Ils commencent à ressentir les effets du vieillissement de leur corps voire d'une usure anticipée. Ils se questionnent sur leur capacité à tenir ce rythme et sont conscients que ce modèle ne pourra pas être maintenu dans le temps, constat partagé dans nos observations de notre étude.

Cette analyse de l'activité a pu être réalisée par la complémentarité de deux disciplines que sont l'ergonomie et de la toxicologie industrielle. Cette approche ergo-toxicologique permet d'identifier et d'analyser les situations de travail exposant les podologues à des agents chimiques dangereux. En effet, si la toxicologie industrielle est indispensable par l'apport de ses connaissances sur la toxicité induite par les agents rencontrés dans le milieu professionnel, l'ergonomie l'est tout autant pour appréhender le réel de l'activité et les variations qui la caractérisent afin de replacer le risque chimique et sa prévention au cœur de l'activité de travail.

La construction d'une démarche efficace de prévention des risques chimiques passe par la construction et la généralisation d'intervention en pluridisciplinarité comme les ergonomes et les toxicologues qui proposent le modèle d'intervention en ergo-toxicologie.

<sup>10</sup> Règlement REACH n°1907/2006, article 31, alinéa 1

## BIBLIOGRAPHIE

- Apfel, M., Lafaurie, S., Tronchet, L., Atain-Kouadio J.J. (2000). OREGÉ : un outil simple d'évaluation des facteurs de risque biomécaniques de TMS du membre supérieur. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 196, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).
- ANSES. (2018). *Elaboration de VTR par inhalation pour le formaldéhyde*.
- Campo, P. (2004). Bruit et agents ototoxiques. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 65(6), 503-512.
- Daniellou, F. (2012). *Facteur humain et organisationnels de la sécurité industrielle. Des questions pour progresser*. Toulouse : FonCSI
- Décret n°2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le code du travail (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat)
- Galey, L., Judon, N., Jolly, C., Gouffille, F., Albert, M., L'hospital, O., Martin, P., Noel, C., Pasquereau, P., Aublet-cuvellier, A., Galey, L., Judon, N., Jolly, C., Gouffille, F., Morelot, S., Albert, M., Martin, P., Noel-suberville, C., Pasquereau, P., & Aublet-cuvellier, A. (2019). Proposition méthodologique en ergotoxicologie pour révéler les expositions à des produits chimiques. *Activités*, 16(1), [En ligne].
- Garrigou, A., Mohammed-Brahim, B., Pasquereau, P., Vallier, M., & Carballeda, G. (2006). Quels outils d'analyse pour des démarches pluridisciplinaires en santé au travail ? L'exemple de l'ergotoxicologie. In *Actes du 40ème congrès de la SELF* (pp. 461-470), Caen. Devolvé, N. (1984). *Ergonomie et toxicologie. Le Travail Humain*, 47 (3), 227-235.
- Gautier, C.M., Tedbirt, B., Bauvin, O., Kuntz, A., Tetart.F., (2020) L'allergie de contact : un risque professionnel peu connu chez les pédicures podologues ».
- Guérin, F., (2006) *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*, Lyon, France : Réseau ANACT.
- Hamelin, G., Charest-Tardif, G., Truchon, G., & Tardif, R. (2004). Modélisation toxicocinétique de l'exposition au n-hexane chez des volontaires humains au repos et à l'exercice. In *La société des savoirs : 72e Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences / ACFAS (72e)*. Montréal, Canada, mai.
- Hemmativaghef, E. (2020). Exposure to lead, mercury, styrene, and toluene and hearing impairment: evaluation of dose-response relationships, regulations, and controls. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 17(11-12), 574-597. <https://doi.org/10.1080/15459624.2020.1842428>
- IARC. (2010). *Carbon black, titanium dioxide, and talc IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans volume 93*.
- INRS. (2002, janvier). *Dermatoses professionnelles à la colophane - article de revue - INRS*. Fiche d'allergologie-dermatologie professionnelle
- INRS. (2017, octobre). *Polyéthylène (PE)*. [https://www.inrs.fr/publications/bdd/plastiques/polymere.html?refINRS=PLASTIQUES\\_polymere\\_13](https://www.inrs.fr/publications/bdd/plastiques/polymere.html?refINRS=PLASTIQUES_polymere_13)
- INRS. (2019, février). *ProtecPo aide au choix des protections cutanées*. <https://www.inrs.fr/services/innovation/aide-decision-outils-management/protecpo.html>
- INRS. (2019b, mars). *Solvants aromatiques (FT 106). Généralités - fiche toxicologique*. [https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX\\_106](https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_106)
- INRS. (2020, juillet). *Zinc et composés minéraux (FT 75). Généralités - fiche toxicologique*. [https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX\\_75](https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_75)
- Karasek, R.-A. (1979), *Job demands, job descision latitude, and mental strain : implication for job redesign*, *Administrative Science Quaterly*, 24 : 285-308
- Klaassen, C.D. (1986). Principles of toxicology. In L. J. Casarett, & J. Doull (Eds.), *Toxicology, The basic science of poisons* (p. 11-32). NY: Macmillan publishing company.
- Koch Millet, S. (1997). *Exposition cutanée aux produits chimiques et choix d'une protection individuelle adaptée : Application à huit professions* (Thèse). <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00833160/document>
- Lauwerys, R., Haufried, V., Houet, P., Lison, D. (2007a). Issy-Les Moulineaux: Masson.
- Mohammed-Brahim, B. (1999). Ambiances chimiques de travail : l'ergotoxicologie ou la transition d'une prévention formelle à une prévention opérationnelle. *Performances Humaines et Techniques*, N° 99, 27-34.
- Mohammed-Brahim, B. (2004a). *Ergotoxicologie : de la connaissance à l'action*. Journée annuelle de la Société de Médecine du Travail de Midi-Pyrénées. Démarche du médecin du travail face au risque chimique : Avec quels outils ? Toulouse.
- Mohammed-Brahim, B. (2004b). *Prévenir le risque CMR à partir de l'analyse de l'activité : l'exemple des opérations de revêtement des chaussures*. Journées Nationales des Médecins de Prévention des DRIRE, Albi.
- Mohammed-Brahim, B. (2006a). Concept and methods in ergotoxicology. In W. Karwowski (Ed.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, 2nd édition. Vol. 1 (pp. 698-705). London, UK: Taylor & Francis.
- Mohammed-Brahim, B. & Garrigou, A., (2009). « Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique », *Activités*. <https://doi.org/10.4000/activites.2086>
- Mohammed-Brahim, B. (2015). L'ergotoxicologie ou comment aborder le risque chimique du point de vue de l'activité du travail *Les Actes de La Troisième Conférence Internationale Sur Les Applications de l'ergonomie Dans Les Pays En Voie de Développement, 26-27 octobre 2015*, 103-108.
- Nosbaum, A. (2010). Dermatitis de contact allergique et irritative. *Physiopathologie et diagnostic immunologique*. Archives des maladies professionnelles et de l'environnement
- Venet, T., & Thomas, A. (2015). Bruit et substances ototoxiques : Cocktail à risque pour l'audition. *Hygiène et sécurité au travail*, 238, 6-9.
- Wisner, A., (1992) *Éléments de méthodologie ergonomique. Méthodes utilisables de la physiologie et de la psychologie dans la réalité du travail*, in Scherrer, J., *Précis de physiologie du travail : notions d'ergonomie*, Paris, France : Masson
- Wisner, A., (1997) *Anthropotechnologie - Vers un monde industriel pluricentrique*. Toulouse, France : Octarès.



# Élargir l'échelle de l'analyse de l'activité pour prévenir le risque pesticide en milieu agricole

Caroline JOLLY<sup>1,2</sup>, Fabienne GOUTILLE<sup>3</sup>, Alain GARRIGOU<sup>3</sup>, Elise LEDOUX<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IRSST, 505 boulevard de Maisonneuve Ouest, Montréal, Qc, H3A 3C2.

<sup>2</sup> UQAM, 405 rue Sainte Catherine Est, Montréal, Qc, H2L 2C4

<sup>3</sup> Université de Bordeaux, Inserm, Bordeaux Population Health Research Center, Equipe EPICENE, UMR 1219, 146 rue Léo Saignat, Bordeaux.

[caroline.jolly@irsst.qc.ca](mailto:caroline.jolly@irsst.qc.ca)

Résumé. Au sein de ce symposium et dans le cadre de la prévention des risques chimiques, nous proposons une adaptation du modèle ergotoxicologique pour l'intervention en milieu agricole. Il s'agit de montrer en quoi la prise en compte des déterminants liés à l'environnement externe de l'exploitation agricole vient compléter la compréhension et les possibilités de transformation des situations à risque pesticide. Les objectifs de cette contribution sont doubles : (1) mettre en visibilité une méthodologie d'analyse des déterminants techniques, organisationnels et sociaux des expositions qu'ils soient internes ou externes à l'exploitation agricole; (2) contribuer au développement d'une analyse des expositions prenant en compte le point de vue des agriculteurs concernés par l'exposition pour favoriser une démarche de prévention plus durable. Dans ce contexte, des illustrations à partir de deux recherches-intervention, chez les pomiculteurs au Canada, et les viticulteurs en France, permettent de questionner et de décrire le rôle du développement méthodologique proposé.

Mots-clés : Ergotoxicologie, prévention des risques, exposition, agriculture

## Expand the scale of the work activity analysis to prevent pesticide risk in the agricultural sector

Abstract. In this symposium and in the framework of the prevention of chemical risks, we are suggesting an adaptation of the ergotoxicological model for intervention in an agricultural environment. The aim is to show how taking into account the determinants linked to the external environment of the farm complements the understanding and the possibilities for transforming pesticide risky situations. The objectives of this contribution are: (1) to highlight a methodology for analyzing the technical, organizational and social determinants of exposure, whether internal or external to the farm; (2) to contribute to the development of an analysis of exposures taking into account the views of the farmers concerned by the exposure in order to promote a more sustainable prevention approach. In this context, illustrations from two interventions research, among apple growers in Canada and wine growers in France, allow us to question and describe the role of the proposed methodological development.

Keywords: Ergotoxicology, risk prevention, exposition, agriculture

## INTRODUCTION

L'agriculture est un secteur particulièrement touché par le risque pesticide. La littérature scientifique associe les pesticides agricoles à de nombreux effets sur la santé des agriculteurs, tels que le cancer de la prostate, le lymphome non Hodgkinien, la maladie de Parkinson ou les troubles anxio-dépressifs (Institut national de la santé et de la recherche médicale, 2013, 2019, 2021; Prud'homme, Labrèche, Mathieu et Krishnan, 2020). Plusieurs études ont montré que la voie cutanée était une voie d'exposition importante pour la population agricole (Institut national de la santé et de la recherche médicale, 2013; Schneider, Cherie, Vermeulen et Kromhout, 2000) et il s'avère nécessaire d'approfondir la question, notamment par une description plus fine des pratiques de travail pour agir en prévention (Laurent *et al.*, 2020).

Le concept « d'exposition en situation de travail » est défini comme « une situation de travail lors de laquelle l'activité semble être exposante » (Champoux, Jolly, Beaugrand et Tuduri, 2018; Galey, 2019). L'analyse de la situation de travail permet de décrire et de comprendre les relations entre la personne et son contexte de travail qui peuvent engendrer une exposition aux pesticides. Comme le précise Galey (2019), les déterminants de l'exposition sont l'ensemble des déterminants de la situation de travail influençant l'exposition, par exemple, la tâche et ses exigences, les conditions et moyens offerts par le milieu, ou l'environnement social (Saint-Vincent *et al.*, 2011).

Malgré les démarches de prévention développées en milieu agricole, au Canada et en France, les agriculteurs continuent de s'exposer aux pesticides lors des manipulations ou de leurs interventions sur les cultures et le matériel (Goutille, 2022; Jolly, 2022). Ils ont à suivre de nombreuses réglementations sans pour autant pouvoir s'appuyer sur des mesures de sécurité adaptées à leur activité de travail et à ses contraintes pour prévenir les expositions.

Afin d'éviter l'apparition de lésions professionnelles liées à l'exposition aux pesticides, il est nécessaire de reconstituer l'énigme de l'exposition. Garrigou (2011) mentionne qu'aucun acteur de la prévention ne peut prétendre formuler l'énigme et la traiter seul. Elle est accessible en croisant les regards fragmentés de différentes personnes influant l'exposition. L'auteur précise qu'une approche pluridisciplinaire et participative est nécessaire pour la construire et la résoudre.

Pour comprendre l'énigme que représente l'exposition aux pesticides et penser de manière plurielle la transformation des situations à risque, notre contribution cherche :

- (1) à mettre en visibilité une méthodologie d'analyse des déterminants de l'exposition, qu'ils soient internes à l'exploitation agricole ou « situés au-delà du champ décisionnel de l'entreprise » (Van Belleghem *et al.*, 2011),
- (2) à contribuer au développement d'une analyse de l'exposition prenant en compte le point de vue des agriculteurs pour favoriser une démarche de prévention plus durable.

## MÉTHODOLOGIE

Notre propos s'appuie sur cinq années de recherche-intervention menées en milieu agricole, de part et d'autre de l'atlantique.

L'approche menée dans les deux cas met en place un système organisé d'action basé sur une logique transformative et sur la participation des différents acteurs (soit autant les chercheurs que les travailleurs et les décideurs) (Krief et Zardet, 2013; Saint-Vincent *et al.*, 2011). Ainsi, ce type de recherche permet de reconstruire la réalité de travail de chacun.

Après une analyse du contexte social et réglementaire de l'usage des pesticides et des carnets de traitement propre à chaque exploitation, une première étape de la méthodologie de terrain visait à documenter le travail réel des utilisateurs de pesticides. Des observations filmées de l'activité de travail ont ainsi été réalisées avec chaque agriculteur lors de la période intensive d'application des pesticides sur les cultures (avril/juin). Ces observations ont spécifiquement concerné les tâches relatives à la préparation-remplissage des pulvérisateurs (préparation de la bouillie phytosanitaire).

Pour caractériser l'exposition dans les conditions réelles d'usage des pesticides, différents types de mesure de l'exposition aux pesticides ont été réalisés. En pomiculture, la mesure de l'exposition cutanée externe potentielle a été réalisée à l'aide d'un vêtement collecteur. En viticulture, ce sont des prélèvements surfaciques et atmosphériques qui se sont construits entre les espaces de travail et de vie à la demande des agriculteurs et de leur entourage (famille, salariés, riverains).

Suite aux observations instrumentées (vidéo de l'activité et mesure des pesticides), des entretiens semi-dirigés portés sur le déroulement habituel des situations observées, suivis d'échanges plus informels ont été menés pour permettre une compréhension plus fine de l'activité de travail et des situations à risque dans le réel de l'activité.

À partir de ces données de terrain, une seconde étape réflexive a pu se construire afin de cibler les déterminants de l'exposition en situation de travail. Des objets intermédiaires de dialogue (Judon, 2017) prenant la forme de séquences vidéo, de résultats de mesure d'exposition, de plans de l'exploitation ou de maquette, ont été mis en circulation entre les agriculteurs et, le cas échéant, leur entourage. Ces supports ont soutenu les verbalisations autour des déterminants de l'exposition pour penser leur transformation. Des entretiens d'autoconfrontation individuelles et collectives suivies d'ateliers de transformation ont ainsi été menées dans les deux recherches présentées pour documenter l'exposition dans le travail réel. À partir de ces traces différentes parties prenantes ont pu être mobilisées pour penser et transformer les expositions de manière plurielle (des acteurs gouvernementaux et des syndicats professionnels en pomiculture, des acteurs institutionnels et scientifiques ainsi que des membres de la famille en viticulture).

## RESULTATS

Cette section vise à présenter les déterminants de l'exposition relevés sur les deux terrains et à illustrer la possibilité d'une prévention plus durable prenant en compte le travail réel et le point de vue des agriculteurs.

### Les déterminants de l'exposition

#### La tâche et ses exigences

La tâche de préparation-remplissage consiste à mesurer, incorporer et diluer les pesticides dans la cuve du pulvérisateur. Cette tâche peut être répétée deux à trois fois à chaque pulvérisation ainsi, par saison, selon les registres recueillis (par ex. carnets de traitements), les agriculteurs peuvent réaliser jusqu'à une centaine de préparations-remplissages. Lors de la réalisation de cette tâche, les agriculteurs peuvent s'exposer aux formulations commerciales manipulées (matières actives principales, coformulants et adjuvants) et aux résidus de pesticides présents dans leur environnement de travail (des pesticides déposés lors de la réalisation des précédentes préparations-remplissages et applications de la bouillie sur les cultures).

Les agriculteurs ont justifié l'utilisation des pesticides par la nécessité de respecter les différentes attentes et normes de qualité qui leur sont demandées autant au niveau économique que social ou écologique. Leurs pratiques se retrouvent contraintes par des déterminants contextuels de leur activité qui se superposent entre eux et s'entremêlent au niveau des situations de travail.

Les agriculteurs ont évoqué l'influence du contexte socio-économique sur leur travail. Par exemple, les critères de mise en marché et de production imposés par Canada Gap<sup>11</sup>, la Fédération des as de pommes du Québec, le Conseil Interprofessionnel des Vins de Bordeaux (CIVB) ou les consommateurs (force économique). Ces acteurs sont directement en lien avec les exigences de qualité de la production, expliquant en partie l'utilisation des pesticides et la réalisation manuelle de certaines tâches (par ex. l'éclaircissage manuel). Pour les agriculteurs, le consommateur s'attend par exemple à un produit parfait et méconnaît l'aspect comestible de certains dommages occasionnés par des ravageurs. Au niveau de la production du vin, les agriculteurs sont par exemple incités à faire évoluer leurs pratiques et à s'engager dans diverses chartes, dites de Haute Valeur Environnementale, pour répondre aux attentes du marché et des consommateurs. Ils doivent contribuer à préserver l'image de la marque (vin de Bordeaux) tout en produisant des quantités suffisantes (Traitement préventifs et curatifs sur les cultures pour limiter les pertes).

Une part importante du travail des agriculteurs repose sur les contraintes écologiques telles que les conditions météorologiques ou la présence de ravageurs. Celles-ci ont un impact important sur le développement, la qualité et la quantité de fruits. Ainsi, la rentabilité de l'exploitation représente un équilibre précaire dont les paramètres sont difficilement maîtrisables. Dans ce contexte, l'utilisation des pesticides est vue comme un outil de soutien à la production, favorisant la qualité

des fruits et permettant d'atteindre, s'ils sont utilisés en quantité nécessaire, au bon moment et dans les bonnes conditions, un certain niveau de rentabilité.

#### Les conditions et moyens offerts

Les situations à risque pesticides sont fortement déterminées par l'environnement technique des agriculteurs. Lors de la réalisation de la tâche de préparation-remplissage, la conception des contenants de pesticides occasionne des contacts avec la formulation commerciale. Le gabarit et le poids du sac apparaissent peu pratiques à manipuler. Par exemple, le sac de Maestro® pèse 10 kg et sa forme plutôt aplatie ne semble pas avoir de prise. Il mesure environ 50 centimètres de hauteur, 30 centimètres de largeur et 5 centimètres d'épaisseur, ainsi il ne semble pas stable lorsqu'il est posé debout. Les agriculteurs mentionnent d'ailleurs que certains sacs ne possèdent pas de système leur permettant d'être ouverts facilement ou d'être maintenus fermés, occasionnant une mise en suspension de la formulation commerciale lors de leur manipulation. Pourtant le Règlement sur les produits antiparasitaires<sup>12</sup> stipule que « tout emballage doit être fabriqué de manière à permettre : (...) b) la fermeture de l'emballage de façon que le produit y soit contenu d'une manière sécuritaire dans les conditions normales de stockage ». De plus certaines formulations commerciales vendues sous forme de granules se désagrègent engendrant des aérosols bien visibles lors des observations, pouvant se déposer dans l'environnement de travail (par ex. sur le matériel ou sur les équipements de protection).

D'autres déterminants, comme l'aménagement du poste de mesure, utilisé de façon répétée au cours de la tâche de préparation-remplissage, influencent les contacts avec la formulation commerciale. Par exemple la capacité de pesée de la balance va engendrer la répétition des étapes de transvasement et donc favoriser la présence et la dispersion des aérosols. Si la mesure se fait dans un local (fermé ou semi-ouvert), l'absence de système de ventilation va favoriser la stagnation des aérosols dans l'air ambiant occasionnant un contact avec l'agriculteur. L'entrepôt à pesticides (dit local phytosanitaire en France) est un bâtiment de taille variée qui est dédié à l'entreposage des formulations (stockage). La quantité de pesticides stockée par rapport à la surface de l'entrepôt peut limiter l'espace disponible pour se mouvoir et favoriser les contacts avec les emballages de pesticides. Or, pour lutter contre la pénurie de certains pesticides à des périodes de fortes pressions parasitaires, les agriculteurs ont intérêt à avoir un stock de pesticides disponible pour intervenir sur les cultures et faire face à la menace des ravageurs.

Les caractéristiques du pulvérisateur au sein duquel sont introduits les pesticides entraînent-elles aussi un contact avec les résidus de pesticides, notamment avec ceux présents sur la cuve et dans la cuve. L'accès à l'ouverture de la cuve située sur le dessus du pulvérisateur est essentiel à l'agriculteur puisqu'il lui permet, au-delà d'incorporer les pesticides, de contrôler la qualité du mélange en cuve. Cet accès est entravé par différents éléments, tels que la hauteur et le diamètre de la cuve, la localisation de l'ouverture

<sup>11</sup> <https://www.canadagap.ca/fr/>

<sup>12</sup> <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/dors-2006-124/index.html>

et les caractéristiques du marche pied. D'autres caractéristiques telles que la localisation des commandes, le fonctionnement du ventilateur, la puissance du système d'agitation ou la présence de recoins au sein de la cuve, favorisent également les contacts, la projection de pesticides et leur dispersion au sein de l'environnement de travail et au-delà.

Au niveau des équipements de protection individuels (EPI), outre le manque de clarté sur les étiquettes de pesticides quant aux modèles à privilégier, les agriculteurs soulèvent la contradiction entre l'utilisation d'EPI et le fait de contaminer leur environnement de travail. Les EPI tels que les gants sont fréquemment en contact avec des surfaces pouvant avoir des résidus (par ex. : contenants de pesticide, cuve, boyau). Dès lors que l'agriculteur entre en contact avec d'autres surfaces, un transfert de résidus de l'EPI vers la surface peut avoir lieu. Ainsi les EPI pourraient constituer une source d'exposition, voire un déterminant de l'exposition.

### L'environnement social

L'environnement social des agriculteurs influence la mission et les valeurs de leur entreprise. Et, suivant le type de régie ou mode de culture, l'usage des pesticides sera différent.

Les pomiculteurs adhérant à la production fruitière intégrée (PFI) s'inspirent d'une multitude d'informations publiées par les chercheurs développant la PFI. Ils vont ainsi prioriser des pesticides dits à moindre risque et effectuer des pulvérisations ciblées sur les parcelles infestées.

Sous l'emprise des institutions qui les encadrent, les viticulteurs vont investir dans du matériel de pointe, moduler les horaires de traitement et mettre en place des barrières végétales en vue de limiter la dispersion des pesticides et l'exposition des populations. Sous le joug des médias et des associations de militants anti-pesticides, les viticulteurs n'ont d'autres choix que de rentrer dans des stratégies défensives

- Ils apprennent à contrecarrer les attaques des acteurs qui les entourent en se référant à la législation qui autorise la mise sur le marché des pesticides qu'ils utilisent.
- Ils affichent leurs « bonnes pratiques » et communiquent sur les efforts financiers que leur demande la mise aux normes de leurs installations.

De par leur activité de traitement, les agriculteurs sont tenus responsables des expositions. Ils développent alors des stratégies pour, à leur niveau, limiter un risque dont la responsabilité relève de tous (consommateurs, dirigeants, firmes, agriculteurs, etc.). Ils se retrouvent ainsi à devoir prévoir l'impossible. Alors que l'activité de traitement est extrêmement tributaire des conditions météorologiques, les agriculteurs qui cherchent à limiter les accusations, doivent tenir les riverains informés des calendriers de traitement et afficher à l'entrée de leur exploitation les jours de traitement.

## Vers une démarche de prévention plus durable

### L'agriculteur acteur de sa prévention

L'exposition est ainsi influencée par les choix de gestion des agriculteurs, eux-mêmes influencés par des forces externes à l'exploitation. En effet, les agriculteurs choisissent les pesticides tout comme leurs équipements agricoles selon l'offre du marché (forces technologiques et économiques). Ils vont également gérer leurs cultures selon les conditions météorologiques (forces écologiques) ou sociales (pression des riverains et des organismes professionnels) et ce pour répondre aux critères de mise en marché (forces économiques et sociales). Ils doivent aussi utiliser les pesticides selon les recommandations d'usages indiquées sur l'étiquette ou les fiches de données de sécurité (force légale) et selon les recommandations des acteurs en amont de la production (par ex. cahiers des charges, charte environnementale). Ainsi les agriculteurs font des compromis entre les conditions et moyens qu'ils peuvent s'offrir et leurs objectifs de production inscrits dans une logique de marché.

Au sein des deux recherches-interventions, et à partir des actions construites telle que l'analyse partagée des situations à risques pesticides, les agriculteurs ont pu renforcer leur pouvoir d'agir en prévention. L'action leur a permis de prendre conscience de la rémanence des matières actives (sur les matériels, au sein des espaces professionnels et domestiques). Plus que prendre conscience, l'action leur a permis de visualiser et de rendre visible un risque et des déterminants de l'exposition sur lesquels agir en prévention. En réalisant comment la rémanence et la migration des pesticides se produisaient, les agriculteurs ont pu en prendre acte et chercher comment y remédier par eux-mêmes. Ils ont eu l'opportunité lors des ateliers d'échange de partager entre eux des pratiques pouvant limiter leur exposition.

Lors des échanges les agriculteurs ont imaginé des modifications au niveau de leur structure et de leur organisation du travail. Certains agriculteurs ont ainsi mentionné la réorganisation des espaces et des matériels pour faciliter leurs déplacements, réduire leurs efforts dans la manutention des pesticides, améliorer les prises d'information visuelles, auditives ou kinesthésiques. Les agriculteurs ont aussi envisagé des actions qui dépassent le champ décisionnel de leur entreprise. En viticulture, le manque de fiabilité des outils et équipements de sécurité qui leur sont actuellement imposés, les ont amené à envisager une évolution majeure au niveau des EPI. Ils ont proposé que les EPI soient fournis par les fabricants de pesticides à leurs clients/utilisateurs (des EPI fournis et recyclés de manière adaptée à l'ensemble de la prophylaxie commercialisée chaque saison sur chaque exploitation par les fabricants). Cette mesure permettrait de ne plus responsabiliser seulement l'agriculteur-utilisateur dans la gestion de la sécurité des personnes puisque la gestion de la sécurité des personnes relèverait aussi des acteurs amont de la chaîne de mise sur le marché des pesticides.

Les pratiques discutées concernent ainsi autant la manipulation des pesticides que des choix de gestion posés en amont de la tâche de préparation-remplissage.

### Mise en discussion des démarches de prévention actuelles

Les ateliers construits à partir de traces de l'activité et de l'exposition ont permis des rencontres entre différents acteurs entourant l'activité agricole. Ces acteurs externes à l'activité de préparation-remplissage du pulvérisateur (des acteurs gouvernementaux et des syndicats professionnels en pomiculture, des acteurs institutionnels et scientifiques ainsi que des membres de la famille en viticulture) ont pu discuter autour de l'état actuel des démarches de prévention, partager leurs représentations du risque et leurs savoirs et agir en prévention aux côtés des agriculteurs.

Plusieurs acteurs externes ont soulevé le peu de prise en compte de la santé des agriculteurs relativement aux nombreuses actions visant à préserver l'environnement et la santé de la population générale. Les acteurs externes ont reconnu leur manque de connaissance et la nécessité de collaborer pour offrir des outils adaptés aux agriculteurs.

Les discussions ont notamment porté sur les cinq niveaux des approches de prévention soit :

- 1) Les EPI : manque de clarté de l'information autour des caractéristiques des EPI à utiliser.
- 2) Les mesures administratives : ajout de volets pratiques à la formation et prise en compte l'expérience des agriculteurs.
- 3) Les mesures d'ingénieries : conception des équipements agricoles et des contenants des pesticides.
- 4) La substitution : besoin de soutenir les personnes ressources (par ex : agronomes) pour favoriser le développement des pratiques alternatives.
- 5) L'élimination : processus d'homologation.

Les échanges collectifs ont permis de mettre en évidence la complexité de l'activité de traitement et, au-delà, les déterminants de cette complexité qui peuvent limiter la prévention des situations à risque pesticides dans le travail réel

Dans l'optique d'une prévention durable, l'ensemble des acteurs a mentionné le besoin de cibler les institutions et les personnes clés pour développer les moyens actuels et offrir des moyens adaptés à l'activité de travail.

### DISCUSSION

L'agriculteur est à la fois prescripteur de son travail, en choisissant les orientations stratégiques propres à l'exploitation et en planifiant la production, et également exécutant, en réalisant les différentes tâches nécessaires au bon fonctionnement de son entreprise (Cerf et Sagory, 2004; Prost, 2019). Il est également responsable des conditions et des moyens offerts pour réaliser le travail dans son exploitation (Cerf et Sagory, 2004).

Outre le domaine d'activités de la production (par ex : usages des pesticides), l'agriculteur doit gérer la planification stratégique de leur exploitation (par ex :

mission et valeurs de leur entreprise) ou le domaine d'activités des ventes (par ex : mise en marché) (Rouveure, 2018). Ces décisions, prises en amont, influencent leur activité de travail lors de l'usage des pesticides (Figure 9).

L'agriculteur « est l'entreprise » (Jaouen, 2008; Lachapelle, 2014; Vaillancourt, 2009), il bâtit ainsi le cadre de travail avec lequel il réalisera les activités de production. Son environnement social dépend de sa vision et de ses valeurs, mais aussi de ses interactions avec différents acteurs et parties prenantes travaillant dans et hors l'entreprise (encadré central de la Figure 9).

L'agriculteur a toutefois un pouvoir d'agir limité sur son cadre de travail puisqu'il est influencé par les forces en présence de l'environnement externe à sa microentreprise (Lachapelle, 2014; Martin, J., 2008; Whittington *et al.*, 2020). Ce constat vient appuyer l'interrelation de l'agriculteur avec son environnement externe impactant l'exposition aux pesticides (Goutille, 2022; Jolly, 2022; Martin, 2008). Ainsi, il semble important de considérer l'environnement externe de l'exploitation agricole dans l'analyse de l'activité de l'agriculteur (Figure 9).

Les ateliers d'échange ont permis de présenter aux acteurs externes des séquences vidéo illustrant l'exposition en situation de travail. Les discussions émergentes de ces ateliers permettent alors de cibler des points critiques des moyens de prévention existants. En milieu agricole, une approche par la recherche intervention a permis l'amorce de la mise en place d'un système organisé d'action basé sur une logique transformative et sur la participation des PEA et des différents acteurs de leur environnement externe (Krief et Zardet, 2013; St-Vincent *et al.*, 2011). Elle est venue soutenir les divers acteurs pour leur permettre de construire la prévention à partir des situations d'exposition et de leurs déterminants convoqués. Les acteurs externes ont pu changer leur regard sur la prévention des risques, passant des EPI aux pratiques de prévention. La collaboration entre les acteurs hétérogènes a permis de placer au cœur des échanges « l'intelligence des [PEA] et leur capacité à parler et à réinventer leur travail » (Judon, 2017) en lien avec les forces externes en présence.

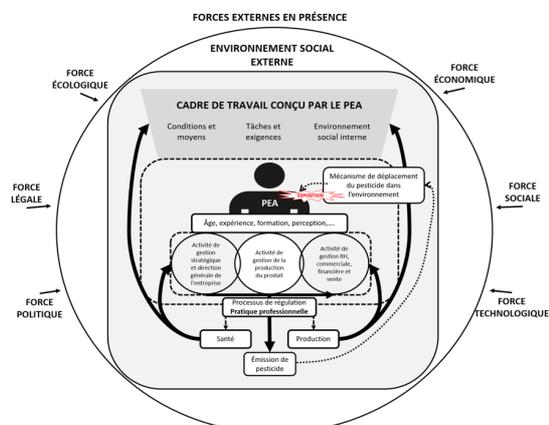


Figure 9: Modèle de l'exposition en situation de travail centré sur le propriétaire-exploitant agricole (PEA) en activité (Jolly, 2022)

En centrant l'analyse de l'activité de travail des pomiculteurs et des vignerons dans leur « temporalité » et leur « contexte particulier » (Teiger, 1993), des déterminants de l'exposition (plus ou moins éloignés de façon spatio-temporelle de l'entreprise classique) ont pu être identifiés et discutés avec les agriculteurs. La méthode déployée pour l'analyse des situations de travail lors de l'utilisation des pesticides est venue déborder le cadre de l'ergonomie dans sa part de « myopie » assumée (Darses et De Montmollin, 2006; Volkoff, 2010) pour appréhender le travail réel dans ses imbrications avec le contexte de la production agricole (écologique, économique, légale, sociale, politique et technologique ; Figure 1).

## CONCLUSION

Les deux recherches interventions menées auprès des pomiculteurs et des viticulteurs ont permis d'avancer dans la compréhension de l'exposition.

La détection des expositions doit pouvoir être mobilisée par les agriculteurs pour développer des situations de prévention surtout dans le cadre d'une activité complexe et ouverte sur la société qui peut les invisibiliser. Cependant, elle ne doit pas seulement servir à renforcer les règles de sécurité réglées qui prennent peu en compte le travail réel empêchant le développement d'une prévention durable.

Au regard de nos résultats, les acteurs constituant l'environnement social externe local des exploitations agricoles sont importants à mobiliser pour mettre en discussion les déterminants éloignés de l'exposition et penser leur transformation. Ce résultat interroge la place de l'ergonome auprès de ces acteurs et demande d'appréhender le contexte particulier de production pour avancer dans la compréhension de l'exposition.

Les deux recherches ont permis d'identifier des leviers de transformation des situations à risque au cours et en dehors des activités professionnelles des agriculteurs. Reste alors à trouver comment agir pour des transformations plus structurelles et à définir des stratégies d'action ergonomiques pour intervenir au niveau des macro-déterminants de l'exposition, tels que la mise sur le marché des pesticides ou la conception des équipements agricoles.

## BIBLIOGRAPHIE

Cerf, M. et Sagory, P. (2004). Agriculture et développement agricole. Dans P. Falzon (Édit.), *Ergonomie* (p. 621-632). Paris, France: PUF.

Champoux, D., Jolly, C., Beaugrand, S. et Tuduri, L. (2018). *Prévention de l'exposition cutanée aux pesticides chez les producteurs de pommes et facteurs influençant le port des vêtements de protection* (Rapport n° R-1021). Montréal, QC: IRSST.

Darses, F. et De Montmollin, M. (2006). *L'ergonomie*. La Découverte.

Galey, L. (2019). *Comprendre les situations d'exposition aux nanoparticules par l'intégration de l'activité de travail à la mesure : vers une construction de la prévention*. (Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Bordeaux, France).

Garrigou, A. (2011). *Le développement de l'ergotoxicologie : une contribution de l'ergonomie à la santé au travail*. (Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux 2, Bordeaux, France).

Goutille, F. (2022). *Ne plus ignorer les agriculteurs: une contribution de l'ergonomie à la prévention du risque pesticides en milieu viticole*. (Thèse de doctorat, Université de Bordeaux).

Institut national de la santé et de la recherche médicale. (2013). *Pesticides : effets sur la santé*. Paris, France: Inserm.

Institut national de la santé et de la recherche médicale. (2019). *Exposition aux pesticides et au chlordécone: risque de survenue d'un cancer de la prostate*. Paris, France: Inserm.

Institut national de la santé et de la recherche médicale. (2021). *Pesticides et effets sur la santé. Nouvelles données*. Paris, France: Inserm.

Jaouen, A. (2008). *Le dirigeant de très petite entreprise : éléments typologiques*. Tiré de <https://airepme.org/images/File/2008/C16.pdf>

Jolly, C. (2022). *Les pratiques professionnelles des propriétaires exploitants agricoles, ressources pour limiter l'exposition cutanée aux pesticides ?* (Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC).

Judon, N. (2017). *Rendre possible un espace intermédiaire de dialogue pour coconstruire de nouvelles solutions de prévention dans un contexte d'incertitude : cas des travaux de revêtements routiers*. (Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Bordeaux, France).

Krief, N. et Zardet, V. (2013). Analyse de données qualitatives et recherche intervention. *Recherches en Sciences de Gestion*, 95(2), 211. doi: 10.3917/resg.095.0211

Lachapelle, N. (2014). *Management des compétences innovatrices des producteurs agricoles*. (Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC).

Laurent, C., baldi, I., Bernadac, G., Berthet, A., Colosio, C., Garrigou, A., . . . Jouzel, J.-N. (2020). *Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture: volume central*. : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail.

Martin, C. (2008). *Contribution à la définition d'actions pour la pérennisation de la prévention des risques professionnels dans les PME-PMI*. (Thèse de doctorat, École des Mines de Paris, Paris, France).

Martin, J. (2008). *Une approche intégrée et écosystémique de la gestion normative des risques sur l'environnement et la santé, liés à l'utilisation de pesticides en agriculture: Le cas de la pomiculture au Québec*. (Université du Québec à Montréal).

Mohammed-Brahim, B. (2009). Travailler en présence de substances toxiques : un corps à corps au quotidien. *Corps*, 6(1), 53-59. doi: <https://doi.org/10.3917/corp.006.0053>

Prost, L. (2019). *La recherche agronomique au prisme de la conception*. Marne-la-Vallée, France: Université Paris Est.

- Prud'homme, P., Labrèche, F., Mathieu, A. et Krishnan, K. (2020). *Effets sanitaires des pesticides agricoles les plus vendus au Québec : rapport d'expertise*. Montréal, QC: IRSST.
- Rouveure, T. (2018). Compétences et pouvoir d'agir du dirigeant de microentreprise. *Entreprendre & Innover.*, 37(2), 105-118.
- Saint-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, E. et Imbeau, D. (2011). *L'intervention en ergonomie*. Montréal, QC: MultiMondes.
- Schneider, T., Cherrie, J. W., Vermeulen, R. et Kromhout, H. (2000). Dermal exposure assessment. *Annals of Occupational Hygiene*, 44(7), 493-499.
- Teiger, C. (1993). L'approche ergonomique : du travail humain à l'activité des hommes et des femmes au travail. Dans C. Teiger (Édit.), *Comprendre le travail* (p. 71-96): Éducation permanente.
- Vaillancourt, C. (2009). *Les comportements de gestion adoptés par les entrepreneurs de petite entreprise de récolte forestière au Québec*. (Mémoire de Maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, QC).
- Van Belleghem, L., Pécot, P., Mary Dit Cordier, A., Barbet-Detraye, R. & Tourne, M. (2011). Des déterminants de l'entreprise aux macro-déterminants : à quelle échelle agir sur le risque professionnel ? Dans : F. Jeffroy & A. Garrigou. Actes du 46ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française, « L'ergonomie à la croisée des risques ». Paris, France, 14-16 septembre.
- Vézina, N. (2001). *La pratique de l'ergonomie face aux TMS : ouverture à l'interdisciplinarité*. Communication présentée à 36e congrès de la SELF : les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie, Mantes-la-Jolie, France (vol. 44-60).
- Volkoff, S. (2010). Statistiques "ouvertes" et ergonomie "myope": combiner les niveaux d'analyse en santé au travail. *Sciences sociales et santé.*, 28(2), 11-30.
- Whittington, R., Regnér, P., Angwin, D., Johnson, G., Scholes, K. et Fréry, F. (2020). L'analyse du macroenvironnement. Dans *Stratégie (12e)* (p. 41). Montreuil, France: Pearson.