



HAL
open science

L’Invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les femmes : une approche réflexive en épidémiologie de la santé au travail

Charles-Olivier Betansedi

► To cite this version:

Charles-Olivier Betansedi. L’Invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les femmes : une approche réflexive en épidémiologie de la santé au travail. Santé publique et épidémiologie. Université Paris Saclay (COMUE), 2018. Français. NNT : 2018SACLS381 . tel-02106509

HAL Id: tel-02106509

<https://theses.hal.science/tel-02106509>

Submitted on 23 Apr 2019

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.

L'invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les femmes : Une approche réflexive en épidémiologie de la santé au travail

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay
préparée à l'Université Paris-Sud

École doctorale n°570 - Santé publique (EDSP)
Spécialité de doctorat : Santé publique - Épidémiologie

Thèse présentée et soutenue à Villejuif, le 17 octobre 2018, par

Charles-Olivier Betansedi

Composition du Jury :

Pascal Guénel Directeur de recherche, CESP, INSERM U1018	Président
Emmanuelle Cambois Directrice de recherche, INED	Rapporteuse
Karen Messing Professeure émérite, Université du Québec à Montréal	Rapporteuse
Régine Bercot Professeure, CRESPPA, CNRS U7217	Examinatrice
Nathalie Bajos Directrice de recherche, CESP, INSERM U1018	Directrice de thèse
Émilie Council Enseignante-Chercheure, EHESP, IRIS U8156-997	Co-Directrice de thèse

**L'invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les
femmes :**
Une approche réflexive en épidémiologie de la
santé au travail

Charles-Olivier Betansedi

Cette thèse a été financée sur 36 mois par le Domaine d'Intérêt Majeur (DIM) de la Région Ile-de-France : Groupe d'études sur le travail et la santé au travail (GESTES).

Auteur : Charles-Olivier Betansedi

Institution : Université Paris-Sud Paris Saclay, France.

Supervision : Nathalie Bajos et Émilie Counil

Le Jury : Régine Bercot, Emmanuelle Cambois, Pascal Guénel, et Karen Messing

Remerciements

Ce projet de thèse n'aurait pas pu aboutir sans les conseils avisés de mes directrices de thèse Émilie Counil et Nathalie Bajos. Merci à vous.

Je souhaite exprimer ma vive gratitude à Mmes Karen Messing et Emmanuelle Cambois, rapporteuses de cette thèse. Je vous remercie pour le temps que vous avez consacré à cet exercice, ainsi que les suggestions précieuses et constructives apportées à la révision de ce manuscrit. Je remercie également l'ensemble du Jury, dont son Président, Mr Pascal Guénel, et l'examinatrice Mme Régine Bercot.

Je souhaite également remercier mes collègues, Kévin Diter et Henri Panjo, pour leur collaboration active à mes travaux. Votre disponibilité et votre support ont été grandement appréciés.

Enfin, merci à la direction de l'École Doctorale, au directeur Jean Bouyer, de m'avoir permis d'aller jusqu'au bout de ce projet. Merci également à vous, Fabienne Renoirt, pour votre assistance.

Je tiens, pour terminer, à dire merci à toutes les personnes et aux équipes qui m'ont apporté le support et les ressources nécessaires à la réalisation de ce projet. Un remerciement particulier s'adresse à :

Annie Thébaud-Mony et l'équipe Giscop93,
Corinne Pilorget, Marie Houot, et l'équipe du Programme Matgéné (Santé publique France)
Danièle Luce, Isabelle Stücker, et l'équipe ICARE (INSERM)
Loup Wolff (DEPS) et Jérôme Pélisse (Sciences Po)
L'équipe Genre et Santé du CESP INSERM

À ma mère

**L'invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les
femmes :**

Une approche réflexive en épidémiologie de la
santé au travail

TABLE DES MATIERES

Notes liminaires	6
Résumé	8
Productions scientifiques issues du travail de thèse	10
Liste des tableaux	12
Liste des figures	16
Liste des encadrés	17
Acronymes & abréviations	18
Introduction générale	22
Chapitre 1. La santé des travailleuses : Une question sociale, une question de sante	24
1.1. Le travail des femmes et les risques cancérogènes : un bref historique	25
1.2. L'évolution du travail des femmes en France post-Seconde Guerre mondiale	31
1.3. La division sexuée des risques professionnels (II)	36
Chapitre 2. La thèse	46
2.1. La construction de l'invisibilité des cancers d'origine professionnelle en épidémiologie	46
2.2. Les mécanismes d'invisibilisation des cancers d'origine professionnelle sont-ils amplifiés chez les femmes	50
2.3. Les biais de genre en épidémiologie en santé au travail	53
2.4. Objectif principal de recherche	57
2.5. Hypothèse principale de recherche	57
2.6. Plan de la thèse	58
Première partie	62
Chapitre 3. Les cancers (d'origine) professionnel(le)s	64
3.1. Qu'est-ce qu'un cancer ?	64
3.2. Qu'est-ce qu'un cancer (d'origine) professionnel(le) ?	65
3.3. Caractéristiques des expositions professionnelles aux cancérogènes	69
3.4. Les cancers, épidémie « naturelle » ou « maladie de société » ?	77

	5
Chapitre 4. Quelle prise en compte du sexe en épidémiologie de la santé au travail ?	88
4.1. Introduction	88
4.2. Objectifs	89
4.3. Hypothèses	91
4.4. Matériel et méthodes	92
4.5. Résultats	96
4.6. Discussion	104
Deuxième partie	114
Chapitre 5. Évaluer les expositions professionnelles aux agents cancérigènes :	116
5.1. Introduction	116
5.2. Objectifs	126
5.3. Hypothèses	127
5.4. Matériel et méthodes	128
5.5. Résultats	146
5.6. Discussion	164
Troisième partie	176
Chapitre 6. Cancer et intersectionnalité :	178
6.1. Introduction	178
6.2. Objectifs	182
6.3. Hypothèses	183
6.4. Matériel et méthodes	185
6.5. Résultats	193
6.6. Discussion	203
Conclusion générale	212
Chapitre 7. Pour une construction intersectionnelle des études épidémiologiques en santé au travail	214
7.1. Résumé analytique : Les principales observations	214
7.2. L'intersectionnalité et les rapports de pouvoir dans le champ des études en santé au travail	216
7.3. Les biais de genre	218
7.4. Pour un autre paradigme de recherche ?	221
Bibliographie	224
Annexes	A

NOTES LIMINAIRES

Compte tenu de notre objet d'étude, quelques partis méthodologiques ont été pris quant à l'élaboration de ce document.

Sur la forme tout d'abord, nous avons choisi d'intégrer le plus souvent une forme d'écriture inclusive. L'usage du point médian (·) nous a ainsi permis de concentrer, au sein d'un même mot, ses formes au masculin et au féminin. Par exemple, le mot « travailleur·euse » est utilisé pour désigner les travailleurs et les travailleuses. Les accords grammaticaux (adjectifs, verbes etc.) ont été construits conformément à cette règle (ex : les participant·e-s ont été sélectionné·e-s).

Ensuite, nous avons proposé, pour des concepts centraux de l'étude, des encadrés afin d'apporter des définitions, des outils d'interprétation, ou tout simplement des compléments d'information nécessaires à la compréhension d'ensemble des idées présentées. Les codes de couleur orange désignent des concepts épidémiologiques ou de sciences de santé publique, les codes de couleur bleue désignent des concepts davantage rattachés aux sciences sociales. Une aide à l'interprétation a également été apportée pour les tableaux présentés. Les chiffres en gras indiquent d'une manière générale les effectifs marginaux ou des résultats significatifs suivant un test statistique donné. Pour certains tableaux, des chiffres colorés sont accompagnés d'une aide à l'interprétation (lecture) placée en note bas de tableau.

Aussi, bien que la structure de notre manuscrit suive un raisonnement d'ensemble, la rédaction a été faite de manière à ce que chaque chapitre puisse lu indépendamment des autres. Il se peut dans cette optique que des répétitions, notamment de contexte, soient faites tout au long des chapitres plus avancés. Nous avons tenté de les limiter dans la mesure du possible ; de nombreux renvois ont été insérés dans le texte. Toutefois, nous avons également conservé, pour certains, des points préalablement présentés, mais qui nous semblaient utiles à la compréhension de l'idée nouvellement exposée.

RESUME

(Français)

En épidémiologie de la santé au travail, les rapports de genre – et en particulier la division sexuée du travail et des risques – sont rarement pris en compte dans les études, que ce soit dans leurs thématiques, leur conception ou leur analyse. Cette non prise en compte du genre peut contribuer à maintenir dans l'invisibilité certaines questions propres à la santé des femmes, telles les risques cancérigènes qu'elles peuvent encourir en milieu professionnel. L'objectif de cette thèse est d'analyser la manière dont les biais de genre affectent différentes étapes du processus de production des connaissances épidémiologiques sur les cancers d'origine professionnelle, à savoir le choix du périmètre d'investigation, l'évaluation de l'exposition et enfin l'analyse statistique. Pour chacune de ces étapes, nous avons identifié et analysé diverses pratiques scientifiques susceptibles d'in(tr)duire une distorsion dans l'estimation du risque de cancer chez les femmes par rapport aux hommes.

Le premier biais notable est le nombre limité d'études s'intéressant à l'étiologie des cancers d'origine professionnelle chez les femmes. À travers une revue systématique d'études observationnelles (n= 243) indexées sur PubMed et portant sur le cancer du poumon, nous montrons que les risques cancérigènes restent largement sous-étudiés chez les femmes par rapport à ce qu'ils le sont chez les hommes. Ce manque d'études est directement lié au choix du périmètre des investigations qui tend à s'orienter vers des champs d'activités « typiquement masculines ». Dans un deuxième temps, nous montrons que les outils d'évaluation d'exposition couramment utilisés peuvent eux-mêmes être sujets à des biais de genre. À partir de l'enquête Giscop93 (échantillon 2002-2015), nous avons comparé, à l'échelle du poste de travail (n= 7 702), une évaluation de l'exposition aux solvants chlorés effectuée par un comité d'expert·e·s à une évaluation effectuée par la matrice emplois-expositions en population générale *Matgéné* (Santé publique France). Cette comparaison suggère des désaccords dans les indices d'exposition produits par les deux outils, qui varient notamment selon le degré de féminisation du métier évalué. Dans un troisième temps, nous nous sommes appuyés sur l'enquête cas-témoins ICARE (cas, n= 2 926 dont 22% de femmes, témoins, n= 3 555 dont 22% de femmes) afin d'étudier les effets du sexe et de la catégorie socioprofessionnelle (CSP) dans la relation entre l'exposition aux solvants chlorés et le risque de cancer du poumon. Nos résultats suggèrent que le odds ratio de cancer du poumon associé à l'exposition aux solvants chlorés diffère selon le sexe, mais aussi selon la CSP. Ainsi, ce sont les seules ouvrières qui semblent porter l'intégralité du risque lié aux solvants chlorés. Ce résultat souligne l'importance d'une perspective intersectionnelle dans les études en santé au travail.

Cet ensemble de travaux nous a mené à des propositions de pratiques de recherche et de nouvelles méthodes d'analyse et de contrôle des biais de genre dans les études en épidémiologie de la santé au travail.

Mots clés : genre, biais, épidémiologie, exposition professionnelle, cancérigènes,

ABSTRACT

(English)

In occupational epidemiology, gender relations – and in particular the gendered division of labor and risk – are rarely considered in studies, whether in their scope, their design or their analysis. This failure to take gender into account may contribute to concealing certain issues specific to women's health, such as the carcinogenic risks they may incur in the workplace. The aim of this thesis is to analyze how gender bias affects different stages of the process of producing epidemiological knowledge on occupational cancers, in particular, the definition of the scope of investigation, the exposure assessment and the statistical modelling. For each of these stages, we identified and analyzed a variety of scientific practices that may induce a bias in the estimation of the risk of cancer in women as compared to men.

The first significant bias is the limited number of studies assessing the etiology of occupational cancers in women. Through a systematic review of observational studies (n = 243) indexed on PubMed for lung cancer, we show that carcinogenic risks remain largely under-studied in women compared to men. This lack of studies is directly related to the definition of the scope of the investigations which tends to be oriented towards typical male-dominated activities. Secondly, we show that commonly-used methods of exposure assessment can themselves be subject to gender bias. Based on the Giscop93 study (2002-2015), we compared, at the job level (n= 7 702), an assessment of occupational exposure to chlorinated solvents made by an expert panel to an evaluation performed by a general population job-exposure matrix *Matgéné* (Santé publique France). Our results suggest some disagreements in the exposure indices assigned by the two methods. Those disagreements vary according to the degree of feminization of the job evaluated, among other factors. Thirdly, based on the ICARE case-control study (cases, n = 2 926 (22% were women), controls, n = 3 555 (22% were women)), we have analyzed the effects of sex and occupational category (OC) in the association between exposure to chlorinated solvents and the risk of lung cancer. Our results suggest that the odds ratio of lung cancer associated with exposure to chlorinated solvents is modified by sex and OC. As such, the female blue-collar workers seem to be the only category to bear a significant risk of lung cancer associated with exposure to chlorinated solvents. This result highlights the importance of an intersectional perspective in occupational epidemiology studies.

This body of work has led us to proposals for research practices and new methods for the analysis and control of gender bias in occupational epidemiology studies.

Key words : gender, bias, epidemiology, occupational exposure, carcinogens

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES ISSUES DU TRAVAIL DE THESE

Communications écrites

Betansedi CO., Vaca Vasquez P, Council E. A comprehensive approach of the gender bias in occupational cancer epidemiology: A systematic review of lung cancer studies (2003-2014). *Am J Ind Med.* 2018 Mar 6. doi: 10.1002/ajim.22823.

Betansedi CO. Quelle(s) épidémiologie(s) pour la santé au travail ? Réflexions à partir des cancers professionnels », *Pistes*. URL : <http://journals.openedition.org/pistes/5604> ; DOI : 10.4000/pistes.5604

Betansedi CO., et al. Retrospective assessment of occupational exposure to chlorinated solvents: Gender-based comparisons at the job level between an expert assessment and a job-exposure matrix: Results from the Giscop93 study (En préparation).

Betansedi CO., et al, Effect modification of sex and socioeconomic status on the risk of lung cancer associated with exposure to chlorinated solvents: Results from the ICARE study (En préparation).

Communications orales

2017

Betansedi CO., « Should occupational epidemiologists consider a new paradigm? The occupational cancer case », 26ème Congrès EPICOH, 28-31 août 2017, Edimbourg.

Betansedi CO., « Les biais de genre dans l'épidémiologie des cancers professionnels : Méthodes d'analyse pour l'étude GISCOP 93 », Briser l'invisibilité d'origine professionnelle des cancers. Mise en perspective internationale de l'expérience du Giscop93, 1^{er}-2 juin 2017, Saint-Denis.

Betansedi CO., « L'invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les femmes », Rencontres Scientifiques du Réseau Doctoral EHESP, 14-15 mars 2017, Rennes.

2016

Betansedi CO., Panjo H, Council E. « Evaluation rétrospective d'exposition professionnelle aux solvants chlorés : comparaisons genrées au niveau poste entre expertise et matrice emplois-expositions », 17ème Colloque de l'ADEREST, 25-26 novembre 2016, Brest.

Betansedi CO., Panjo H, Council E. « Retrospective assessment of occupational exposure to chlorinated solvents: Gender-based comparisons at the job level between an expert assessment and a job-exposure matrix », 25ème Congrès EPICOH, 4-7 septembre 2016, Barcelone.

Betansedi CO., Counil E. « Quelle prise en compte du sexe en épidémiologie professionnelle ? Analyse du biais de genre à travers une revue systématique d'études sur les cancers du poumon entre 2003 et 2014. », 34e Congrès National de Médecine et Santé au Travail, 21-24 juin 2016, Paris.

Betansedi CO., Counil E. « Quelle prise en compte du sexe en épidémiologie professionnelle ? Analyse du biais de genre à travers une revue systématique d'études sur les cancers du poumon entre 2003 et 2014. », Rencontres Scientifiques du Réseau Doctoral EHESP, 22-23 mars 2016, Paris.

Betansedi CO., « Quelle(s) épidémiologie(s) en santé au travail ». Passer Gestes en revue, Nécessités et limites de l'interdisciplinaire pour étudier le travail et la santé, Séminaires du DIM Gestes, 18 mars 2016, Paris

2015

Betansedi CO. « Épidémiologie et santé des travailleurs : Regards croisés entre risques psychosociaux et risques cancérigènes ». DUO DIM GESTES, 10 décembre 2015, Villejuif.

Autres activités scientifiques

Co-organisateur (Accrombessi M, Pagani V, Perriat D, Tcheandjieu Gueliatcha C.) du séminaire « Médecine personnalisée : Enjeux de santé publique, économiques, éthiques et sociaux ». Séminaires Interdisciplinaires de L'EHESP, 30 novembre 2016, Saint-Denis.

Responsable de la Chaire « Socioeconomic status and Ethics » pour le 25ème Congrès EPICOH, 4-7 septembre 2016, Barcelone.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Qualifiés et non qualifiés chez les employés et les ouvriers	33
Tableau 1-2 : Nombre de métiers selon le critère de dominance en 1983 et 2011	36
Tableau 3-1 : Les maladies professionnelles reconnues en France en 2012 par sexe et âge	68
Tableau 3-2 : Les principaux agents cancérigènes professionnels (classés 1 ou 2A par le CIRC) présents en contexte français	72
Tableau 3-3 : Secteurs d'activité spécifiques à dominante féminine avec cancérigènes connus ou potentiels, et excès de cancer rapportés dans la littérature	73
Tableau 3-4 : Nombre estimé et fraction de nouveaux cas de cancer attribuables aux expositions professionnelles, associés à un niveau de preuve suffisant chez l'homme	76
Tableau 3-5 : Les maladies professionnelles reconnues en 2012 par catégorie socioprofessionnelle	82
Tableau 4-1 : Distribution des publications sur le cancer du poumon d'origine professionnelle 2003-2014 : description générale des articles	98
Tableau 4-2 : Publications sur le cancer du poumon d'origine professionnelle 2003-2014 : distribution des principales variables d'intérêt	99
Tableau 4-3 : Caractéristiques des études mixtes selon le ratio homme-femme	103
Tableau 5-1 : Présentation d'une matrice emplois-exposition spécifique à un agent	123
Tableau 5-2 : Comparaison des caractéristiques principales des méthodes d'évaluation d'exposition	126
Tableau 5-3 : Caractéristiques de l'échantillon d'étude de l'enquête Giscop93	131
Tableau 5-4 : Exemple de correspondances multiples entre nomenclatures PCS2003 et PCS1994	137
Tableau 5-5 : Exemple d'application de la matrice Matgéné à la base de données Giscop93	138
Tableau 5-6 : Modalités de classement de l'exposition pour l'expertise et la matrice emplois-expositions, exposition	140
Tableau 5-7 : Les différentes modalités de concordance possible entre l'expertise et la matrice emplois-exposition pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés	141
Tableau 5-8 : Regroupement des catégories socioprofessionnelles par niveau de qualification	142
Tableau 5-9 : Distribution des postes par caractéristiques de l'emploi et selon le sexe des participant-e-s	147
Tableau 5-10 : Distribution des postes suivant l'expertise Giscop93 et de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés : probabilité d'exposition sur la période du poste la plus longue	149
Tableau 5-11 : Distribution des postes suivant l'évaluation de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés par sexe, taux de féminisation et part du métier dans l'emploi	150
Tableau 5-12 : Distribution des postes suivant l'expertise Giscop93 pour les expositions aux solvants chlorés par sexe, taux de féminisation et part du métier dans l'emploi	151

Tableau 5-13 : Distribution des postes suivant l'expertise Giscop93 et de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés : Analyses échantillon total	152
Tableau 5-14 Distribution des modalités de concordance entre l'expertise et la matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés : hommes et femmes	153
Tableau 5-15 : Groupes formés par la classification ascendante hiérarchique	159
Tableau 5-16 : Quelques exemples libellés de poste au sein des groupes formés par la classification ascendante hiérarchique	162
Tableau 5-17 : Catégories socioprofessionnelles comptant au moins 5 postes pour lesquels des désaccords entre l'expertise et la MEE ont été constatés	163
Tableau 6-1 : Récapitulatif des modèles de régression présentés	191
Tableau 6-2 : Caractéristiques sociodémographiques de la population d'étude	193
Tableau 6-3 : Distribution des effectifs selon le statut de l'exposition pour différents agents	194
Tableau 6-4 : Association entre exposition aux solvants chlorés a et cancer du poumon, population totale	195
Tableau 6-5 : Modification de l'effet des solvants chlorés sur le cancer du poumon selon le sexe	196
Tableau 6-6 : Association entre exposition aux solvants chlorés et cancer du poumon	196
Tableau 6-7 : Modification de l'effet des solvants chlorés a sur le cancer du poumon selon la catégorie socioprofessionnelle chez les hommes	198
Tableau 6-8 : Modification de l'effet des solvants chlorés a sur le cancer du poumon selon la catégorie socioprofessionnelle chez les femmes	199
Tableau 6-9 : Association entre cancer du poumon et exposition aux solvants chlorés a selon la catégorie socioprofessionnelle	200
Tableau 6-10 : Association entre cancer du poumon et exposition à divers solvants chlorés, comparaison entre les femmes et les ouvrières	202
Tableau 0-1 : Population en emploi selon le sexe et le secteur d'activité en 2014	C
Tableau 0-2 : Lignes directrices utilisées par le Programme des monographies du CIRC pour évaluer la cancérogénicité humaine basée sur la synthèse d'épidémiologie, d'animal et d'autres preuve	D
Tableau 0-3 : Catégories de substances CMR et définition de ces catégories au sens de la réglementation européenne	E
Tableau 0-4 : Tableau N°30 bis (Régime général) : Cancer broncho-pulmonaire provoqué par l'inhalation de poussières d'amiante	F
Tableau 0-5 : Agents ayant été classés par le CIRC comme cancérogènes avérés pour l'humain (groupe 1) et présents en milieu professionnel	G
Tableau 0-6 : Estimations de la proportion du cancer total attribuable aux expositions professionnelles pour différents pays	J
Tableau 0-7 : Liste des agents cancérogènes évalués par l'expertise Giscop93	O

Tableau 0-8 : Distribution des postes par sexe selon différents regroupements de la catégorie socio-professionnelle	Q
Tableau 0-9 : Distribution des postes suivant l'évaluation des experts Giscop93 et de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés : probabilité d'exposition la plus élevée sur la période du poste	R
Tableau 0-10 : Distribution des postes suivant le seuil d'exposition fixé pour l'évaluation de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés	S
Tableau 0-11 : Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon les familles professionnelles	T
Tableau 0-12 : Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon le taux de féminisation des familles professionnelles	V
Tableau 0-13 : Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon les secteurs d'activité	X
Tableau 0-14 : Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon le niveau de qualification	Z
Tableau 0-15 : Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon la part du métier dans l'emploi	BB
Tableau 0-16 : Caractéristiques des catégories actives de de l'ACM	DD
Tableau 0-17 : Répartition de la population active selon le statut socioéconomique et l'activité économique, dans toute la France et dans la zone géographique couverte par l'étude ICARE	KK
Tableau 0-18 : Distribution de la population d'étude selon le département d'habitation	LL
Tableau 0-19 : Distribution des effectifs selon le statut de l'exposition pour différents solvants chlorés	MM

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Taux de féminisation de l'emploi de 1962 à 2007	32
Figure 3-1 : Tendances de la production scientifique sur le cancer du sein en lien avec des expositions professionnelles : publications indexées sur PubMed entre 1964 et 2017	86
Figure 4-1 : Processus de sélection des publications sur PubMed, 2003-2014	96
Figure 4-2 : Box plot de la distribution du nombre de participants hommes et femmes, par design d'étude et par stratégie d'analyse statistique	100
Figure 5-1 : Représentation des espaces de priorisation des enquêtes en santé au travail	117
Figure 5-2 : Structure de la base Giscop93	136
Figure 5-3 : Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les hommes (Dimension 1 & 2)	156
Figure 5-4 : Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les femmes (Dimension 1 & 2)	157
Figure 5-5 : Évaluation hypothétique d'une matrice emplois-expositions	169
Figure 6-1 : Représentation graphique d'un facteur de confusion	180
Figure 0-1 : Formulaire de l'évaluation de l'expertise Giscop93	P
Figure 0-2 : Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple	FF
Figure 0-3 : Règles pratiques de décision pour l'ajustement sur le statut socio-économique (SES) dans les études portant sur les cancers d'origine professionnelle	NN

LISTE DES ENCADRES

Encadré 1: Le concept du genre	42
Encadré 2: Quelques notions épidémiologiques	43
Encadré 3: Classification des agents cancérogènes, La classification du CIRC	69
Encadré 4: Niveau de qualification des ouvrier-e-s et des employé-e-s	143
Encadré 5: Cas d'étude sur une évaluation discordante (Extrait d'une expertise Giscop93)	168
Encadré 6: La notion d'interaction en épidémiologie	184
Encadré 7: L'interprétation du Odds Ratio (OR)	192

ACRONYMES & ABREVIATIONS

AFSSET	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès
CIM	Classification Internationale des Maladies
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer (Angl. IARC)
CITP	Classification Internationale Type des Professions
CLP	Classification, labelling and packaging
Cnam-TS	Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés
CSP	Catégorie socioprofessionnelle
DARES	Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques
DST-InVS	Département santé travail de l'Institut de veille sanitaire
FA	Fraction attribuable
FAP	Famille professionnelle
Francim	France cancer incidence et mortalité
Giscop93	Groupement d'intérêt scientifique sur les cancers d'origine professionnelle en Seine Saint-Denis.
H/F	Hommes - femmes
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HSE	Health and safety executive
IARC	International agency for research on cancer (Fran. CIRC)
IC	Intervalle de confiance
Icare	Investigation sur les cancers respiratoires et l'environnement professionnel
INCa	Institut national du cancer (France)
INSEE	Institut National des Statistiques et des Études Économiques
InVS	Institut de veille sanitaire
K	Coefficient Kappa de Cohen
MEE	Matrice emplois-expositions
MEE-PG	Matrice emplois-expositions en population générale
MEE-PS	Matrice emplois-expositions en population spécifique
MP	Maladie professionnelle
NAF	Nomenclature d'activités française
NCI	National cancer Institute (États-Unis)
OMS	Organisation mondiale de la santé
OR	Odds ratio
OSHA	Occupational health and safety administration
PCB	polychlorobiphényles
PCS	Professions et catégories socioprofessionnelles

PNSM	Programme national de surveillance du mésothéliome
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (European Regulation on)
RGSS	Régime général de sécurité sociale
ROME	Répertoire opérationnel des métiers et des emplois
RR	Risque relatif
RSM	Ratio standardisé de mortalité
SEER	Surveillance, Epidemiology, and End Results
TCE	Trichloréthylène
UE	Union européenne
VADS	Voies aéro-digestives supérieures
VLCT	Valeur limite d'exposition à court terme
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle

INTRODUCTION GENERALE

1. LA SANTE DES TRAVAILLEUSES : UNE QUESTION SOCIALE, UNE QUESTION DE SANTE

Ce chapitre vise à situer le contexte social, passé et récent, dans lequel s'inscrit l'étude des risques cancérigènes en milieu professionnel en lien avec la santé des femmes. Il dresse les parallèles entre les premières preuves épidémiologiques et les données actuelles, et présente, à travers le contexte français, les enjeux nouveaux.

Les femmes peuvent elles-aussi encourir de nombreux risques liés à leurs activités professionnelles. Elles constituent même, comme peuvent le suggérer de nombreux rapports institutionnels, une population « particulièrement à risque » dans certains emplois (EU-OSHA, 2003, 2013; Kane, 1999). Ce qui paraît aujourd'hui comme une lapalissade l'était moins il y a quelques décennies, les dangers professionnels étant naguère associés aux activités à dominante masculine. Cette perception du travail « sans danger » pour les femmes demeure toutefois pour de nombreuses activités aujourd'hui reconnues comme présentant des risques pour la santé (Messing, 1998; Messing & Stellman, 2006). Dans cette thèse, nous nous intéressons à l'évaluation épidémiologique du lien entre expositions professionnelles et cancer. Nous nous proposons, à travers une analyse critique de la démarche épidémiologique, de mettre en lumière certaines zones d'ombre de ce long processus qui, pour les femmes en particulier, présente des difficultés méthodologiques notables. Ces difficultés peuvent entraver et biaiser de diverses manières la compréhension du lien entre les activités professionnelles et la survenue d'un cancer. L'intérêt de ce questionnement est de pouvoir identifier, caractériser et prévenir ces difficultés qui sont, pour la plupart, socialement construites : on les désigne comme les « biais de genre ».

Historiquement, et encore de nos jours, la santé et les femmes ont occupé – conjointement ou non – une place subsidiaire dans l'espace travail. En dépit de cette marginalité relative, la multitude des enjeux qu'elle revêt a placé la santé des travailleuses au cœur des luttes sociales dès le début des années 1900. Celle-ci ne gagne toutefois un espace scientifique et politique qu'à la fin du siècle à la suite des mouvements féministes des années 1960 (Corn, 1976; Messing & Mergler, 2006). Outre-Atlantique comme en Europe, cette préoccupation s'est ainsi inscrite de manière diachronique dans des rapports de sociaux de race, de classe, et de sexe.

1.1. Le travail des femmes et les risques cancérigènes : un bref historique

1.1.1. Premières preuves...

1.1.1.1. ... Épidémiologiques

Les premières preuves scientifiques du lien qui peut exister entre des expositions professionnelles et certains types de cancers sont généralement attribuées aux travaux du chirurgien britannique Percivall Pott. Dans une note publiée en 1775, il relève les conditions de vie et de travail singulières de jeunes ramoneurs – en particulier leur exposition à la suie –, et souligne leur risque accru de cancer du scrotum (Brown & Thornton, 1957). Cependant, il est moins d'usage de relever que les premiers travaux établissant un lien entre travail et cancer sont relativement antérieurs à ceux de Pott. Ce lien est en effet exploré, dès le début des années 1700, par le médecin italien Bernardino Ramazzini dans son « *Traité des maladies des artisans* »¹. Bien qu'il n'identifie pas – contrairement à Pott – explicitement pas d'agent cancérigène, il note toutefois un excès de cancer du sein pour certaines professions typiques chez les femmes : les sages-femmes, les infirmières et les sœurs. Pour ces dernières en particulier, il note également une certaine absence de cancers du col de l'utérus, et spécule de l'existence d'un lien avec leur mode de vie (célibat) (Franco, 2012). Ces observations ont constitué une étape importante vers la compréhension du rôle des hormones sexuelles (cf. [section 3.4.2.3](#)) et des infections sexuellement transmissibles dans l'étiologie de certains cancers.

Dans l'industrie, des études sur la santé des femmes arrivent plus tardivement² post révolution industrielle. Elles restent effectuées de manière plus ou moins sporadique comparées à celles des hommes. La première série d'études notable fit suite au scandale sanitaire du radium et au développement de la radiologie (Adams & Brues, 1980; Stebbings, Lucas, & Stehney, 1984).

¹ Ital. « *De Morbis Artificum Diatriba* »

² On peut noter chez les hommes de nombreux travaux tels que ceux faisant état d'excès de cas de cancers du poumon chez les travailleurs de la mine (mines de Schneeberg (Greenberg & Selikoff, 1993), chez les gaziers (Doll, 1952) , ou encore de cancers de la vessie chez les teinturiers (Case, Hosker, McDonald, & Pearson, 1954; Case & Pearson, 1954), et les travailleurs de l'industrie plastiques (Case & Hosker, 1954).

1.1.1.2. ... des tensions sociales au travail : le cas des Radiums girls

Lorsque Marie Skłodowska et Pierre Curie découvrirent le radium en 1898, l'engouement pour cette réussite scientifique fut tout relatif. Ce fut surtout douze années plus tard après son isolation (à l'état de pur métal) qu'on lui porta un intérêt croissant, au-delà même des sphères scientifiques, chez les industriels, où il fut considéré comme la « clé de l'avenir » dans une période marquée par l'entrée dans les révolutions industrielles et militaires. Bien que certains chercheurs eurent à documenter ses dangers, le radium fut salué comme une panacée, et exploitée à diverses fins médicales et commerciales³ (Clark, 1997; Moore, 2017). Son usage le plus notable fut sans doute celui des peintures auto-lumineuses⁴.

En 1914, les médecins Sabin Von Sochocky et George S. Willis fondèrent la *Radium Luminous Materials Corporation* à New-York. Le premier développa en 1913 une formule de peinture fluorescente dont la particularité fut sa teneur en radium. En libérant des particules alpha, le radium stimule la luminescence du sulfure de zinc dans la peinture. Ce procédé présenta un coût moindre de production (Clark, 1997, p. 14). Afin de financer leurs recherches, les deux hommes saisirent l'opportunité d'entrepreneuriat, appliquant leur découverte à la fabrication de cadrans lumineux. Très vite, la demande pour ce produit en vogue dans les années 1920 entraîna une hausse rapide de la production, et donc de la main d'œuvre.

Le travail de « peintre de cadran » fut une activité particulièrement « taillée » pour les femmes. Ce fut un « travail léger », nécessitant « finesse », technique et précision, mais aussi présentant une rémunération avantageuse (Clark, 1997, p. 15-16; Moore, 2017, p. 11). Cette activité alla « naturellement » attirer de nombreuses femmes, notamment jeunes et en début de carrière. Ce fut le cas après l'ouverture de nombreuses unités de production dans l'est du pays. Les femmes y représentèrent la majorité de la main d'œuvre. La principale usine, ouverte en 1917 à Orange dans le New Jersey, accueillit plusieurs centaines de femmes. Deux compagnies similaires ouvrirent dans la même période à Ottawa⁵ dans l'Illinois et à Waterbury dans le Connecticut. En somme, il fut estimé aux États-Unis et au Canada que près de 4 000 peintres de cadran furent employées jusqu'aux années 1960, dont la moitié avant 1927 (Clark, 1997, p. 8).

³ Le radium était utilisé en tant qu'additif dans de nombreux produits allant de l'alimentaire, du cosmétique à la thérapie (la cigarette, les dentifrices ou sels de bains, les crèmes capillaires, des fontaines (eau) à radium), en passant par les sodas.

⁴ Notamment pour les peintures destinées à l'horlogerie, à l'aviation et aux dispositifs de signalisation de secours.

⁵ Après relocalisation de l'usine de Chicago.

Dans son ouvrage⁶ sur celles que l'on a appelées les « *Radium girls* », Claudia Clark décrit l'entrain de ces ouvrières exposées à des produits dont on leur vantait le caractère « sensationnel ». Afin d'appliquer la peinture sur les cadrans, les ouvrières se devaient d'affiner leurs pinceaux couverts de peinture enrichie en radium, en les portant à leur bouche, absorbant ainsi des quantités substantielles de radium. Les jeunes femmes allaient également jusqu'à peindre leurs vêtements, leurs ongles, leurs dents : le radium ferait « briller » leurs joues et leur sourire (Moore, 2017, p. 60-61). À ce prestige, se mêla à un sentiment d'utilité. En effet, les premiers destinataires de leur production furent les soldats de l'armée américaine engagés dans la guerre des tranchées pendant la Première Guerre mondiale (Clark, 1997, p. 16-17). Mais l'enthousiasme fut de courte durée. Très vite, en quelques années, de nombreuses pathologies furent identifiées chez les travailleuses : des anémies ; des empoisonnements ; diverses infections des os de la tête, de la mâchoire ; et surtout des cancers (des os, sinus et mastoïdes ; de la moelle osseuse ; du sein ; du poumon). Un important mouvement social fut dès lors engagé, conduisant à la fermeture progressive de l'usine d'Orange à la fin des années 1920 (Clark, 1997).

Le cas des *Radium girls* fut l'un des premiers cas de mise en visibilité sociale d'un cas de maladie professionnelle par le biais d'un mouvement s'appuyant à la fois sur une mobilisation des acteur·rice·s sociaux·ales (associations, syndicats etc.), des acteur·rice·s scientifiques et de l'État. À la croisée de ces trois sphères, la Dr Alice Hamilton⁷ joua un rôle déterminant, notamment en mobilisant les services du *Workers Health Bureau of America* et de la *Consumers' League*⁸ à laquelle elle s'associa. Militante sociale, Alice Hamilton était avant tout médecin et chercheuse de métier, spécialiste en santé au travail pour les organismes gouvernementaux et fédéraux. Elle fut par ailleurs la première femme recrutée en tant que professeure (assistante) dans une faculté de la prestigieuse Université Harvard (Sicherman, 2003).

⁶ Clark C. (1997), *Radium Girls, Women And Industrial Health Reform, 1910-1935*, The University of North Carolina Press.

⁷ Alice Hamilton (1869 –1970)

⁸ Le *Workers Health Bureau of America* était une organisation réformatrice active entre 1921 à 1928. Créée en 1900, la *Consumers' League* était un mouvement de femmes de classe moyenne militant pour l'amélioration des conditions de travail des femmes et des enfants dans l'industrie. Ces organisations, entre autres, ont œuvré pour la mise en visibilité des questions de santé au travail ; un mouvement menant à la création du Bureau de la sécurité et de la santé au travail (*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA)) en 1970.

1.1.1.3. ... de la division sexuée des risques professionnels (I) : les travaux d’Alice Hamilton

Les premiers travaux notables d’Alice Hamilton sur la condition des femmes ouvrières dans l’industrie américaine remontent à septembre 1908 avec l’article « *Industrial Diseases, With Special Reference to the Trades in Which Women Are Employed* », paru dans *Charities and the Commons*, le journal progressiste de référence du pays (Moye, 1986). Hamilton notait qu’en dépit de l’augmentation significative des risques pour tou-te-s les travailleur-euse-s des industries chimiques, les femmes semblaient souffrir d’une quantité disproportionnée de maladies professionnelles chroniques.

Avec la création de nouvelles industries, les femmes étaient particulièrement orientées vers les emplois au « travail plus léger » : les usines de chaussures, les usines de caoutchouc et les usines d’emballage. Leurs emplois, qui impliquaient souvent l’usage de colle ou de caoutchouc dissout dans du benzène, firent d’elles les premières victimes d’empoisonnement chronique. Dans une étude réalisée en 1929 sur 55 usines employant des femmes dans le Massachusetts, environ 6 000 des 10 000 travailleuses recensées furent exposées à des produits chimiques tels que le benzène, le méthanol et le tétrachlorure de carbone pendant la fabrication de caoutchouc, de chaussures, et de bonbons (Clark, 1997, p. 24; Hamilton, 2007, p. 290-298). Au-delà de ces observations spécifiques sur les tâches exercées par les femmes, le plus marquant des analyses d’Alice Hamilton furent au final ses interprétations (concernant les excès de risque observés chez les travailleuses), qui allèrent à contre-pied des dires d’experts de l’époque. Si certains expliquaient ces excès d’intoxications industrielles du fait d’une sensibilité naturelle plus accrue des femmes aux produits toxiques, d’autres allaient jusqu’à mettre en cause l’hygiène de vie, notamment sexuelle, des jeunes femmes (Moore, 2017, p. 38-41)⁹. Pour Hamilton en revanche, de nombreux facteurs, autres que des aspects de la physiologie féminine, auraient pu conduire à des taux d’empoisonnement plus élevés chez les femmes. Elle suggérait trois explications. Premièrement, peu de femmes étaient organisées en syndicats, ce qui selon elle limitait leur capacité à exercer une pression collective sur leur condition de travail. Deuxièmement, les femmes étaient généralement mal rémunérées, ce qui se traduisait par des conditions de vie moins favorables et par conséquent une sensibilité plus forte aux maladies, y compris professionnelles. Troisièmement,

⁹ L’une des premières victimes à l’usine du Newark, fut une jeune femme célibataire, Amelia (« Mollie ») Maggia. Elle fut, à l’âge de 25 ans, la première fille à décéder, des suites de ce qui avait été diagnostiqué à tort comme une syphilis. Cette mort tragique s’était vue affubler le stigmate social associé aux femmes et aux maladies sexuellement transmissibles (East, Jackson, O’Brien, & Peters, 2012; Schur, 1984). Ce cas fut utilisé par l’employeur pour discréditer l’ensemble des travailleuses dans leur combat juridique. Cet argument fut ultimement réfuté après l’examen du corps exhumé de la jeune femme qui ne laissa aucun doute sur la cause de son décès, l’exposition prolongée au radium.

Hamilton notait que les femmes étaient davantage soumises au stress causé par l'articulation entre vie familiale et vie professionnelle. Nous pouvons par ailleurs y lier un quatrième facteur expliquant de manière cruciale les taux plus élevés de maladies professionnelles chez les femmes : l'âge moyen des travailleuses. Au début du XXe siècle, les hommes de tout âge pouvaient travailler. Les femmes, quant à elles, avaient tendance à travailler durant leur adolescence et à quitter leur emploi peu après leur mariage. La main d'œuvre féminine était donc composée essentiellement de jeunes femmes, parfois encore en pleine croissance, et beaucoup plus vulnérables physiologiquement aux produits chimiques que les adultes. Enfin, Hamilton avait envisagé une dernière hypothèse liée aux transformations industrielles et à la création de nouveaux emplois pendant la révolution industrielle. Selon elle, les femmes étaient davantage employées pour des activités – de « travail léger »¹⁰ – nécessitant une manipulation des produits chimiques pouvant conduire à une intoxication chronique. Elle notait par exemple que l'utilisation du benzène pendant la Première Guerre mondiale affectait différemment les hommes et les femmes. Si l'intoxication chez les hommes était aiguë en raison de nombreux pics d'exposition dans l'industrie lourde, par exemple, lors du nettoyage de distillateurs, de citernes ou de tuyauterie, celle des femmes était chronique en raison d'une exposition à long terme à de petites quantités de ciment de caoutchouc. D'autres « emplois légers » impliquant l'utilisation de produits chimiques toxiques furent identifiés : la teinture, le nettoyage à sec, la fabrication d'allumettes, la fabrication de chapeaux en feutre, la fabrication de poteries et de produits dérivés du tabac (Clark, 1997, p. 22-24; Hamilton, 2007).

Plus d'un siècle après leur publication, les travaux d'Alice Hamilton sont toujours d'actualité, de sorte qu'ils font toujours office de référence méthodologique¹¹ dans le domaine de l'investigation en santé au travail. Ses analyses tirent leur force de l'enquête de terrain dont Hamilton fut une adepte, mais aussi de leur inscription plus générale dans le cadre de l'action publique.

¹⁰ Terme généralement utilisé pour désigner des tâches de travail nécessitant peu d'effort physique ou mental (*NCI Thesaurus* (2018a))

Une définition légale est également fournie par le code des réglementations fédérales sur les exigences physiques d'effort de la sécurité sociale états-unienne (§ 404.1567). Ainsi, est défini comme travail léger, toute activité professionnelle impliquant une levée (en une fois) fréquente de charges inférieures à 9.1 kg, ou le transport fréquent d'objets pouvant peser jusqu'à 4.5 kg. Un travail est également considéré léger – même pour des charges inférieures à ces limites – lorsqu'il nécessite une certaine distance de marche, ou une durée de station debout, ou lorsqu'il implique une certaine durée de station assise avec quelques commandes de bras ou de jambes (SSA, 2017).

¹¹ On fait parfois référence à cette méthode en tant que « *shoe-leather epidemiology* » ou épidémiologie de terrain (Koo & Thacker, 2010).

1.1.2. La santé au travail des femmes en France : un champ de recherche relativement nouveau

Contrairement aux pays anglo-saxons où l'industrialisation, amorcée dès les années 1850, s'accélère au détriment de l'agriculture, en France, la production reste surtout agricole à cette période, avec de petites unités de fabrique et de production artisanale (Battagliola, 2008, p. 7). Cette particularité rend compte pour partie de l'historique moins riche des mouvements féministes français en lien avec le travail, et la faible place accordée à la question de la santé des femmes au travail en France pendant de nombreuses années. Cette différence est notamment illustrée par le parallèle entre les *Radium girls* et les femmes de l'Institut du radium de Paris dont Marie Curie fut l'une des fondatrices. Entre 1920 et 1940, les femmes représentaient environ 30 % du personnel de l'Institut, un chiffre pouvant doubler sur certaines années en fonction des bourses allouées. Ces femmes connurent elles aussi de multiples accidents et maladies (dont des cancers) liés à leur exposition au radium (et à d'autres éléments). Elles reçurent néanmoins moins d'attention en tant que victimes de maladies professionnelles. En 1931, lorsqu'en France sont reconnues et indemnisées pour la première fois les maladies professionnelles¹² induites par des corps radioactifs, aucune mention particulière ne sera faite des expositions des femmes. Six pathologies sont retenues : les radiodermites, le cancer des radiologues, l'anémie simple et l'anémie pernicieuse, la leucémie et la radionécrose. Les lésions des glandes génitales (testicules et ovaires) sont plus tard mentionnées dans le décret de 1934¹³, mais elles sont considérées comme moins graves comparées aux atteintes sanguines ou aux nécroses. Dans l'ensemble, les textes réglementaires sur les risques professionnels traduisent, jusqu'à la fin des années 1960, une certaine neutralité de genre (Fellinger, 2010). Ainsi, la question des risques encourus par les femmes en milieu professionnel (comparée à celle des hommes), ou plus généralement celle des inégalités sociales de santé (Bruno, 2008), reste minimisée et minorisée dans l'espace politique, mais aussi dans les communautés scientifiques (Thébaud-Mony & Volkoff, 2005).

La première série de travaux en France sur le travail des femmes est attribuée à Madeleine Guilbert, avec notamment une thèse en sociologie sur « Les fonctions des femmes dans l'industrie » soutenue en 1966 (Reynaud, 1967). Les décennies qui suivent voient également cette problématique cantonnée aux travaux en sciences sociales. À partir des années 1980, la montée en visibilité des inégalités sociales de santé, notamment en lien avec le travail, suscite un intérêt de plus en plus large de la communauté scientifique (Bruno, 2008). La santé des femmes au travail

¹² Statut de maladie professionnelle conféré par la procédure médico-administrative alors en vigueur.

¹³ Décret du 5 décembre 1934, du ministre du Travail, sur les mesures particulières de protection applicables aux établissements dans lesquels sont préparés, manipulés ou employés les corps radioactifs

s’y inscrit de façon marginale, mais gagne toutefois progressivement en importance, notamment du fait de la présence de plus en plus visible des femmes dans l’industrie.

1.2. L’évolution du travail des femmes en France post-Seconde Guerre mondiale

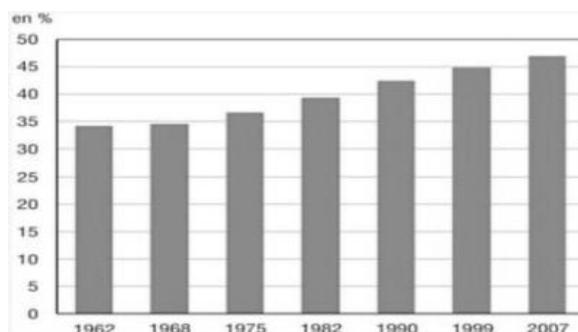
Le travail des femmes en France depuis la fin des années 1960 est marqué par un triple mouvement : la tertiarisation de l’activité, la multiplication des emplois non-qualifiés et la division sexuée du travail.

1.2.1. Une force ouvrière croissante

Après la Seconde Guerre mondiale en France, un tournant politique majeur est pris en 1966 avec la réforme des régimes matrimoniaux ; un changement qui autorise désormais les femmes à exercer un travail sans l’autorisation de leur conjoint, les voyant ainsi bénéficier directement de certains avantages sociaux. Cette tendance sera confirmée en 1983 avec la Loi Roudy sur l’égalité professionnelle entre les hommes et les femmes en entreprise¹⁴ (Laufer, 2014). Les femmes accèdent davantage à l’industrie pendant cette période (cf. [Figure 1-1](#)), mais elles sont surtout plus « visibles » socialement. En effet, contrairement à une idée reçue, les femmes ont, dès le début du 20^{ème} siècle, participé à la force ouvrière en France, comme dans la plupart des pays en industrialisation au cours de la même période (Gardey, 2013b; Maruani & Meron, 2013; Schweitzer, 2002). Poussée jusqu’alors par le progrès social, cette participation à l’activité productive s’est vue accélérée au cours du siècle par la Première, puis la Seconde Guerre mondiale. La prédominance alors nouvelle d’une économie de marché nécessitait une présence plus nombreuse des femmes dans le travail de production afin de pallier l’absence de la population masculine lourdement affectée par les guerres ; une nécessité qui, indépendamment de ces événements, rejoignait et faisait écho aux revendications égalitaires des mouvements féministes depuis le milieu des années 1960 (Thébaud, 2013). Ces mouvements seront consolidés avec l’avènement du salariat et de la tertiarisation du travail. L’élévation générale du niveau de formation joua également un rôle fondamental dans ce mouvement (Meron & Maruani, 2012).

¹⁴ Elle concerne notamment l'embauche, et l'égalité de formation, de promotion, de qualification, de classification, de rémunération et de conditions de travail

Figure 1-1

Taux de féminisation[†] de l'emploi de 1962 à 2007

Champ : actifs ayant un emploi, France métropolitaine, contingent exclu.

Source : Insee, 2010 (Recensements de la population)

† Le taux de féminisation des emplois, pour une classe d'emplois, est la part des emplois de cette classe qui sont occupés par des femmes

Entre 1984 et 1991, on constate un mouvement inverse entre une augmentation forte des ouvrier·e·s et des employé·e·s « qualifié·e·s » et une diminution des ouvrier·e·s et des employé·e·s « non-qualifié·e·s ». Ces deux groupes connaissent ensuite un faible recul entre 1991 et 1994, avant de croître de nouveau, cette fois de manière fortement différenciée. On voit alors fortement augmenter le nombre et la part d'ouvrier·e·s et d'employé·e·s « non-qualifié·e·s », qui gagnent près de 27% de croissance sur cette décennie (Gadrey, Jany-Catrice, & Pernod-Lemattre, 2009) (cf. [Tableau 1-1](#)). Cette hausse est notamment attribuée aux mesures d'allègement des charges sociales pour les bas salaires – mises en place au début des années 1990, mais également au développement du travail à temps partiel (Marchand, 2010). Cette dernière tendance marque la distribution actuelle des catégories socioprofessionnelles.

En raison du recul de l'industrie et de la croissance du tertiaire d'une part, et du chômage et de la précarisation de l'emploi d'autre part, on assiste à un changement de la structure sociale du pays, et plus précisément à une recomposition des catégories¹⁵ « ouvriers » et « employés ». Autrefois figure majeure de la population active, la catégorie de l'ouvrier décroît fortement en nombre et en part, transférant progressivement ses effectifs vers la catégorie des employés (Marchand, 2010).

¹⁵ Les grandes catégories de recensement sont alors : (1) Agriculteurs, (2) Artisans, commerçants et chefs d'entreprises (3) Cadres et professions intellectuelles supérieures, (4) Professions intermédiaires, (5) Employés, (6) Ouvriers.

Ainsi, pour les ouvriers, la chute des effectifs s'accompagne d'une baisse de la part des « qualifiés » ; tandis que pour les employés, la forte croissance des effectifs s'accompagne surtout d'une hausse de la part des « non-qualifiés ». Comme le souligne Gadrey et al : « *La population des non-qualifiés était majoritairement ouvrière, masculine et industrielle ; elle est maintenant en grande partie employée, féminine et tertiaire* » (Gadrey et al., 2009). Ces tendances sont plus au moins stables depuis le tournant des années 2000 (Marchand, 2010).

Tableau 1-1

Qualifiés et non qualifiés chez les employés et les ouvriers (données hommes et femmes)

Total	1984-1991	1991-1994	1994-2005
Ouvriers et employés qualifiés	+8.8%	-1.5%	+4.9%
Ouvriers et employés non-qualifiés	-5.9%	-3.4%	+26.9%

Lecture : Entre 1984 et 1991, la proportion d'ouvrier.e.s et employé.e.s qualifié.e.s a progressé de 8.8%

Champ : Actifs occupés

Source : Insee, Enquêtes Emploi, 1984-2005 ;

Aujourd'hui, les femmes représentent 48 % de la population active, contre seulement 34 % en 1962 (Dares, 2013). Elles représentent environ la moitié de la population active dans les pays de l'OCDE (ILO, 2016) et rejoignent massivement les marchés formels et informels dans les pays en voie d'industrialisation (Ba Gning, 2013; ILO, 2013). Ces proportions, comme nous le verrons, conservent plus au moins la même distribution dans les pays industrialisés ; elles varient cependant de manière très prononcée selon les secteurs industriels. En effet, en dépit de ces avancées sociales, le marché du travail reste marqué par une importante *division sexuelle* (Kergoat, 2004), une dichotomisation qui affecte non seulement la répartition du travail, mais aussi le regard que l'on porte sur le travail effectué par les hommes et celui effectué par les femmes.

1.2.2. La division sexuée du travail

À la fin des années 1960, Madeleine Guilbert s'intéresse aux fonctions des femmes dans l'industrie française. Ses investigations portent alors sur les tâches d'atelier des ouvrières de la région parisienne. Elle s'emploie notamment à dresser, de la manière la plus exhaustive possible, la liste des postes féminins et masculins des entreprises répertoriées, leurs similitudes, leurs différences. Ses travaux publiés en 1966 relatent un travail des femmes cantonné à des opérations relativement

simples, monotones, nécessitant une certaine dextérité. L'organisation est plus souvent celle d'un travail à la chaîne, caractérisé par des cycles d'opérations souvent très courts. Les possibilités de changement sont limitées et les possibilités d'avancement presque nulles. Il s'agit d'un travail généralement « léger » pour lequel la formation est très réduite, et les qualités exigées sont surtout de la vitesse et un effort permanent à la tâche (Reynaud, 1967). La description faite par Gilbert, puis d'autres (Molinié, Volkoff, & Blum-Girardeau, 1980), des conditions de travail des ouvriers et des ouvrières, reste, à certains égards, d'actualité. La répartition du travail et des tâches reste encore, pour un pan considérable de l'activité, relativement stratifiée entre les sexes. Ce fait social a été désigné comme la division « sexuée »¹⁶ du travail.

La division « sexuée » du travail désigne initialement l'assignation prioritaire des hommes au travail productif, et des femmes au travail reproductif. Une division à laquelle se conjugue un principe hiérarchique (Bereni, Chauvin, Jaunait, & Revillard, 2012, p. 169-170). Elle se matérialise par deux types de ségrégation dans le marché du travail : une ségrégation horizontale, une ségrégation verticale.

La ségrégation horizontale ou sectorielle renvoie à la concentration ou à la surreprésentation des femmes ou des hommes dans différents secteurs et professions. On parle également de profession à dominante féminine ou de profession à dominante masculine. La ségrégation verticale ou hiérarchique renvoie à la concentration des femmes ou des hommes à différents niveaux de responsabilité, de hiérarchie professionnelle. Une de ses facettes est ce que l'on décrit souvent comme le « plafond de verre » (Bereni et al., 2012, p. 205-209). Ce plafond de verre peut également relever de différences de trajectoires professionnelles dues aux différences de niveaux de responsabilité, mais aussi à de nombreux autres facteurs tels que les orientations scolaires et professionnelles, la discontinuité de l'emploi. En France à titre d'exemple, 27 % de femmes occupent des postes peu qualifiés d'employé-e-s ou d'ouvrier-e-s, contre 15 % des hommes. Plus souvent à temps-partiel, elles sont également deux fois moins nombreuses à avoir un statut de travailleuse indépendante¹⁷ (Dares, 2013). Dans la fonction publique d'État où les femmes représentent plus d'un agent-e sur deux (55 % en 2014 pour un total de 2.4 millions d'agent-e-s), on constate également des disparités selon les secteurs ministériels (certains, comme les ministères de l'Intérieur ou de la Défense, étant moins féminisés que d'autres), mais aussi selon

¹⁶ Expression de Kergoat, revue par Bereni et al (2012). L'expression « sexuelle » tend à renvoyer à la sexualité, a contrario de l'expression « sexuée » qui renvoie plus nettement à la différence des sexes.

¹⁷ Absence de contrat de travail et/ou lien de subordination juridique permanente à l'égard d'un employeur. On parle également de travailleur-euse-s indépendant-e-s.

les niveaux de responsabilité. On observe ainsi une diminution de la part des femmes à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des postes. Selon les catégories d'agent-e¹⁸, par ordre hiérarchique, les femmes comptent pour 52% de la catégorie C, 66% de la B, 58% de la A, et seulement 38% de la A+ qui regroupe les corps supérieurs (de la catégorie A). À noter qu'au sein de cette même catégorie, les femmes ne représentent que 31 % des « emplois de direction » (Marry, Bereni, Jacquemart, Pochic, & Revillard, 2017).

Ces différentes ségrégations contribuent à la sexuation des métiers (cf. [annexe, Tableau 0-1](#)). Cette répartition sexuée des métiers n'est pas figée. De nombreuses études la décrivent comme relativement mouvante sur des décennies, avec une tendance générale à la féminisation (Hughes, 1990, 1995). En France, cette féminisation s'opère surtout à partir des années 1980 (cf. [Tableau 1-2](#)). Bien que représentant près de la moitié de la force productive (47.5%¹⁹), l'emploi des femmes semble se limiter à un certain nombre de secteurs, bien inférieur numériquement (deux fois moins) à celui des hommes. Une dizaine de métiers rassemblent ainsi près d'un emploi sur deux (49%) pour les femmes (Argouarc'h & Calavrezo, 2013). De telles distributions sont également retrouvées dans la grande majorité des pays²⁰, y compris ceux comme la Suède ou la Nouvelle-Zélande où l'égalité des sexes est plus effective dans les possibilités d'emploi (Westberg, 1998). D'une manière générale, le secteur primaire (activités minières) a tendance à être majoritairement masculin et le secteur tertiaire (services) majoritairement féminin. Le secteur secondaire (production industrielle et manufacturière), plus que les deux précédents, inclut des branches à dominante féminine, des branches à dominante masculine, mais aussi des branches relativement mixtes. Plus généralement, une ségrégation est observée aussi bien pour les secteurs d'activité et les professions que pour les tâches exercées à l'intérieur de ces professions. Dans les secteurs manufacturiers à titre d'exemple, les femmes seront davantage concernées par des tâches de « travail léger » tels que l'assemblage, tandis que les hommes seront davantage recrutés pour les métiers de « mécanique lourde ». À noter également, et nous l'illustrerons plus loin, que les définitions utilisées pour « compter » le

¹⁸ Les catégorie A+ (cadres supérieurs) et A correspondent à des fonctions d'encadrement et de conception et aux emplois de l'enseignement ; la B correspond pour l'essentiel à des postes intermédiaires et d'application ; la catégorie C regroupe pour l'essentiel des postes d'exécution.

¹⁹ 48.2% en 2014 (Insee, 2016).

²⁰ En 2005 dans l'UE des 28, six secteurs en particulier combinent 61% de l'emploi des femmes. Ce sont : les soins de santé et le travail social, l'administration publique, la vente au détail, les activités commerciales, l'éducation, l'hôtellerie et la restauration. Ces mêmes secteurs ne représentent que 31% des emplois des hommes. Pour ces derniers, le degré de concentration des six secteurs les plus importants est moindre (42%), mais il s'oriente également sur différents secteurs : construction, administration publique, commerce de détail, activités commerciales, agriculture, transport terrestre (Tieves, 2011, p. 9-14).

travail des femmes affectent significativement les données de recensements. Ces statistiques ne reflètent donc pas toujours l'ampleur de l'activité des femmes (Meron & Maruani, 2012).

Tableau 1-2

Nombre de métiers selon le critère de dominance en 1983 et 2011

Métiers à ...	Dom. féminine (2011)	Mixtes (2011)	Dom. masculine (2011)	Ensemble (1983)
Dominance féminine (1983)	21	1	0	22
Mixtes (1983)	2	13	5	20
Dominance masculine (1983)	0	5	39	44
Ensemble (2011)	23	19	44	86

Abréviation. Dom : Dominance

Lecture : Les métiers à dominance féminine étaient comptabilisés pour un total de 22 en 1983 et de 23 en 2011.

Champ : France métropolitaine

Source : Insee, enquête Emploi (séries rétropolées Dares de 1982 à 2002, moyenne annuelle sur les années 1982 à 1984 et 2010 à 2012) ; traitement Dares.

1.3. La division sexuée des risques professionnels (II)

Les tendances démographiques liées à la division sexuée du travail, tout comme les rapports sociaux de sexe, sont des processus évolutifs. En outre, les dimensions de ségrégation – horizontale, verticale – agissent généralement de façon conjointe. Par conséquent, ces facteurs génèrent, pour les travailleurs des deux sexes, des expériences dans leur environnement professionnel (et para professionnel) qui sont vécues à travers différentes voies de réalisation et d'incorporation (Härenstam, 2009; Krieger, 2001, 2005; Messing et al., 2003). De ce fait, plusieurs considérations pourraient entrer en ligne de compte lorsqu'il est question de l'étude la santé des femmes au travail.

(1) Les différences d'expositions professionnelles dues aux différences de professions et secteurs d'activité

Tel qu'évoqué précédemment, les hommes et les femmes occupent souvent des professions dans des secteurs d'activités différents. Cette ségrégation leur confère des expositions de nature et/ou d'intensité différentes (Eng et al., 2011; Kennedy & Koehoorn, 2003; Messing, Dumais, & Romito,

1993; Messing, 1998; Messing et al., 2003; Stellman, 1994). En France, l'enquête SUMER²¹ permet de constater les différences sexuées dans la répartition par secteur d'activité des salarié-e-s exposé-e-s à des cancérogènes en milieu professionnel. Ainsi, en 2010, sur près 2,6 millions de salarié-e-s exposé-e-s à des nuisances cancérogènes (soit 12% de la population active), 600 000 étaient des femmes. Environ la moitié de ces dernières travaillaient dans les secteurs de la santé (principalement les infirmières et sages-femmes, les aides-soignantes et autres professions paramédicales) et des services (notamment les coiffeuses et esthéticiennes). Le secteur le plus exposé était cependant celui de la recherche et du développement scientifique : environ un quart des femmes étaient exposées. Les hommes exposés, en revanche, travaillaient principalement dans trois secteurs d'activité : la construction, le commerce et la réparation d'automobiles et de motocycles, le transport et l'entreposage (Fréry, Moisan, Schwaab, & Garnier, 2017).

(2) Les différences d'expositions professionnelles dues aux différences de tâches effectuées, même à l'intérieur d'un même emploi.

La séparation des tâches entre hommes et femmes peut également survenir à l'intérieur d'une même profession. Elle peut être la résultante d'une ségrégation verticale à l'intérieur d'un poste, et/ou d'une répartition non prescrite des rôles par les travailleur-euse-s. La connaissance du travail réel peut ainsi s'avérer utile dans des secteurs d'activité pour lesquels les hommes et les femmes occupent des positions similaires (ex : serveur-se, commis-e de restaurant). Dans une étude montréalaise²², Labrèche et al (2014) ont illustré ces différences sexuées d'expositions à l'intérieur d'un même groupe professionnel. Sur la base de données d'expositions de 1 657 hommes et de 2 073 femmes, établies à partir d'une liste de 243 substances chimiques, les auteur-e-s ont comparé l'exposition professionnelle des emplois occupés par les hommes à celle des emplois occupés par les femmes. Si la majeure partie des différences constatées était due aux différences de professions et de secteurs d'activité (seuls 326 (7.6 %) des 4 269 points de comparaison présentaient des différences), des différences restaient marquées lorsque l'analyse était restreinte à une comparaison hommes-femmes à l'intérieur d'un même groupe professionnel. Ces différences s'expliquaient soit par un manque de précision du code professionnel (57.4 %), soit par des différences dans les tâches rapportées par les participant-e-s (23.9 %), ou encore par des différences liées au secteur industriel dans lequel le travail était effectué (15.6 %). Après la prise

²¹ Depuis 1994, l'enquête SUMER (Surveillance médicale des expositions des salariés aux risques professionnels) vise à capturer les éléments de contraintes organisationnelles, de contraintes physiques, des risques chimiques et risques biologiques. Elle s'intéresse également aux accidents du travail, à la santé perçue et aux risques psychosociaux, ainsi qu'à des éléments sur la violence au travail, plus récemment le sens du travail, la conciliation vie professionnelle et vie personnelle.

²² Deux études cas-témoins groupées, effectuées vers la fin des années 1990, portant sur le lien entre les facteurs de risque environnementaux (incluant l'environnement professionnel) et le cancer (cancer du poumon et cancer du sein).

en compte de la profession et du secteur industriel, seules 3.1 % des différences de proportion d'exposition professionnelle subsistaient toujours sans explication évidente.

(3) Les différences d'expositions liées aux expositions para-professionnelles et non professionnelles

Il est également essentiel de noter que des différences sexuelles peuvent se présenter en termes d'expositions para-professionnelles et non professionnelles. Le cas particulier de l'amiante a révélé que les expositions para (ou extra) professionnelles pouvaient être associées à une augmentation du risque chez des populations en dehors du milieu professionnel²³. Cela s'est notamment illustré dans le cas de l'épidémie de cancers au Wittenoom (Australie) au début des années 1980 (Musk, de Klerk, Eccles, & Hobbs, 1993; Reid, Heyworth, de Klerk, & Musk, 2007) ou encore dans celle des compagnes des ouvriers de la fabrication de ciment de Casale Monferrato (Italie) (Ferrante, Mirabelli, Tunesi, Terracini, & Magnani, 2016; Stayner, 2016). Dans le contexte français, une étude cas-témoin en population générale²⁴, conduite entre 1998 et 2002, a estimé un risque plus élevé de mésothéliome pleural chez les personnes exposées à l'amiante hors milieu professionnel, comparées aux personnes jamais exposées. Par ailleurs, les résultats présentés par les auteur-e-s ont également suggéré une proportion de malades attribuables aux expositions non-professionnelles beaucoup plus importante chez les femmes comparée à ce qu'elle est chez les hommes (Lacourt et al., 2014). Nous savons en outre que les modes et expériences de vie diffèrent entre les hommes et les femmes. Ces différences concourent à la modulation de la distribution de facteurs de risque concomitants tels que le tabagisme, la consommation d'alcool, ou encore d'éléments phénoménologiques tels que la perception ou le rapport au risque.

(4) Les différences de perception, de rapport au corps et à la maladie

Pour le philosophe et médecin français Georges Canguilhem, il peut exister une dissociation entre morphologie, physiologie et capacité (d'agir). La santé et la maladie ne sont pas des entités existant par elles-mêmes, définies par une norme biologique ou statistique établie, mais, ce sont des processus d'adaptation ou de non-adaptation à des variations ou à des situations contraignantes de l'environnement. En d'autres termes, santé et maladie sont, avant tout, des expériences vécues

²³ Expositions non hors milieu professionnel :

- Habitation construite avec des matériaux contenant de l'amiante, installation ou manipulation de tels matériaux pour des réparations ou autres activités (expositions domestiques) ;
- Cohabitation avec des personnes exposées professionnellement à l'amiante (exposition familiale) ;
- Habitation à proximité de sources industrielles ou naturelles d'amiante (expositions environnementales).

²⁴ Échantillon d'étude : cas, n= 437 (362 hommes, 75 femmes) ; témoins, n= 874 (724 hommes, 150 femmes)

positivement ou négativement pour un individu (Canguilhem, 2013). Cette définition, parmi d'autres, de la santé est utile afin de concevoir le rapport genré qui peut exister face à la maladie. L'expérience de socialisation différentielle entre les hommes et les femmes, *i.e.* d'apprentissage des dispositions masculines et féminines dans un contexte genré donné, définit non seulement le rapport au corps et à la maladie, mais également le rapport au risque (Le Feuve, 2014). Cette dimension a été illustrée dans une étude récente, menée en Australie, sur les perceptions liées aux facteurs de risque du cancer du sein. Dans le cadre d'une enquête cas-témoin, des participantes étaient invitées à répondre à des questions ouvertes sur ce qu'elles considéraient comme étant les facteurs de risques, ou les causes spécifiques du développement de leur maladie ou de celle d'autres personnes en général. Si la majorité des participantes attribuaient un ou plusieurs facteurs de risque à la survenue du cancer du sein (physiologiques, génétiques etc.), plusieurs de ces facteurs ne correspondaient cependant pas à ceux généralement acceptés par la communauté scientifique. Ainsi, chez les femmes atteintes de cancer, les facteurs perçus comme étant la source de leur maladie étaient principalement d'ordre psychologique ou émotionnel, cités par 46.3% des participantes (n= 871). Les facteurs environnementaux ou génétiques étaient beaucoup moins considérés, cités par 31.1% et 28.7% des répondantes, respectivement (Thomson et al., 2014). De nombreuses études en France ont également mis en évidence, pour des expositions similaires, des différences sexuées dans la déclaration de contraintes, d'accidents professionnels, ou encore dans la durée des arrêts maladies (Amossé, Daubas-Letourneux, Le Roy, Meslin, & Barragan, 2012; Bercot, 2011; Chappert & Théry, 2016; Guignon, 2008).

(5) Les différences biologiques ou physiologiques

Les différences physiologiques entre les hommes et les femmes peuvent parfois jouer un rôle dans leur susceptibilité physique aux expositions professionnelles. Les différences les plus déterminantes sont sans doute celles liées au système reproducteur qui présente certaines cibles différenciées pour les agents pathogènes. Les exemples les plus intuitifs sont sans doute ceux des cancers de la prostate, exclusivement rencontrés chez les hommes, ou du col de l'utérus exclusivement rencontrés chez les femmes. Cependant, des facteurs autres que la constitution physio-anatomique du corps peuvent également induire une susceptibilité sexuée : le taux de masse adipeuse (plus élevé en moyenne chez les femmes) qui joue un rôle important dans l'accumulation de certains produits chimiques, de même que la morphologie, ou encore l'équilibre hormonal qui peut affecter de manière sexuée la façon dont interagissent différentes substances à l'intérieur du corps (Gochfeld, 2007; Mergler, 2012; Ritz et al., 2014).

(6) *(Le rapport différencié à...) L'imbrication entre vie professionnelle et vie privée*

Les rôles assignés aux hommes et aux femmes en milieu professionnel se conjuguent avec ceux assignés hors de celui-ci (Galerand & Kergoat, 2013; Kergoat, 2005). Ces rôles peuvent avoir un effet différencié sur la santé des hommes et des femmes (Cambois, 2016; Gjerdingen, McGovern, Bekker, Lundberg, & Willemsen, 2000).

L'emploi féminin est parfois perçu comme un prolongement des tâches domestiques, c'est le cas des métiers de services à la personne ou encore des secteurs tels l'agriculture où les rôles de compagne vont parfois de pair avec ceux de collègue ou de collaboratrice. Ce facteur est d'importance, car cette imbrication entre vie professionnelle et vie privée a tendance à occulter les activités professionnelles des femmes. Elle peut, par ailleurs, rendre l'emploi féminin particulièrement difficile à coder administrativement. En effet, comme l'ont illustré Desrosières et Thévenot (2002), la classification des catégories socioprofessionnelles est aussi une question de représentation politique et sociale. Sur un questionnaire de recensement, une personne, indiquant le statut de salariée, a répondu à la question ouverte sur la profession : « *pharmacienne* ». Suivant cette information, cette personne fut tout de même codée comme une « employée de commerce », un code différent de celui réservé aux pharmaciens-ne-s. Ayant d'une part, remarqué que cette personne ne possédait pas de diplôme de l'enseignement supérieur, la codeuse nota d'autre part, que cette personne était l'épouse d'un pharmacien indépendant à qui elle donnait, de son interprétation, « *un coup de main [...] à l'officine* » (Desrosières & Thévenot, 2002, p. 32-35). Cet exemple souligne l'importance de la représentation sociale – ici de l'enquêtée et de l'enquêtrice – dans le codage statistique de l'activité, mais aussi la nécessité de la prise en compte du sexe des enquêté-e-s dans ce procédé.

(7) *Le travail et les rapports sociaux de sexe sont tous deux des processus évolutifs qui peuvent avoir un impact différent pour hommes et femmes*

Le travail – à travers les révolutions (et mini-révolutions) de l'industrie, la création (et disparition) de nouveaux secteurs d'activité, l'évolution des législations, la précarisation y compris de l'emploi – peut, dans le temps, avoir un impact différencié pour les hommes et pour les femmes (Le Feuve, 2014). Cet impact peut se matérialiser dans la distribution réelle des activités (ségrégation horizontale, verticale), mais aussi dans la distribution administrative et sociale du travail. Certains travaux ont en effet décrit la construction d'une certaine division sexuée dans les archives administratives, montrant par exemple le découpage plus grossier de l'emploi féminin comparé à l'emploi masculin dans diverses nomenclatures d'activités professionnelles (Meron & Maruani, 2012; Stellman, 1999). Cette donnée peut notamment affecter les outils s'appuyant sur ces nomenclatures lors des évaluations d'exposition. Par ailleurs, les mutations survenant sur le marché du travail, la féminisation de certaines activités (ex : médecine), la masculinisation d'autres

(ex : agriculture) (Dares, 2013), ou encore la création de nouveaux secteurs d'activité, peuvent remettre en question, de manière plus ou moins régulière, les logiques qui président à la construction ou à l'utilisation de ces nomenclatures, et *a fortiori* leur pertinence (cf. [Chapitre 5](#)).

Enfin, un dernier point, et non des moindres, est celui de noter que les femmes occupent en proportion importante des emplois ne bénéficiant généralement pas d'une protection syndicale (ex : services à la personne, coiffure etc.). Par ailleurs, bien que le nombre de travailleuses adhérant à des syndicats n'ait cessé de progresser depuis des décennies, ces dernières continuent à être sous-représentées dans les organisations syndicales (Pochic & Guillaume, 2013). Ces situations leur confèrent en général une plus faible latitude décisionnelle dans l'exercice de leur activité, mais aussi un accès moindre aux informations relatives à leur protection physique et juridique. En dépit d'une utilité somme toute limitée en termes de prévention immédiate, l'affiliation à des travailleur-euse-s des syndicats reste importante d'un point de vue de santé publique. Elle permet un suivi des travailleur-euse-s, qui, dans certains cas, peut se traduire par une forme d'action sanitaire. Tel qu'illustré par de nombreuses études portant sur les travailleurs de la mine dans les années 1900-1980, les chercheur-e-s ont parfois pu s'appuyer sur des relevés administratifs de syndicats pour la mise en place de cohortes rétrospectives partant du début des années 1980. (Graber, Stayner, Cohen, Conroy, & Attfield, 2014; Kreuzer, Schnelzer, Tschense, Walsh, & Grosche, 2010; Rage et al., 2015; Veiga, Amaral, Colin, & Koifman, 2006). En outre, l'absence de représentation de certains groupes de travailleur-euse-s dans les instances décisionnelles des usines peut contribuer à l'occultation de leurs expériences en matière de santé au travail, notamment lorsque ces derniers sont ceux couvrant les activités les plus à risque dans le processus de production (ex : les travailleur-euse-s de la sous-traitance dans le nucléaire (Thébaud-Mony, 2008b, p. 83-123)).

Pour résumer ce chapitre, il est important de noter que les questions de santé au travail s'inscrivent, d'une manière générale, dans un contexte de tension permanente entre intérêts humains ou sanitaires et intérêts économiques. Cette dimension tend à complexifier l'action publique au détriment de certaines catégories sociales dont les risques peuvent être ignorés. Chez les femmes, une difficulté supplémentaire est posée du fait de la division sexuée du travail, comme peut l'exemplifier le cas des risques cancérigènes en milieu professionnel. Des concepts nouveaux, à l'instar du genre (cf. [Encadré 1](#)), nous apportent un éclairage nouveau sur cette question, mais ils nous permettent surtout d'aborder certains des enjeux nouveaux posés par l'évolution du

marché du travail. Ainsi, le chapitre suivant tentera de reformuler la problématique du lien entre travail et cancer chez les femmes en s'appuyant sur ce concept.

ENCADRE 1: LE CONCEPT DU GENRE

Absent des publications scientifiques avant les années 1970, le terme « *genre* » est aujourd'hui très présent dans cette littérature, notait Nancy Krieger au début des années 2000 (Krieger, 2003). Toutefois, son utilisation en épidémiologie demeure ambiguë, ne renvoyant que très rarement à sa désignation en sciences sociales ; celle d'un concept permettant d'analyser la construction sociale de la différence des sexes.

Pensé par beaucoup comme renvoyant au « sexe social » (*i.e.* différences sociales entre hommes et femmes non directement liées à la biologie), soit le complémentaire du « sexe biologique », le genre désigne en sociologie un système hiérarchisé de normes, de valeurs et d'attributs basés sur la différence apparente entre les sexes. Ces normes, souvent bi-catégorisées en termes de masculinités et féminités se manifestent dans les affects et les perceptions des individus. Les études sur le genre mobilisent quatre dimensions analytiques centrales : (1) le genre est une construction sociale ; (2) le genre est un processus relationnel ; (3) le genre est un rapport de pouvoir ; (4) le genre est imbriqué dans d'autres rapports de pouvoir (Bereni et al., 2012, p. 7-10).

(1) Le genre comme construction sociale sert à déconstruire les visions essentialistes de la différence des sexes. Autrement dit, les différences systématiques entre les hommes et les femmes ne sont pas le produit d'un déterminisme biologique, mais bien d'une construction sociale ;

(2) Le genre prône une approche relationnelle des sexes, car les caractéristiques sont socialement construites dans une relation d'opposition ;

(3) Le genre sert à appréhender les relations sociales entre les sexes comme un rapport de pouvoir. Les études sur le genre ne disent pas seulement que les deux sexes sont socialement « différents », elles montrent également que le rapport est hiérarchisé ;

(4) La quatrième idée au fondement de la démarche des études sur le genre est d'analyser ce dernier à « l'intersection » d'autres rapports de pouvoir (ex : l'âge, la classe sociale ou l'appartenance ethnique ...).

Longtemps considérée comme l'apanage des sciences humaines, la question du genre (mais le plus souvent en tant que « sexe social ») s'invite peu à peu dans les sciences dites naturelles ou les sciences dites « dures », contribuant à améliorer les connaissances vis-à-vis des différences entre les sexes. Ces connaissances s'étant souvent traduites par la mise en évidence des pratiques discriminatoires liées au sexe en matière de diagnostic, de prise en charge, mais aussi de prévention pour des affections telles que les maladies cardiovasculaires ou encore la dépression (Johnson, Fitzgerald, Salganicoff, Wood, & Goldstein, 2014; Schiebinger, 2003).

ENCADRE 2: QUELQUES NOTIONS EPIDEMIOLOGIQUES

En épidémiologie, un **risque** est défini comme la probabilité de survenue d'un événement de santé (ex : décès, maladie) à un intervalle de temps donné. Lorsque ce risque est estimé pour un segment de population, et pour une période spécifique, on parle de **risque absolu**. Ici, on suppose la population dans une configuration d'étude de cohorte. Par exemple, il peut être déterminé pour des hommes âgés de 65 ans, le risque de développer un cancer de la prostate sur les 5 prochaines années.

Le risque d'un événement de santé diffère généralement pour les individus et pour les populations suivant leur environnement. De nombreux facteurs peuvent ainsi contribuer à augmenter ou à réduire le risque chez les individus (ou population). On les réfère comme les **facteurs de risque**. L'effet des facteurs de risque pour un événement peut être quantifié par différentes mesures. Les mesures les plus usuelles sont celles de la **différence de risque** entre les individus exposés (au facteur de risque) et les individus non exposés ; et du **rapport de risque** entre les individus exposés et les non exposés (on l'appelle également **risque relatif**).

Aussi, les facteurs de risques agissent rarement de manière isolée dans une population. Afin de quantifier l'impact d'un facteur de risque parmi d'autres pour une population, on peut avoir recours à un indicateur tel que la **fraction de risque attribuable** (FA). La FA vise à estimer la part d'un événement de santé attribuable à un facteur de risque donné. Elle combine des indicateurs de mesures d'association et de fréquence.

$$\text{Selon la formule de Levin : } FA = Pe (RRe-1) / [1 + Pe (RRe-1)]$$

Pe est la prévalence de l'exposition étudiée (ou facteur de risque) et RRe est le risque relatif de l'événement à l'exposition. La **prévalence** est définie comme le nombre de cas à une période de temps donnée (**l'incidence** est le nombre de nouveaux cas une période de temps donnée)

2. LA THESE

CONSTRUCTION DE LA PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

Ce chapitre vise à exposer la problématique d'ensemble de la thèse. La notion de biais de genre en santé au travail est développée. L'objectif principal et l'hypothèse directrice de l'étude sont énoncés. Le cadre d'analyse, ainsi que le plan de la thèse sont également présentés.

2.1. La construction de l'invisibilité des cancers d'origine professionnelle en épidémiologie

Suite à la révolution industrielle, la montée – en visibilité – des risques liés au travail a constitué un véritable enjeu politique et sanitaire. La multiplication « d'épidémies » (intoxications, pneumoconioses, cancers, etc.) dont une origine professionnelle pouvait être suspectée a orienté la recherche étiologique vers les milieux industriels. Ainsi, jusqu'au milieu des années 1970, la plupart des cancérogènes reconnus étaient des agents principalement retrouvés en milieu professionnel ; et ils en constituent encore aujourd'hui un grand nombre. Toutefois et en dépit d'avancées considérables dans la compréhension de l'étiologie des cancers, le lien entre travail et cancer continue de recouvrir de nombreuses zones d'ombre : (i) seul un nombre limité de cancérogènes en milieu professionnel reste identifié²⁵, aussi bien pour les risques anciens que pour les nouveaux (ex : nanotechnologies), mais surtout, (ii) les effets de multi-expositions restent encore mal connus. Ces limites ont tendance à entraver les efforts de prévention visant de nombreuses activités, quand bien même celles-ci indiquent un excès de risque, car la législation favorise des définitions précises de facteurs étiologiques. Plusieurs raisons, du point de vue de l'épidémiologie, expliquent cette difficulté à établir un lien entre une exposition à un (ou plusieurs) agent cancérogène en milieu professionnel et la survenue d'un cancer.

²⁵ Dans l'Union européenne, un peu plus de 100 000 substances chimiques ont été recensées dans l'environnement général et professionnel. Parmi ces substances, près de 30 000 sont produites à plus d'une tonne par an. Cependant, moins 10 % d'entre elles ont fait l'objet d'analyses détaillées au regard de leur caractéristiques cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (Inca, 2009)

La multifactorialité

La première raison tient à la complexité (de la pathogénicité) de la maladie en elle-même. En effet, si le mécanisme de développement non contrôlé de la division (cf. [section 3.1](#)) est appréhendé par la communauté médicale depuis déjà quelques décennies, l'élément déclencheur (ou modérateur) de ce mécanisme et sa localisation restent sources de controverses pour de nombreuses localisations de cancers²⁶. Pour certaines, et ce de manière exceptionnelle, le rôle d'agents « fortement associés » à leur survenue a été mis évidence, c'est par exemple le cas de l'amiante pour le cancer de la plèvre²⁷, pour laquelle la fraction attribuable peut s'élever chez les hommes jusqu'à 97% (cf. [section 3.3.3](#)). Pour d'autres cancers encore, le rôle de gènes également à fort risque a pu être mis en évidence, à l'instar notamment des gènes BRCA1 et BRCA2 associés à la survenue des cancers du sein et des ovaires (Lindor, Lindor, & Greene, 2006). Il reste néanmoins, y compris pour ces cas, que ces facteurs de risque génétiques n'expliquent – selon les méthodes d'évaluation en vigueur – qu'une minorité des cas observés dans la population (Anglian Breast Cancer Study Group, 2000). La pathogénicité en relation avec la multifactorialité des cancers reste donc un phénomène complexe et difficile à modéliser mathématiquement. Elle peut s'inscrire dans de longues histoires de vie, et dans les interactions entre les individus et leur environnement. La multifactorialité n'est pas unique aux cancers. Elle joue cependant un rôle central dans l'épidémiologie des cancers, car elle conditionne les hypothèses d'analyse et les principaux indicateurs mis en avant dans le domaine de la prévention, en particulier les fractions attribuables.

L'omniprésence dans l'environnement de facteurs de risques majeurs

La seconde raison, qui prolonge la première, tient à l'existence d'un simple paradoxe épidémiologique : plus un facteur de risque est répandu dans une population (de manière homogène), moins il est évident d'établir un lien de causalité avec la survenue d'un événement de santé donnée. Selon la démarche épidémiologique, les facteurs de risques ne peuvent être établis que dans des populations pour lesquelles il existe une variabilité à la fois pour le facteur de risque et pour l'événement de santé (Rose, 1985). Ainsi, il est relativement aisé d'établir un lien (certain) entre l'angiosarcome hépatique et le chlorure de vinyle²⁸ ou encore entre le cancer des fosses nasales et les poussières de bois. En revanche, pour des cancers numériquement importants tels que le cancer du poumon ou du sein, l'étude étiologique est plus complexe : aux longues périodes

²⁶ Tomasetti et Vogelstein (2015) ont récemment décrit la cancérogénèse comme le produit de mécanismes "aléatoires".

²⁷ En France, plus de 80% des mésothéliomes sont attribués à une exposition à l'amiante chez les hommes (Cf. Tableau 2-4).

²⁸ Utilisé dans la fabrication du plastique polyvinyl chloride (PVC)

de latence se conjugue notamment une « mise en compétition » de facteurs de risques en forte prévalence dans les populations (tels que le tabagisme), ces facteurs faisant parfois écran au rôle des expositions professionnelles dans l'étiologie des cancers. Le choix du paradigme d'étude sera également déterminant dans l'appréhension et la « hiérarchisation » des facteurs de risques (cf. [Chapitre 7](#)). Les cancérogènes professionnels sont pour la plupart présents dans l'environnement général. Par conséquent, l'établissement d'un lien avec la survenue d'un cancer supposera une dichotomisation de la population entre les personnes que l'on jugera comme exposées et donc « à risque » selon l'hypothèse de recherche considérée, et celles que l'on jugera non-exposées et donc « non à risque » (même en dépit d'une autre exposition). Il s'agira alors d'établir un (ou plusieurs) seuil(s) d'exposition (cf. [Chapitre 5](#)). À ce stade, plus qu'une démarche scientifique, c'est bien un arbitraire social et politique qui rentre en jeu dans la détermination de ce qui constitue un risque pour la santé d'une population. Cet aspect est par exemple retrouvé dans la construction des valeurs limites d'exposition (Henry, 2017, p. 131-179).

Les rapports de pouvoir liés au travail et le manque de visibilité sociale des atteintes à la santé liée à l'activité professionnelle

Suivant le point précédent, la troisième raison, mais non la moindre, est la place qu'occupe le travail dans la société, et plus précisément son rôle structurant, son imbrication entre divers rapports sociaux, économiques et de pouvoir (Bruno, Geerkens, Hatzfeld, & Omnès, 2011; Thébaud-Mony, Davezies, Vogel, & Volkoff, 2015). Cette place n'est pas sans influencer sur la définition même du travail, du risque, de leurs liens, et ce faisant sur la production et la visibilité sociale des connaissances (Henry, 2017; Thébaud-Mony, 2014). Dans ce domaine plus que dans d'autres, on sera davantage dans une convention, une construction politique de la donnée scientifique (Henry, 2017)²⁹.

En premier point, il faut tout d'abord noter que la terminologie de « risques liés au travail » fait le plus souvent allusion aux risques liés aux conditions de travail. Les conditions de travail concernent l'environnement auquel les travailleur-euse-s sont exposé-e-s en effectuant leurs activités. Elles concernent aussi bien les aspects physiques que les aspects organisationnels. Toutefois, ce qu'on conviendra de définir comme « travail » résulte d'une construction physique, sociale et politique. De même, dire qu'une caractéristique du travail est une « condition de travail » sera la résultante d'arbitrages complexes visant à convenir de ce qui est intrinsèquement lié au travail et de ce qui ne l'est pas, de considérer certains de ses aspects comme contingents (Gollac, Volkoff, & Wolff,

²⁹ Avec des notions telles que le risque (jugé) « acceptable » (ex : valeurs limite d'exposition) voir travaux E Henry (2017, p. 131-179).

2014, p. 7-18). La démarche scientifique peut ainsi donner à voir ou au contraire rendre invisible certains de ces aspects (Council & Henry, 2016). La prise en compte dans l'évaluation de l'exposition des aspects de travail réels (et pas uniquement prescrits), ou encore des expositions para (ou extra) professionnelles en sont des exemples (cf. [section 1.3](#)). Ces aspects sont d'autant plus cruciaux dans le domaine des cancers, car il est lui-aussi soumis à une politisation scientifique. Les travaux du médecin états-unien Samuel Epstein (1979), ou plus récemment de l'historien Robert Proctor (1995) ont donné à voir des pratiques scientifiques – telles que des « jeux des pourcentages »³⁰ – visant à exacerber l'impact des facteurs génétiques et comportementaux dans l'épidémiologie des cancers ; une pratique structurée et encouragée par des acteur·rice·s ou des institutions en charge de produire l'information, et ce parfois à des fins économiques. Ce même constat est également établi par la politiste états-unienne Wendy Whitman Cobb qui décrit une « *indifférence maligne* »³¹ dans les politiques de cancer, politiques selon elle, soumises à des intérêts particuliers (Cobb, 2017). Pour ces auteur·e·s, les politiques de gestion d'ensemble mises en œuvre par les principales institutions en charge du contrôle et de la prévention de ces pathologies visent davantage à pallier le fardeau de la maladie – notamment à travers une focalisation sur des actions de prévention secondaire ou tertiaire (cf. [Chapitre 7](#)) –, plutôt qu'à éliminer les (facteurs de) risques connus par des actions de prévention primaire.

En second point, le manque de connaissances sur la potentielle origine professionnelle de certains cancers (et donc de sensibilisation) a été pointé par de nombreux travaux comme l'une des sources majeures de la sous-estimation des expositions cancérigènes en contexte professionnel et de leurs effets sur la santé des travailleur·euse·s. Cette méconnaissance s'autoalimente d'une manière générale avec des processus de mise en invisibilité scientifique et sociale. À titre illustratif, il a été relevé le manque d'attention généralement porté par les médecins au parcours professionnel des patient·e·s lors des diagnostics (Paiva, 2016, p. 117-153). Or, comme précédemment évoqué, l'origine professionnelle d'une tumeur ne peut, physiologiquement, pas être établie. Conséquemment, cette non-prise en compte du contexte dans lequel travaillent les individus participera à la relative marginalisation scientifique (et surtout statistique) de l'origine potentiellement professionnelle de certains cancers. Selon la sociologue et spécialiste du travail et des maladies professionnelles Annie Thébaud-Mony, ces processus de marginalisation sont socialement construits autour d'un triple phénomène : une *invisibilité physique* qui résulte de la nature des agents cancérigènes présents en milieu professionnel, souvent invisibles, inodores pour les travailleurs et les travailleuses ; une *ignorance toxique*, soit, l'existence d'un déficit de

³⁰ Appellation donnée par Robert Proctor (1996) aux processus de manipulation et de réification des chiffres évaluant le poids de différentes causes de cancer dans les années 1970-1980.

³¹ Du titre de son ouvrage « *The Politics of Cancer: Malignant Indifference* », Praeger, 2017.

connaissance sur le potentiel nuisible des nouvelles molécules par rapport à leur volume de production et leur mise sur le marché ; et enfin une *invisibilité sociale* qui résulte du déficit de reconnaissance des « cancers professionnels » par le système légal de réparation des maladies professionnelles (Thébaud-Mony, 2008a).

2.2. Les mécanismes d'invisibilisation des cancers d'origine professionnelle sont-ils amplifiés chez les femmes ...

... par la prise en compte plus tardive des conditions de travail des femmes ?

De manière paradoxale, la santé des femmes face aux risques chimiques au travail n'est pas une préoccupation nouvelle. Elle a constitué pendant des siècles un cas particulier. Les premières législations en santé au travail avaient pour but de limiter les heures de travail, ou encore une exposition à des substances mutagènes ou reprotoxiques (Sass, 1999). Toutefois, ces mesures – qui ne concernaient pas l'ensemble des travailleuses et des secteurs d'activité – visaient davantage à protéger la fonction reproductive des ouvrières que leur propre bien-être ou leur fonction productive, et donc à protéger la « future mère » (et surtout son ou ses enfant(s) à venir) plutôt que la femme au travail (Gold, Lasley, & Schenker, 1994). De Villermé au Whitehall I (cf. [section 3.4.2.1](#)), les premières études d'ampleur en santé au travail faisaient ainsi, pour la majorité d'entre elles, l'impasse sur l'activité, et plus encore sur les conditions de travail des femmes. La collecte des données nécessaires à l'étude de la santé des femmes au travail s'est donc faite de manière beaucoup plus tardive comparée à celle des hommes.

Historiquement limitée à des scandales particuliers ou à des travaux de personnes engagées telles qu'Alice Hamilton (cf. [section 1.1.1.3](#)), il a fallu attendre la fin des années 1970 pour voir la question de la santé des femmes au travail émerger de nouveau dans les cercles scientifiques et politiques. S'appuyant sur de nouveaux outils d'analyse tels que le genre, cette perspective nouvelle, permettant un brassage disciplinaire (histoire, sociologie, ...), a ouvert la voie à un corpus de recherche désormais bien établi. Depuis Vilma Rose Hunt (Hunt, 1979), Jeanne Mager Stellman (Stellman, 1978), Karen Messing (Messing, 1998) ou encore Margaret Maruani (Maruani, 2013) (notamment), l'intérêt pour la santé des femmes au travail s'est toutefois montré croissant au cours des dernières décennies. Le retard ainsi accumulé dans la construction d'un corpus de connaissances sur ces questions se comble progressivement. Cependant, de nombreuses difficultés et zones d'ombre décrites par ces auteures restent d'actualité, et ce notamment dans le domaine des cancers. Une interrogation peut ainsi se poser quant au niveau de preuve actuel ;

peut-il permettre d'évaluer les risques cancérogènes des femmes en milieu professionnel de façon comparable à ceux des hommes ?

... du fait de l'évolution du marché du travail des contextes socio-scientifiques ?

Des allumettières³² aux *Radium Girls*, des femmes du Wittenoom³³ aux anciennes d'Amisol³⁴, la reconnaissance sociale et scientifique des maladies professionnelles chez les femmes a connu un chemin long et sinueux. Elle s'est heurtée, plus au moins successivement, à des argumentaires fatalistes, naturalistes et comportementalistes, quand il ne s'agissait tout simplement pas d'un déni de leur existence. Ce schéma n'est cependant propre ni à l'épidémiologie, ni aux cancers. Il s'inscrit dans la dynamique plus générale de la pensée sociale et médicale (Coste, 2002; Krieger, 2013). Dorénavant, à la naturalisation de la maladie – *i.e.* une absence de questionnement scientifique, une inscription des phénomènes (biologiques) dans des évidences naturelles – se substitue un « biologisme », *i.e.* une tendance à réduire l'explication de l'ensemble des phénomènes (surtout sociaux) à un ensemble de facteurs biologiques (Lemerle, 2016). Aussi, la supposée vulnérabilité biologique des femmes a laissé place au cliché du risque moindre associé à leur activité. L'argumentaire comportementaliste a lui aussi mué : aux mœurs malsaines (ex : hygiène de vie, sexualité) se sont substitués les modes de vie socialement acceptés (mais du moins à risque), à l'instar du tabagisme. Enfin, au déni, comme illustré par la chronique des « *Radium girls* », se substitue parfois un jugement utilitariste, *i.e.* le rapport du bénéfice (surtout économique, et/ou humain) au coût, ou encore la notion de risque contrôlé ou acceptable. Ces évolutions peuvent interroger sur le(s) schéma(s) de pensée qui préside(nt) à la recherche actuelle

³² Les « allumettières » étaient des travailleuses qui ont œuvré à la fabrication d'allumettes au Canada jusqu'à la fin des années 1930. Elles fabriquaient 90 % des allumettes utilisées dans le pays. Leur métier s'exerçait dans des conditions difficiles et comportait de nombreux risques, notamment des risques fréquents d'incendies, et surtout l'exposition chronique au phosphore blanc qui causait des nécroses maxillaires. Leur mouvement social a conduit à l'interdiction de l'utilisation du phosphore blanc dans la fabrication des allumettes.

³³ Les « femmes du Wittenoom » sont des travailleuses et des résidentes de la ville du Wittenoom en Australie. La région devint fortement minière au début des années 1950 et constitua la principale source de production d'amiante bleue du pays. Elle ferma en 1966 dû à des préoccupations sanitaires, notamment la survenue de multiples cas de maladies respiratoires. Quelques décennies plus tard, le fardeau de l'exposition s'alourdissait par un nombre subséquent de cas de cancer, y compris chez les populations non directement exposées à l'amiante à cette période (Musk, de Klerk, Eccles, & Hobbs, 1993).

³⁴ L'usine Amisol était une usine de filage et tissage d'amiante à Clermont-Ferrand (France). Elle fut notamment, après sa fermeture en 1974, le théâtre d'un affrontement judiciaire entre les anciennes ouvrières et la direction de l'usine, autour de préoccupations sanitaires et des conditions dangereuses de travail, en particulier les expositions soutenues et chroniques à l'amiante (Thébaud-Mony, 2008b, p. 69-78). Ce fut, en France, la première mobilisation ouvrière en lien avec le danger de l'amiante.

en santé au travail. Le lien entre travail et cancer chez les femmes est-il invisibilisé par les approches courantes en épidémiologie en santé au travail ? Dans le contexte français actuel, voire celui de nombreux pays fortement industrialisés, les changements démographiques (vieillessement des populations), les différentes évolutions du marché du travail et notamment la transformation de la structure de l'emploi, la féminisation et la précarisation du marché du travail, rendent nécessaire la reformulation des liens entre travail et cancer, et conséquemment celle des analyses épidémiologiques sur cette question.

... du fait de la construction sociale et genrée des connaissances ?

Les différences de santé entre hommes et femmes relèvent bien souvent de question de mesure (Cambois, 2016). Des analyses détaillées de données nationales sur les maladies professionnelles montrent que les maladies des travailleuses restent nettement moins souvent déclarées que celles des travailleurs, et lorsqu'elles le sont, les taux de reconnaissance en maladie professionnelle sont beaucoup plus faibles (EU-OSHA, 2013). Ce constat, dans le cadre de l'enquête Giscop93³⁵, a été le point de départ d'un questionnement autour des disparités de sexe face aux cancers. Il s'agissait alors de comprendre pourquoi la reconnaissance des cancers professionnels semblait – encore – plus difficile pour les femmes. De ce questionnement est né un projet intitulé « *Division sexuelle du travail et des risques, et inégalités de genre face aux cancers professionnels* », mené par le Giscop93 et le GTM-CRESPPA³⁶. Si les observations tirées de l'enquête Giscop93 laissent peu d'ambiguïté sur les écarts de sexe dans la reconnaissance des cancers en maladie professionnelle, il est important de se rendre compte que ces chiffres ne mettent en perspective que ce qui peut être considéré comme l'étape finale d'un long processus de mise en (in)visibilité scientifique (et sociale) d'une maladie professionnelle. Une réflexion subséquente pourrait alors s'orienter sur la construction en amont de ces disparités. Ainsi, l'objectif du projet « *Division sexuelle [...] cancers professionnels* » était de mettre en évidence les différents processus œuvrant à l'invisibilité structurelle des cancers d'origine professionnelle, avec l'hypothèse que ces processus seraient davantage marqués chez les femmes en raison de la division sociale et sexuée du travail.

Les rapports sociaux de sexe (ou de genre cf. [Encadré 1](#)) participant à la production de différentiels de santé entre hommes et femmes sont des processus évolutifs, mettant en relation

³⁵ Cette enquête du Groupement d'intérêt scientifique sur les cancers d'origine professionnelle en Seine Saint-Denis sera abordée au chapitre 5.

³⁶ Genre, Travail, Mobilités (GTM) du Centre de recherches sociologiques et politiques de Paris (CRESPPA)

plusieurs déterminants sociaux de la santé³⁷. Il a semblé, à cet effet, peu judicieux de se limiter à une approche mono-disciplinaire de cette problématique. Une réflexion pluridisciplinaire s'est dès lors engagée entre sciences humaines et sociales (sociologie notamment) et sciences de la santé (épidémiologie). L'analyse sociologique³⁸ proposée par Michelle Paiva a révélé que les femmes étaient davantage « sur-visibilisées » par des explications à tendances naturalistes, et invisibilisées en tant qu'actrices sociales. Plus généralement, les processus de différenciation des hommes et des femmes se (re)produisent à différents niveaux : macro, méso et microsocial. Ils se situent au niveau de la construction de la connaissance, au niveau de la production des conditions pour la reconnaissance de la maladie professionnelle, au niveau des mobilisations sociales, ainsi qu'au niveau du rapport subjectif des travailleur·euse·s au travail et aux risques (Paiva, 2016). Cette thèse souhaite contribuer, pour partie, à restituer le volet épidémiologie de cette réflexion. Elle vise à interroger le processus de production genrée de la connaissance épidémiologique sur les cancers d'origine professionnelle. Ce travail passe par l'analyse de ce que l'on a qualifié de « biais de genre ».

2.3. Les biais de genre en épidémiologie en santé au travail

En épidémiologie en santé au travail, la dimension de genre est rarement prise en compte dans les études (Artazcoz, Borrell, Cortas, Escriba-Aguir, & Cascant, 2007; Härenstam, 2009; Messing, 1999; Messing et al., 1993; Messing, 1998; Messing & Silverstein, 2009). Ce que l'on peut qualifier de « masculin neutre » prime alors dans les connaissances produites, pouvant conduire à la production d'une connaissance partielle ou biaisée. Ce phénomène a été désigné par certain·e·s auteur·e·s comme relevant d'un « biais de genre » (Eichler & Burke, 2006). D'une manière générale, les biais de genre sont un terme générique que l'on emploie pour désigner des erreurs systématiques engendrées par une absence ou une « mésinterprétation » de la dimension de genre dans les études. Ces biais sont construits par l'articulation entre des biais méthodologiques classiques (sélection, information) et des biais que l'on pourrait qualifier d'ordre social.

³⁷ Selon l'OMS (2018b), les déterminants sociaux de la santé sont « *les circonstances dans lesquelles les individus naissent, grandissent, vivent, travaillent et vieillissent ainsi que les systèmes mis en place pour faire face à la maladie* ». Elles sont le reflet des choix politiques, de la répartition du pouvoir, et des ressources aux échelles mondiale, nationales et locales.

³⁸ Thèse « De l'invisibilité des cancers d'origine professionnelle à l'invisibilisation des risques cancérigènes dans le travail des femmes. Une analyse à partir de l'enquête permanente du Giscop93 » Paiva, 2016.

2.3.1. Les biais de genre en termes conceptuels

L'existence des biais de genre dans la recherche médicale a été largement documentée (Doyal, 2001; Eichler, Reisman, & Manace Borins, 1992; Ruiz & Verbrugge, 1997). De nombreux modèles ont été conçus afin d'appréhender la façon dont ils se construisent dans les études et influent sur les connaissances produites. D'une manière générale, ces modèles lient, dans différents contextes, la survenue de ces biais à deux hypothèses : l'une sur une uniformité présumées entre les femmes et les hommes quand il y aurait en fait des différences, et l'autre sur des différences assumées lorsqu'il n'y en aurait effectivement pas (Ruiz & Verbrugge, 1997; Ruiz-Cantero et al., 2007). Ces biais peuvent opérer à chacune des étapes d'une investigation scientifique, du développement des hypothèses à l'analyse des données. Les biais de genre peuvent également être décrits suivant leur mode de construction ; Eichler *et al* (2006; 1992) en distinguent quatre formes : (i) l'androcentrisme, (ii) la (sur)généralisation, (iii) l'insensibilité au genre et (iv) le double standard.

- i) L'androcentrisme est un mode de pensée, conscient ou non, consistant à privilégier « le point de vue » masculin ; le sexe masculin étant alors défini comme la norme à laquelle on se réfère pour tout jugement : le masculin neutre.
- ii) La sur-généralisation ou généralisation consiste à extrapoler à un sexe les résultats d'une étude obtenus à partir de l'autre. Les résultats sont (implicitement ou explicitement) présentés comme applicables aux deux sexes.
- iii) L'insensibilité consiste à ignorer le sexe en tant que variable sociale ou médicalement importante. Le sexe et le genre sont parfois employés de manière interchangeable.
- iv) Le « double standard » fait référence à un traitement différentiel de groupes de population, souvent en raison de critères sociaux. En épidémiologie professionnelle, ce biais peut se manifester par l'utilisation de différents outils scientifiques (d'observation, de mesure ou d'analyse) pour différents groupes – ici hommes et les femmes – l'une étant de validité moindre par rapport à l'autre. Il peut également correspondre à l'utilisation d'outils similaires lorsque de toute évidence ces derniers auraient une moindre validité pour un des groupes.

2.3.2. Les biais de genre en pratique

2.3.2.1. Les biais méthodologiques

Les biais méthodologiques généralement définis en épidémiologie sont : d'une part les biais de sélection qui désignent l'ensemble des biais pouvant affecter la représentativité d'un échantillon d'étude au regard de la question de recherche ; d'autre part, les biais de mesure (ou de

classification) qui désignent les erreurs systématiques pouvant survenir lors de la mesure des phénomènes pris en compte dans une étude. En épidémiologie professionnelle, ces biais peuvent impliquer les choix des investigateur·rice·s sur les secteurs d'activité, les agents étudiés, ou les méthodologies employées. Ils sont eux-mêmes conditionnés par des présupposés (informés ou non) que les investigateur·rice·s ont sur leur objet d'étude.

Les biais de sélection

La non-inclusion des femmes dans les études.

Elle est le plus souvent liée au périmètre d'investigation, et plus précisément à la mise en priorité, ou à la restriction des investigations aux secteurs d'activité plus « masculinisés » (Hohenadel et al., 2015; Niedhammer et al., 2000; Zahm et al., 1994). Elle peut également survenir par l'exclusion des femmes lorsque ces dernières sont très « minoritaires » dans une étude, du fait du manque de puissance statistique jugée nécessaire (ou comparable à celle des hommes) à l'analyse du phénomène à l'étude.

La sur-inclusion des femmes dans les études

À l'inverse de la non-inclusion des femmes dans les études, se trouve parfois leur « sur-inclusion ». Les études sur la santé des femmes ont ainsi tendance à davantage mobiliser dans les analyses des facteurs liés à la reproduction, en se focalisant uniquement sur ces derniers, ou en les incorporant de manière systématique à toute question de recherche. Cette hyper-inclusion est surtout retrouvée dans l'étude des cancers dits féminins.

Les biais d'information

Une utilisation d'outils d'évaluation non sensibles au genre

Cette pratique peut entraîner une non prise en compte des différences biologiques (ex : physiologiques), ou sociales entre hommes et femmes (ex : perception) (cf. [section 1.3](#)). Elle est susceptible de concerner aussi bien les méthodes de collecte de l'information (ex : questionnaires) que les méthodes d'évaluation d'exposition proprement dites (ex : les matrices emplois-expositions, cf. [Chapitre 5](#)). Il est important de noter à cet effet qu'une même variable peut représenter une réalité différente selon le sexe (et également selon le statut social).

Une non prise en compte des expositions indirectes ou passives

Ces expositions renvoient ici à des situations de travail impliquant des expositions professionnelles « non-prescrites » par l'activité professionnelle effectuée, i.e. qu'elles peuvent être contingentes à cette activité (par exemple si l'étude porte sur un poste de travail précis). Elles renvoient également aux expositions para-professionnelles ou domestiques (cf. [section 1.3](#)).

Les biais d'analyse statistique

L'ajustement systématique sur la variable « sexe » dans les modèles multivariés

Cette pratique est courante dans les études épidémiologiques. La variable « sexe » est ici traitée comme un facteur de confusion dans les modèles multivariés, et non comme un objet d'étude (Krieger, 2003; Messing et al., 2003; Ruiz & Verbrugge, 1997). Elle peut dans certains cas poser des incidences importantes (Krieger, 2003). Cet aspect fera notamment l'objet de notre [Chapitre 6](#).

2.3.2.2. Les biais d'ordre social

Il s'agit ici de facteurs qui influent sur le choix, sur la hiérarchisation des problématiques de santé au travail. Ces biais peuvent précéder l'étude proprement dite. Ils conditionnent les hypothèses et les designs d'étude.

Les représentations du travail des femmes et de leurs risques professionnels

De nombreuses représentations sociales sont « traditionnellement » associées à l'activité des femmes. La première d'entre elles est sans doute la sous-estimation de leur participation à l'activité productive, et ce en dépit de l'augmentation graduelle du nombre de femmes sur le marché du travail et de la féminisation de nombreux secteurs d'activité. La deuxième représentation renvoie davantage à une hiérarchisation de genre. Si l'activité des femmes est parfois sous-estimée, elle est également réduite à une « poignée » d'activités perçues comme étant inhérentes au mode de vie, et en définitive marginales à l'économie productive. Cette marginalité est en définitive le reflet d'une division sexuée du travail, qui assigne le rôle de « reproduction » aux femmes (cf. [section 1.2.2](#)), un rôle qui tend à occulter leur activité productive. Ainsi, cette activité sera surtout liée aux métiers du « care » ou encore de l'enseignement etc., — des occupations jugées moins contraignantes, moins risquées, comparées aux activités plus « masculines ». Elle peut également concerner certaines occupations de « travail léger » dans le milieu industriel.

Les représentations sur les cancers professionnels.

Jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, le cancer est perçu comme une pathologie féminine, du fait notamment des manifestations de la maladie (tels que des saignements), plus visibles chez les femmes. La maladie portait également une connotation péjorative qui se devait d'être occultée, et ce notamment pour ce qui était du cancer du sein (Strach, 2016). Il fallut le développement d'outils de diagnostic efficaces, combiné à l'augmentation des cancers du poumon, affectant plus majoritairement les hommes, pour changer cette représentation (Löwy, 2013). D'une manière générale, les avancées scientifiques dans les années 1980 ont permis de rationaliser le savoir et les pratiques médicales, et d'apporter ainsi des réponses à des questions liées aux relations entre le sexe et la maladie (Gardey, 2013a). Ces instruments nouveaux ont permis de mettre en évidence des différences biologiques entre hommes et femmes s'étendant au-delà de leur système reproductif, mais aussi des différences vis-à-vis de la construction sociale de la santé et du corps (Fussinger, 2010; Löwy, 2013). Il convient également de souligner le rôle primordial joué par les campagnes de sensibilisation sur la dé-stigmatisation de la maladie (Strach, 2016).

2.4. Objectif principal de recherche

Dans cette thèse, notre objectif principal est d'analyser la manière dont les biais de genre affectent différentes étapes du processus de production des connaissances épidémiologiques dans le cadre de l'étude du lien entre expositions professionnelles et cancer.

2.5. Hypothèse principale de recherche

Nous faisons l'hypothèse que les expositions cancérigènes relatives aux activités majoritairement opérées par les femmes sont sous-estimées par les méthodes usuelles d'évaluation. Cette sous-estimation participe non seulement de la mésestimation du différentiel de cancers attribuable aux expositions professionnelles entre les hommes et les femmes, mais elle contribue également à l'invisibilisation des effets des conditions de travail, et donc des inégalités sociales au travail.

2.6. Plan de la thèse

Cette thèse s'inscrit dans un cadre interdisciplinaire de l'épidémiologie. Afin de répondre à cet impératif analytique, tant dans ses dimensions pragmatiques que théoriques, nous avons emprunté un schéma de réflexion particulier aux sciences sociales : l'analyse réflexive. La réflexivité est une démarche épistémologique par laquelle l'investigateur·rice se prend lui ou elle-même comme objet d'étude, afin de mieux appréhender son rôle dans la production de ses données. Pour reprendre les propos de Rui, il s'agit d'une : « *posture [qui] consiste à soumettre à une analyse critique non seulement sa propre pratique scientifique (opérations, outils et postulats), mais également les conditions sociales de toute production intellectuelle. L'analyse réflexive joint en effet ce que la science positive sépare : « l'acteur et l'observateur, le savoir et la situation sociale, le contexte d'enquête et son champ d'inscription sociale, les conceptions du sens commun et la théorie savante.* » »(Rui, 2010).

Deux corpus de travaux reposant sur cette approche sont particulièrement éclairants au regard de notre sujet : d'une part ceux constitués autour des travaux d'Alain Desrosières, avec notamment la notion de « quantification » (Desrosières, 2014), et d'autre part, ceux popularisés par Thomas Kuhn avec la notion « paradigme scientifique » (Kuhn, 2012).

La quantification fait valoir le caractère institutionnel de la construction des données, l'idée de convention dans la mesure. Quantifier, c'est convenir d'équivalences, puis mesurer (Desrosières, 2014, p. 38-40). La production d'une statistique implique la construction, cognitive et politique, d'un espace conventionnel d'équivalence. Transposé à notre étude, ce serait par exemple de penser quelles disciplines sont mobilisées lors de l'évaluation d'une exposition ; qu'est-ce que l'on convient de définir comme population à risque etc.

La seconde notion fait référence au processus même de la construction de l'objet scientifique, avec une composante scientifique et une composante « croyance ». C'est l'imbrication de ces deux composantes qui forme une pensée, une théorie. Selon Kuhn, la découverte de nouvelles théories est plus souvent le fait d'une évolution de la composante « croyance » que de la composante scientifique. Le renouvellement des idées procède ainsi plus par incrémentation que par ruptures (Kuhn, 2012). Dans cette thèse, l'idée est de déconstruire une des (nombreuses) composantes « croyance » de notre objet de recherche, à savoir les biais de genre. Le fil conducteur sera alors l'analyse des biais de genre, ou plus précisément l'analyse des choix méthodologiques conduisant à des biais de genre. Conséquemment, nous avons articulé notre analyse de façon à étudier la matérialisation de ces biais à différentes étapes d'une enquête épidémiologique. Cette démarche vise à construire un faisceau de preuves, à montrer un processus d'accumulation conduisant à une invisibilité des risques cancérigènes professionnels plus forte chez les femmes, bien qu'également

présente chez les hommes. Pour ce faire, nous avons construit notre argumentaire autour de quatre axes.

La première partie de la thèse a pour but de présenter un état de l'art de l'épidémiologie des cancers d'origine professionnelle. Dans le premier chapitre, nous faisons un rappel sur les caractéristiques principales des expositions cancérigènes ainsi que les principaux éléments chiffrés sur les cancers en contexte français : prévalence, mortalité, incidence, mesures d'association, fractions attribuables estimées. L'objectif est également ici de comprendre dans quels contextes sont produites ces estimations, afin de nourrir notre réflexion sur les angles morts dans leur compréhension, leur production, et en fin de compte interroger les pratiques. Ainsi, dans un second chapitre, nous nous intéresserons aux pratiques des chercheur·e·s dans l'étude du lien entre travail et cancer. À travers une revue systématique des études observationnelles récentes portant sur les cancers du poumon, nous avons décrit et analysé les pratiques méthodologiques au regard de la prise en compte du sexe dans les designs d'étude épidémiologiques. Plus précisément, nous nous sommes intéressés aux types d'agents, aux secteurs d'activités, aux designs d'étude, aux méthodes d'analyse statistique privilégiées, et nous avons formulé des hypothèses sur la manière dont le choix de ces critères peut affecter la visibilité des risques cancérigènes chez les femmes.

Dans la deuxième partie, nous nous sommes focalisés sur une étape charnière l'analyse en santé au travail : l'évaluation de l'exposition. Cette étape constitue une donnée essentielle dans la conduite d'une étude épidémiologique car les principaux indicateurs utiles à l'épidémiologiste (tels que les risques relatifs) sont établis sur la base de cette dichotomie entre « exposés » et « non exposés » ; mais surtout parce que la valeur informative d'une étude, aussi bien descriptive, qu'analytique, repose sur la qualité des données d'exposition disponibles. Plusieurs méthodes d'évaluation d'exposition ont été développées. L'objectif de cette partie est de poser un regard critique sur celles couramment employées dans la pratique épidémiologique. Prenant le cas de l'exposition aux solvants chlorés, nous avons effectué une comparaison d'évaluation entre une expertise et une matrice emplois-expositions en population générale afin de déterminer si les désaccords (ou les accords) constatés entre les deux outils reflètent une division sociale particulière des risques chez les travailleur·euse·s, et en particulier, s'ils matérialisent des biais de genre.

Dans la troisième partie, place à l'analyse statistique *per se*. Nous avons ici confronté différentes hypothèses et stratégies de prise en compte de deux variables sociales majeures, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle, dans des modèles statistiques classiques couramment utilisés dans la recherche étiologique. Notre attention s'est portée sur l'intersectionnalité du risque de cancer du poumon d'origine professionnelle.

Dans un dernier temps, nous avons proposé un examen épistémologique de notre discipline. Depuis le début des années 1990, l'épidémiologie est le théâtre de vifs débats internes, portant sur la nature de la discipline et le rôle qu'elle est censée jouer dans la société. Cette cinquième et ultime partie, davantage développée sur article, propose de restituer la nature des différents conflits opposant les principaux paradigmes de recherches, et d'en comprendre les fondements et logiques sociales. S'appuyant sur et se nourrissant de diverses disciplines, l'épidémiologie est soumise à des logiques théoriques et explicatives concurrentes, et parfois contradictoires, qui se donnent à voir aussi bien au niveau de la construction des objets d'étude, qu'à celui des choix des hypothèses ou des variables d'intérêt. Nous avons interrogé le recours aux approches réductionnistes et/ou biologiques aujourd'hui privilégiées, ainsi que leur capacité à prendre en compte, à intégrer des dimensions sociales, telles que le genre.

PREMIERE PARTIE

3. LES CANCERS (D'ORIGINE) PROFESSIONNEL(LE)S

ÉTAT DE L'ART EN CONTEXTE FRANÇAIS

Ce chapitre présente un état de l'art de l'épidémiologie des cancers d'origine professionnelle. Nous rappelons à ce titre les caractéristiques principales des expositions cancérigènes en milieu professionnel, ainsi que de récents éléments chiffrés sur les cancers d'origine professionnelle en contexte français.

3.1. Qu'est-ce qu'un cancer ?

Chez un individu, au sein de chaque organe, des milliers de cellules se multiplient à fréquence régulière par un processus appelé la division cellulaire. Cette division cellulaire permet le renouvellement des cellules, et donc le maintien des organes : c'est la théorie cellulaire. Au cours de leur vie, et souvent suite à des agressions extérieures, les cellules peuvent subir des dommages qu'elles essaient de réparer. Celles qui n'y parviennent pas seront vouées à s'autodétruire par un mécanisme appelé l'apoptose. Les processus de division cellulaire et d'apoptose, contrôlés par des gènes, assurent le maintien de l'organisme. Toutefois, ce mécanisme peut se dérégler. Les cellules altérées continueront alors leur multiplication sans s'autodétruire, mais surtout sans effectuer les fonctions qu'elles auraient dues assurer (celles des cellules normales), tout en entrant en compétition avec les cellules normales (pour les nutriments notamment). Ces cellules altérées deviennent alors cancéreuses, leur accumulation au cours du temps pourra former ce que l'on appelle des tumeurs (Schwab, 2017, p. 738-740).

Bien que partageant ce mécanisme commun d'un développement incontrôlé de cellules anormales, le nom cancer (du grec *karkinos*³⁹) est en fait une appellation générique qui désigne un groupe de plus de 100 maladies dont les causes sont aussi multiples que complexes. Les cancers sont donc des maladies génétiques dans la mesure où ils sont la résultante de mutations génétiques qui contrôlent le fonctionnement de la division cellulaire. Les gènes altérés peuvent constituer des prédispositions génétiques ; ils peuvent alors passer dans la lignée génétique et (potentiellement) se transmettre des parents à leur descendance. Toutefois, l'altération des gènes peut également survenir à la suite d'agressions extérieures sur les cellules, ou par des agents ayant

³⁹ Le mot cancer est venu d'un mot grec « karkinos », signifiant « crabe ». Il a été utilisé la première fois par Hippocrate (460-370 avant JC) pour décrire les tumeurs du carcinome.

une action biologique sur ces dernières (ex : perturbateurs endocriniens⁴⁰) (INCa, 2009). Lorsque ces agressions (uniques ou en combinaison) peuvent être associées⁴¹ à la survenue d'un cancer, *i.e.* influencer sur la fréquence et la distribution de ce cancer dans une population exposée, elles sont désignées en tant que (agents) cancérigènes (ou cancérogènes) (Schwab, 2017, p. 743-750) par des agents ayant une action directe (génétoxique initiatrice⁴²) ou indirecte (non génétoxique⁴³).

3.2. Qu'est-ce qu'un cancer (d'origine) professionnel(le) ?

En France, une maladie est usuellement qualifiée de « professionnelle » (MP) si elle est « *la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque physique, chimique, biologique, ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle* » (Delépine, Chapouthier-Guillon, Jacquin-Brisbart, Nolland, & Vidal, 2016, p. 8). De manière analogue, un cancer professionnel sera un cancer dont la survenue pourra être associée à une exposition professionnelle. Il est toutefois important de noter qu'il n'existe pas, au niveau individuel, « d'automatisme » dans la reconnaissance en MP pour tout-e travailleur-euse atteint-e d'un cancer. La reconnaissance d'un lien de causalité entre travail et cancer chez un individu donné, même avérée sur le plan épidémiologique, sera également une question juridique comprenant des critères plus ou moins bien définis par les instances étatiques. Les expositions incriminées doivent faire l'objet d'évaluations dans des situations précises. En dehors de ces situations, elles seront notamment mises en « balance » avec d'autres facteurs de risques afin de déterminer (pour ces situations), en fonction de certains critères (durée, fréquence, intensité d'exposition), le poids relatif de ces agents cancérigènes dans la survenue de la maladie. En France, la Sécurité sociale s'appuie sur des tableaux de maladies professionnelles définissant les conditions dans lesquelles

⁴⁰ Les perturbateurs endocriniens interagissent avec le système endocrinien en induisant des effets délétères sur les individus et/ou leur descendance. Leur action peut affecter de manière directe ou indirecte la production, le stockage, le transport, la diffusion et l'élimination des hormones naturelles (ex : les pesticides organochlorés)

⁴¹ Par un processus d'initiation, de promotion ou progression des cellules cancéreuses.

⁴² Les agents génétoxiques initiateurs agissent directement sur les gènes en initiant la première étape du processus de cancérisation par la mutation des gènes. Ils peuvent induire des effets quel que soit le niveau d'exposition.

⁴³ Les agents non génétoxiques en revanche n'agissent pas directement sur les gènes, mais ils participent au processus de cancérogenèse (promotion ou progression) en favorisant la prolifération des cellules mutées ou « initiées ». Ils agissent, par ailleurs, suivant une relation de dose-effet.

une présomption d'origine professionnelle devrait s'appliquer aux pathologies⁴⁴. Ces tableaux décrivent la maladie et les conditions d'exposition au(x) facteur(s) de risque professionnel concerné(s) suivant une liste limitative ou indicative de travaux. Il existe deux listes officielles de tableaux de maladies professionnelles, une première pour le Régime général de sécurité sociale et une seconde pour le Régime agricole (cf. [annexe, Tableau 0-4](#)).

En 2012, 1 880 cas de cancers ont été reconnus en tant que maladie professionnelle (plus de 3 % des maladies professionnelles ; +4% par rapport à 2005). Parmi ces cancers, 84 % proviennent d'affections liées à l'amiante. Les autres cas de cancers sont liés à l'exposition à des produits chimiques tels que les goudrons de houille et dérivés (4 %), les poussières de bois (4%), les amines aromatiques (4 %), le benzène (1 %), le chrome et ses dérivés (1 %), les silices cristallines (1 %) ou à d'autres expositions comme celles aux rayonnements ionisants (1 %). Les cancers reconnus en maladie professionnelle concernent essentiellement les hommes (97 % des victimes en 2012), les salariés de plus de 50 ans (97%) et les ouvriers (88 %) (Garoche, 2016). Dans son dernier rapport (2016) sur les chiffres de la santé au travail, l'Assurance Maladie - Risques Professionnels⁴⁵ relevait une baisse des maladies liées à l'amiante (-9.5 %), et, par contraste, une hausse du nombre de reconnaissances de cancers professionnels (hors amiante) (+10 %) (Cnamts, 2017).

Partant d'un certificat médical initial (CMI)⁴⁶ établi par un médecin et de l'envoi de la déclaration en maladie professionnelle par l'intéressé·e, la reconnaissance en maladie professionnelle est un long processus rarement conduit à terme, et conduisant à des sous-estimations fréquentes. On le décrit comme un « effet entonnoir » du fait de l'écrémage graduel au fil des étapes de la signalisation à la reconnaissance en maladie professionnelles (Giscop93, 2018; Marchand, 2016). À titre d'illustration, selon Santé Publique France, les estimations du nombre de cancers incidents du poumon⁴⁷ attribuables annuellement à une exposition professionnelle à l'amiante varient entre 1 767 et 4 719 cas (97 à 153 cas chez les femmes ; 1 670 à 4 566 cas chez les hommes) pour l'année 2012 (Gilg Soit Ilg, Houot, & Pilorget, 2016). On observe néanmoins un peu moins de 1 600 cas de réparation pour l'ensemble des cancers professionnels liés à l'amiante, les plus reconnues en MP,

⁴⁴ En application de l'article L.461-1 du code de la Sécurité Sociale, pour être reconnue comme professionnelle et donner lieu à réparation, une maladie doit :

- soit figurer dans l'un des tableaux de maladies professionnelles,
- soit être identifiée comme ayant un lien direct avec l'activité professionnelle par le système complémentaire de reconnaissance des maladies professionnelles.

⁴⁵ Branche accidents du travail et maladies professionnelles (AT/MP)

⁴⁶ Le certificat médical initial est un constat médico-légal qui atteste des violences volontaires, physiques ou psychiques, ou des blessures involontaires subies par une personne. Il constitue un élément de preuve chaque fois qu'il y a eu un dommage corporel, même minime, pouvant mettre en cause la responsabilité d'un tiers (HAS, 2012).

⁴⁷ Excluant le mésothéliome pleural par exemple.

sur la même période (cf. [Tableau 3-1](#)) (Garoche, 2016). Par ailleurs, il est important de noter qu'un certain nombre de cancérogènes avérés selon le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) (cf. [Encadré 3, annexe, Tableau 0-2](#)) – le béryllium (et cancer du poumon) par exemple – ne font pas l'objet de ce tableau de maladie professionnelle. D'une manière générale, le nombre de cancers reconnus en tant que maladie professionnelle donne une sous-estimation du nombre réel de cancers imputables à des agents cancérogènes en milieu professionnel. Au-delà du nombre limité de tableaux, cette différence s'explique non seulement du fait du rejet ou du non aboutissement des demandes d'indemnisation, mais aussi et surtout du fait de l'absence de réclamation de la part des malades ou de leur famille. Par ailleurs, l'évolution des chiffres sur la durée peut davantage refléter des changements de politique d'indemnisation (et/ou de mise en visibilité sociale) plutôt que des changements d'exposition réelle des travailleur·euse·s (Labrèche, Duguay, Boucher, & Arcand, 2013).

Il existe donc une différence notable entre les cancers actuellement reconnus en tant que maladie professionnelle et les cancers présumés liés à une exposition professionnelle. Ce sont bien ces derniers qui feront l'objet de notre recherche. Pour plus de clarté tout au long de ce document, nous y ferons référence en tant que « cancers d'origine professionnelle » (angl. *work-related cancer, occupation-related cancer*). De nombreuses dénominations synonymes sont également employées dans la littérature : on parle de « cancers professionnels », de « cancers industriels », de « cancers liés à des activités productives ». Nous ferons également référence aux « cancérogènes professionnels » pour désigner les cancérogènes présentant une importante prévalence en milieux professionnels. Le terme « agents » pour « agents cancérogènes » sera utilisé de manière générique pour exprimer un agent (physique, chimique, biologique, organisationnel), une combinaison d'agents, un mélange, ou une circonstance d'exposition.

Tableau 3-1

Les maladies professionnelles reconnues en France en 2012 par sexe et âge

Type de maladie	Hommes	Femmes	Ensemble ^a	(%) de cancers
Troubles musculo-squelettiques	22 312	26 262	48 574	0
Affections de l'amiante	4 374	162	4 536	35
Surdités	997	23	1 020	0
Dermatoses	260	273	533	0
Rhinites et asthmes	180	119	299	0
Autres maladies ^b	870	309	1 179	25
Ensemble	28 993	27 148	56 141	3

(Adapté de Garoche, 2016)

Lecture : 28 993 nouvelles maladies professionnelles affectant des hommes ont été reconnues en 2012.

Champ : Salariés du régime général et du régime agricole, France entière.

Source : CnamTS – MSA – Insee, calcul Dares.

a : Ensemble des salariés, Régime général et régime agricole

b : Notamment des maladies liées à l'inhalation de poussières, à l'exposition aux amines aromatiques, à la houille ou au benzène ou encore liées à des agents infectieux.

ENCADRE 3: CLASSIFICATION DES AGENTS CANCEROGENES, LA CLASSIFICATION DU CIRC

(Pearce et al, 2015; Saracci & Wild, 2015)

À partir de 1969, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) mit en place un programme visant à examiner de manière systématique toutes les données expérimentales et épidémiologiques publiées relatives à la cancérrogénicité des produits chimiques : c'est ce que l'on a appelé le programme des monographies du CIRC. Cette démarche visa à prendre avantage de la complémentarité des deux modèles de recherche (toxicologiques et épidémiologiques) traditionnellement en compétition. En 1987, ce programme fut agrémenté d'une classification qui vint hiérarchiser les évaluations des risques. Les agents, les groupes d'agents ou mixtures, les procédés ou autres situations d'exposition furent désormais classés suivant leur degré de cancérrogénicité. Quatre groupes constituent aujourd'hui cette classification :

Groupe 1 : agent cancérogène (syn. cancérogène avéré ou cancérogène certain) ;

Groupe 2A : agent probablement cancérogène ;

Groupe 2B : agent peut être cancérogène (syn. cancérogène possible) ;

Groupe 3 : agent inclassable quant à sa cancérrogénicité ;

Groupe 4 : agent probablement non cancérogène.

Chaque monographie comprend une brève description des données sur les propriétés physico-chimiques de l'agent à l'étude, les méthodes de sa production, les circonstances d'exposition, les études toxicologiques et épidémiologiques pertinentes. Ces critères sont évalués de manière collective par divers expert-es internationaux-ales réuni-es par le CIRC (IARC, 2006). Une section « justification » explique l'argumentaire scientifique retenu par le groupe de travail afin d'atteindre son évaluation. Lorsqu'il existe des différences significatives d'interprétation parmi les membres du groupe de travail, un résumé des interprétations alternatives est fourni. Depuis 1971, des évaluations de plus de 1000 agents, ont été publiées, parmi lesquelles 120 ont été classées cancérogènes avérés, 81 probablement cancérogènes, et 294 possibles cancérogènes (Cogliano et al., 2011; IARC, 2017). Bien que ne possédant pas de valeur réglementaire, les monographies du CIRC sont aujourd'hui majoritairement utilisées à l'échelle internationale par les chercheur-es, les autorités sanitaires, ou encore les organismes de réglementation. Cependant, d'autres classifications peuvent être privilégiées législativement à des échelles régionales ou nationales, c'est le cas notamment du règlement CLP (angl. *Classification, Labelling, Packaging*) qui prévaut en Europe et qui repose sur le Système Général Harmonisé (SGH) (angl. *Globally Harmonized System*).

3.3. Caractéristiques des expositions professionnelles aux cancérogènes

3.3.1. Des voies d'exposition diverses, mais principalement aériennes

Si les agents cancérogènes sont pour la plupart d'origine naturelle et présents dans l'environnement général, leur fréquence, tout comme les niveaux d'exposition, sont beaucoup plus importants dans les milieux de travail. Les voies de contamination jouent un rôle central dans l'épidémiologie des cancers. Ainsi, à travers l'inhalation, les voies respiratoires supérieures (fosses

nasales, sinus, bouche, pharynx et larynx) et inférieures (trachée, bronches, bronchioles et les alvéoles pulmonaires) sont généralement les plus touchées.

La protection des travailleur·euse·s nécessite que l'exposition à des particules en suspension⁴⁸ néfastes pour la santé soit évitée ou réduite à des niveaux *minima*. Pour ce faire, des niveaux à ne pas dépasser –soit des niveaux à risque, sont définis, et parfois même formalisés dans ce que l'on appelle des **valeurs limites d'exposition professionnelle** (VLEP). Les VLEP peuvent être indicatives (VL), réglementaires indicatives (VRI) ou réglementaires contraignantes (VRC). Elles sont en général définies à des échelles supranationales, avec des variations aux échelles nationales. En France, les VLEP sont définies par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET). Il est important de noter que ces valeurs sont des seuils de toxicité établis de manière empirique. Les différentes VLEP sont produites sur la base d'une concertation entre les instances étatiques et les partenaires sociaux qui évaluent la faisabilité technique des valeurs proposées en fonction notamment des procédés de travail concernés, de la taille des entreprises, de la temporalité envisagée (application immédiate ou progressive).

La voie cutanée est également une voie à risque, notamment pour des agents tels que les solvants (ex : benzène), les pesticides ou encore des substances radioactives. Enfin, les ingestions, quoique moins fréquentes comparées aux voies aériennes et cutanées en milieu professionnel, restent également des voies à risque.

3.3.2. Les agents cancérigènes en milieu professionnel

En épidémiologie, l'étude des liens entre travail et cancer réfère d'une manière générale à l'étude des liens entre expositions professionnelles et cancer. Les expositions sont quant à elles définies en fonction des capacités de mesure ; elles pourront ainsi renvoyer à des agents précis (ex : amiante), ou à des circonstances d'exposition, *i.e.* un ensemble d'activités (ex : peinture, travail agricole, travail posté).

Les cancers liés à une exposition professionnelle ne possèdent, physiologiquement, aucun marqueur spécifique. Il ne sera donc pas possible d'isoler ou de distinguer une tumeur d'origine professionnelle d'une autre tumeur. L'identification d'un cancer d'origine professionnelle repose donc essentiellement sur la caractérisation de l'exposition en elle-même. Cette identification n'est toutefois pas aisée, du fait notamment de la multifactorialité (cf. [section 2.1](#)). L'omniprésence de

⁴⁸ Aérosols (Fumées, poussières, brouillard)

certain agents à la fois dans les contextes professionnels et non professionnels, ainsi que la difficulté à définir précisément ce qu'est le travail et ses limites rendent complexes et arbitraires les catégorisations entre expositions professionnelles et non professionnelles. Dans une revue de littérature publiée en 2004, Siemiatycki *et al.* ont abordé cette question, classant selon des critères bien définis des agents cancérigènes considérés comme professionnels. Selon les auteurs, les « cancérigènes professionnels » étaient définis comme des agents présents de manière considérable en milieu professionnel. Cette appréciation a été basée sur le nombre de travailleur-euse-s exposé-e-s sur une période donnée, soit plus de 10 000 tous pays inclus, ou plus de 1 000 dans un pays donné. Au total, ont été retenus comme cancérigènes professionnels : 28 agents cancérigènes avérés (Groupe 1) , 27 agents probables (2A) et 113 agents possibles (2B) (Siemiatycki *et al.*, 2004) (cf. [annexe Tableau 0-5](#)). Plus récemment, Marant Micallef *et al.* (2018) ont proposé une liste de cancérigènes considérés comme professionnels et présents en contexte français. Suivant une actualisation des travaux de Siemiatycki *et al.* (2004), les auteurs ont également souligné les paires d'associations « exposition-cancer » les plus récurrentes. Sur les 118 cancérigènes du groupe 1 et 75 du groupe 2A, 37 expositions et 73 paires d'associations « exposition-cancer » ont été identifiées (cf. [Tableau 3-2](#)). Le cancer du poumon présente 18 différentes associations avec des cancérigènes professionnels, soit le nombre le plus élevé, suivi par le cancer de la vessie et le lymphome non hodgkinien. Parmi les expositions, ce sont les rayonnements ionisants qui présentent le plus grand nombre d'associations avec des localisations de cancer, soit 20 au total, suivis de l'amiante et de l'industrie du caoutchouc (Marant Micallef *et al.*, 2018). Certains de ces agents peuvent présenter un risque particulier pour les femmes du fait de leur distribution et de leur utilisation en milieu professionnel. La revue de littérature proposée par Zahm et Blair (2003) nous a ainsi fourni un panorama des principaux secteurs d'activité à dominante féminine pour lesquels certains de ces agents sont présents (cf. [Tableau 3-3](#)).

L'identification d'agents cancérigènes permet une meilleure prévention et une traçabilité des risques en milieu professionnel, mais elle permet également d'estimer le fardeau des cancers auxquels sont associés différents agents dans différents contextes. Pour ce, un des indicateurs fréquemment utilisé en épidémiologie est la fraction de risque attribuable en population.

Tableau 3-2

Les principaux agents cancérigènes professionnels (classés 1 ou 2A par le CIRC) présents en contexte français

Cancérigènes pour l'humain (Groupe 1) 23 agents	Probablement cancérigènes pour l'humain (Groupe 2A) 10 agents	Groupes d'agents (Groupes 1 et 2A) 4 familles ^a
1,3-Butadiène	Verre d'art, récipients en verre et articles pressés (fabrication de)	Amines aromatiques
Brumes acides, inorganiques forts	Métal de cobalt avec carbure de tungstène	Benzène
Arsenic et composés inorganiques d'arsenic	4,4'dichlorodiphényltrichloroéthane)	Rayonnements ionisants
Amiante (toutes formes)	Diazinon	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Béryllium et composés de beryllium	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)	
Bis(chlorométhyl)ether; chlorométhyl methyl ether	Coiffeur (exposition professionnelle)	
Cadmium et ses composés	Composés de plomb, inorganiques	
Chrome (VI) et ses composés	Malathion	
Échappement du moteur, diesel	Le travail posté qui implique une perturbation circadienne	
Oxyde d'éthylène*	Tétrachloroéthylène	
Formaldéhyde		
Production d'alcool isopropylique		
Fonderie de fer et d'acier		
Poussière de cuir		
Lindane		
Composés de nickel		
Peintres		
Biphényles polychlorés		
Industrie de fabrication de caoutchouc		
Poussière de silice, cristalline		
Trichloréthylène		
Chlorure de vinyle		
Poussière de bois		

Champ : France métropolitaine

Source : Marant Micallef et al (2018)

a. Groupes constitués par une combinaison de plusieurs agents. À titre d'exemple, l'exposition au pétrole raffiné était considérée comme faisant partie de l'exposition générale associée au benzène.

Tableau 3-3

Secteurs d'activité spécifiques à dominante féminine avec cancérogènes connus ou potentiels présentant des excès de cancer rapportés dans la littérature

Secteur d'activité	Cancérogènes connus / potentiels	Cancers
Services		
Secteur de la santé	Médicaments antinéoplasiques, gaz anesthésiques, rayonnements ionisants, virus	Vessie, cerveau, sein, leucémie, poumon, lymphome
Nettoyage	Détergents (solvants divers), poussières	Poumon, organes des voies aérodigestives supérieures (VADS ^a)
Blanchisserie, Nettoyage à sec	Tétrachlorure de carbone, trichloréthylène, perchloroéthylène, autres solvants	Vessie, col de l'utérus, œsophage, rein, foie, poumon, ovaire, pancréas
Cosmétologie	Colorants capillaires, fixatifs capillaires, formaldéhyde	Vessie, cerveau, leucémie, poumon, lymphome, ovaire
Restauration	Fumée de tabac, fumées de cuisine, (agents de nettoyage)	Vessie, col de l'utérus, œsophage, poumon
Industrie manufacturière		
Production alimentaire	Résidus de pesticides, agents de stérilisation, additifs divers	
Industrie chimique et plastique	Chlorure de vinyle, 1,3-butadiène, benzène, autres solvants, nitrosamines	Vessie, cerveau, sein (?), Leucémie, poumon, lymphome, ovaire
Textile	Amiante, colorants, huiles lubrifiantes, poussières organiques	Voies biliaires, vessie, leucémie, poumon, lymphome, mésothéliome
Automobile	Peintures, vapeurs métalliques, solvants, fluides d'usinage	Colorectal, poumon, estomac
Ordinateurs, électronique	Solvants, vapeurs métalliques	Cerveau
Fourniture	Poussière de bois, solvants, colles, formaldéhyde	Poumon, pancréas, nasal
Céramique	Poussière de silice, plomb	
Agriculture	Pesticides, lumière du soleil, carburants	Cerveau, col de l'utérus, vésicule biliaire, leucémie, foie, lymphome, myélome multiple, ovaire, estomac

Champ : NA

Source : Adapté de Zahm et Blair (2003)

a : (cavité buccale, pharynx, cavités naso-sinusiennes, larynx)

3.3.3. Estimation du fardeau des cancers d'origine professionnelle : la fraction de risque attribuable

La fraction de risque attribuable en population pour une exposition, ou simplement fraction attribuable (FA) vise à exprimer la réduction de l'incidence (ou de mortalité) d'un événement de santé que l'on observerait dans une population définie si cette exposition était supprimée (Poole, 2015). Elle peut également être définie comme étant la part de l'événement de santé attribuable à cette exposition.

Le calcul d'une FA est généralement effectué par la formule de Levin. Cette formule requiert deux indicateurs : la prévalence de l'exposition à un moment donné, et le risque relatif de la maladie (cf. [Encadré 2](#)) dû à l'exposition (Poole, 2015). Nous savons cependant que la proportion de personnes exposées à des agents cancérigènes varie d'une région à une autre. Elle dépend de facteurs tels que les profils d'activité économique de la région à l'étude. Elle peut également être influencée par la législation en matière d'utilisation des agents cancérigènes. Par ailleurs, il faut souligner que l'importance et la distribution relative des diverses localisations de cancer varient également selon les régions géographiques. En somme, la FA n'est pas une donnée universelle. Il s'agit d'un indicateur spécifique à une exposition et à une maladie, dans un espace (région, pays ...) et sur une période bien déterminés. En 1981, Doll et Peto ont estimé dans la population États-Unienne, qu'en moyenne, 4 % (2%-8%) des décès par cancer étaient attribuables aux expositions professionnelles (Doll & Peto, 1981), le cancer du poumon étant un majeur contributeur au nombre de décès. Ces estimations, toujours considérées aujourd'hui par une partie de la communauté scientifique comme étant fiables (Blot & Tarone, 2015), ont fait l'objet de nombreuses critiques. Les réserves alors émises ont émané des choix méthodologiques des auteurs —des choix pouvant conduire à des sous-estimations de la FA. Ce sont par exemple la limitation de l'inclusion de cas à des décès se produisant avant l'âge de 65 ans, ou encore l'exclusion de plusieurs localisations de cancer, aujourd'hui reconnus comme pouvant être associées à une exposition professionnelle (ex. le mélanome, le cancer du pharynx).

Aujourd'hui, la part de cancers attribuable aux expositions professionnelles généralement admise dans la littérature est de l'ordre de 2 % - 8 % des cancers incidents (ou de mortalité) selon les pays, soit 3% - 14% chez les hommes et 1% - 2% chez les femmes (cf. [annexe, Tableau 0-6](#)) (Purdue, Hutchings, Rushton, & Silverman, 2015). En France, une estimation quantitative de la proportion

de cancers attribuables aux expositions⁴⁹ professionnelles a été réalisée pour l'année 2000 sur la base, notamment, des données d'exposition de l'enquête SUMER 1994⁵⁰. Les proportions de décès⁵¹ par cancer attribuables aux expositions professionnelles étaient de l'ordre de 4.0% et de 0.6% chez les hommes et les femmes, respectivement. Les principaux agents étaient : l'amiante, les HAP et le chrome VI chez les hommes, et l'amiante et le tabagisme passif chez les femmes (Boffetta et al., 2010). Un rapport récent du CIRC (2018) fournit un tableau plus exhaustif des relations agents-cancer en contexte français. Ce rapport est issu d'un projet visant à estimer la part et le nombre de nouveaux cas de cancer attribuables à des facteurs de risque liés au mode de vie ou à l'environnement, chez les adultes en France métropolitaine en 2015. Il réévalue la part des nouveaux cas de cancer (2015) attribuables à des expositions professionnelles à 3.6% des cancers dans l'ensemble, soit 5.7 % des cancers chez les hommes, et 1.0 % chez les femmes. Cette nouvelle estimation, contrairement à la précédente (Boffetta et al., 2010), inclut en plus⁵² des agents du Groupe 1, les agents du Groupe 2A, soit 50 paires agent-cancer supplémentaires. Chez les hommes, comme chez les femmes⁵³, l'amiante reste l'exposition professionnelle classée en Groupe 1 ayant causé le plus grand nombre de cas de cancer (principalement de cancers du poumon, du pharynx et de la cavité orale, du côlon-rectum et de mésothéliomes) (cf. [Tableau 3-4](#)).

Ces chiffres peuvent, pour certains, à l'état brut, paraître quantitativement insignifiants lorsqu'ils sont ramenés à l'ensemble d'une population donnée. Toutefois, il est important de relever que ce fardeau a tendance à être réparti de manière inégale dans les populations, voire à ne concerner que des groupes de population relativement restreints.

⁴⁹ Les agents retenus étaient les suivants : amiante, silice, cadmium, chrome VI, nickel, benzène, formaldéhyde, 1,3-butadiène, amines aromatiques, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), huiles minérales non traitées ou légèrement traitées, tabagisme passif, poussière de bois, poussière de cuir, radon, peinture, industrie du caoutchouc.

⁵⁰ Cf. section 1.3

⁵¹ Les proportions de cas incidents par cancer attribuable aux expositions professionnelles étaient de l'ordre de 2.7% et de 0.3% chez les hommes et les femmes, respectivement

⁵² Une autre différence majeure réside dans l'estimation de la prévalence d'exposition qui intègre dans l'estimation des prévalences vie-entière, la notion d'évolution de l'utilisation des différentes expositions au cours du temps.

⁵³ Chez les femmes, c'est le travail de nuit, bien que classé en Groupe 2A, est l'exposition ayant causé le plus grand nombre de nouveaux cas (670 cas de cancer du sein).

Tableau 3-4

Nombre estimé et fraction de nouveaux cas de cancer attribuables aux expositions professionnelles, associés à un niveau de preuve suffisant chez l'homme

Agents	Localisations de cancer (CIM-10)	Hommes		Femmes	
		<i>n</i>	<i>FA</i>	<i>n</i>	<i>FA</i>
1,3-Butadiène	Leucémies (toutes) (C91-96)	18	0.4	6	0.2
Amiante	Larynx (C32)	123	4.1	<5	0.4
	Poumon (C33-34)	2715	9.3	147	1.3
	Mésothéliome pleural (C45)	652	83.1	133	41.7
	Ovaire (C56)	-	-	62	1.3
Amines aromatiques	Vessie (C67)	5	0.05	0	0
Arsenic	Poumon (C33-34)	56	0.2	0	0
Benzène	Leucémie myéloïde aiguë (C92.0)	24	1.6	<5	0.05
Béryllium	Poumon (C33-34)	178	0.6	26	0.2
Bis(chlorométhyl)éther	Poumon (C33-34)	60	0.2	6	0.05
Cadmium et composés	Poumon (C33-34)	69	0.2	6	0.05
Chrome VI	Poumon (C33-34)	1133	3.9	42	0.4
Composés du nickel	Cavité nasale (C30.0)	121	23.0	13	5.4
	Poumon (C33-34)	291	1.0	27	0.2
Formaldéhyde	Nasopharynx (C11)	11	3.9	<5	4.4
	Leucémies (toutes) (C91-96)	13	0.3	20	0.5
Fonte du fer et de l'acier	Poumon (C33-34)	70	0.2	<5	0.005
Gaz d'échappement diesel	Poumon (C33-34)	398	1.4	12	0.1
HAP	Poumon (C33-34)	14	0.05	< 5	0.01
	Vessie (C67)	83	0.8	< 5	0.1
Industrie du caoutchouc	Poumon (C33-34)	54	0.2	10	0.08
	Vessie (C67)	41	0.4	< 5	0.05
Lindane	Lymphome non hodgkinien (C82-85, C96)	28	0.3	0	0.0
PCB	Mélanome de la peau (C43)	< 5	0.05	0	0.0
Peintres	Poumon (C33-34)	607	2.1	6	0.05
	Vessie (C67)	173	1.7	< 5	0.04

Tableau 3-4 (suite)

Nombre estimé et fraction de nouveaux cas de cancer attribuables aux expositions professionnelles, associés à un niveau de preuve suffisant chez l'homme (Extrait de IARC, 2018)

Agents		Hommes		Femmes	
Groupe 1	Localisations de cancer (CIM-10)	<i>n</i>	<i>FA</i>	<i>n</i>	<i>FA</i>
Poussières de bois	Nasopharynx (C11)	46	16.7	< 5	1.2
	Cavité nasale (C30.0)	66	12.5	< 5	0.5
Poussières de cuir	Cavité nasale (C30.0)	< 5	0.6	5	2.2
Radiations ionisantes	Leucémies radio-induites	0	0.01	0	0.003
	Cancers solides radio-induits*	8	0.006	< 5	0.003
Silice cristalline	Poumon (C33–34)	429	1.5	15	0.1
Trichloréthylène	Rein (C64–66, C68)	190	2.4	13	0.3
Brouillards d'acides	Larynx (C32)	134	4.4	8	1.8

Abréviations : CIM = classification internationale des maladies ; FA = fraction attribuable ; PCB = polychlorobiphényles

Lecture : Chez les hommes, le nombre de nouveaux cas de cancers de mésothéliome pleural en 2015 attribuables à une exposition à l'amiante a été estimé à 652 cas, correspondant à une fraction attribuable de 83.1%.

Champ : France Métropolitaine

Source : IARC, 2018

* Glandes salivaires (C07–08), œsophage (C15), estomac (C16), côlon (C18), rectum (C19–20), foie (C22), pancréas (C25), poumon (C33–34), sein (C50), ovaire (C56), prostate (C61), rein (C64–66, C68), vessie (C67), thyroïde (C73) et système nerveux central (C70–72).

3.4. Les cancers, épidémie « naturelle » ou « maladie de société » ?

Biologique ou social ? En dépit des débats et controverses – toujours contemporains – sur les théories de la distribution des maladies (Pearce, 1996; Susser & Susser, 1996), l'existence d'un lien entre le statut social et l'état de santé est désormais communément admise. Si les cancers ne constituent pas une exception à cette règle, ils restent néanmoins définis par leur caractère génétique (cf. [section 3.1](#)) — une spécificité qui tend à « biologiser⁵⁴ » les études conduites sur

⁵⁴ Rendre compte de phénomènes (sociaux en général) par des explications biologiques.

ces pathologies. De nombreux facteurs suggèrent cependant une part importante de « social » dans la distribution des cancers.

3.4.1. Le cancer, une maladie des temps modernes ?

Le cancer est la deuxième cause de mortalité dans le monde après les maladies cardiovasculaires (OMS, 2018a). Si les données récentes collectées à travers le monde indiquent une baisse tendancielle de la mortalité globale pour les décennies à venir, l'incidence, elle, est amenée à progresser de manière considérable (sans intervention) dans de nombreux pays à l'horizon 2030 (Jemal, Center, DeSantis, & Ward, 2010). Ce qui semble s'apparenter aujourd'hui à un « fléau sanitaire » n'est toutefois pas une maladie nouvelle. Le cas de cancer documenté le plus ancien remonte à l'Égypte ancienne, près de 2500 AV-JC (Mukherjee, 2011, p. 39-40). La maladie restera toutefois « silencieuse » pendant des siècles, avant de connaître une importante prolifération au début des années 1800. Trois principaux facteurs expliquent cette augmentation : les progrès de la médecine, puis deux autres facteurs que l'on qualifie en épidémiologie de « facteur de risque » (cf. Encadré 2) : le vieillissement, et les comportements ou habitudes de vie liés aux conditions de vie.

Les progrès de la médecine et de la santé publique

Le premier facteur est l'apparition de nouveaux outils de diagnostic. En effet, les capacités médicales nouvelles fourniront non seulement des moyens de détection plus précoces, mais surtout, elles permettront de distinguer de nombreux cas de cancer de maladies pouvant présenter les mêmes symptômes (ex : tuberculose et cancer du poumon). On pourrait également souligner, plus récemment, l'importance des programmes de dépistage.

Le vieillissement des populations

La plupart des cancers sont associés au vieillissement (dont la variable usuelle associée ou proxy est l'âge). À titre d'exemple, le risque absolu (cf. Encadré 2) de développer un cancer du sein sur les 10 prochaines années est de l'ordre de 1/217 pour une femme de 30 ans, lorsqu'il s'élève à 1/25 pour une femme de 70 ans⁵⁵. Avec l'élimination des causes compétitives de décès (notamment les maladies infectieuses telles que la peste, le choléra...), le prolongement de l'espérance de vie a ainsi « favorisé » l'émergence de certains cancers. Ce vieillissement des

⁵⁵ Données SEER (États-Unis) (NCI, 2018b). Risque absolu calculé indépendamment d'autres facteurs de risque.

populations est également fortement associé aux progrès de la santé publique. On notera cependant que plusieurs études ont pointé une augmentation récente de l'incidence de certains cancers chez les jeunes adultes (moins de 50 ans), en particulier chez les jeunes femmes (Marrett, Froot, Nishri, Ugnat, & Cancer in Young Adults in Canada (CYAC) Working Group, 2002; Purdue, Freeman, Anderson, & Tucker, 2008; Strand et al., 2004; Wu et al., 2005).

Les conditions de vie

L'impact des conditions de vie s'est surtout manifesté avec la révolution industrielle. Les travaux de John Hill mettant en lumière les dangers du tabagisme (Hill, 2010), ou encore de Percivall Pott décrivant les ravages de la suie chez les ramoneurs ont sensibilisé à la potentielle origine environnementale des cancers. Néanmoins, ce sera surtout au cours de la seconde moitié des années 1960 avec les changements dans la distribution de la maladie – la baisse de certaines localisations telles que l'estomac, augmentation d'autres telles que le poumon – qu'il devint indubitable que les conditions de vie, soit l'exposition à un ou plusieurs agents physiques, chimiques ou biologiques pourraient causer un cancer chez les humains (Doll & Peto, 1981; Doll, 2008; Epstein, 1979). Des études de grandes envergures basées sur des expérimentations animales (études toxicologiques), mais surtout sur des observations chez les humains (études épidémiologiques) vinrent à confirmer le caractère étiologique du lien entre la survenue de cancers et de nombreux facteurs liés au mode de vie, à la consommation, ou encore aux expositions professionnelles.

3.4.2. Le cancer, une maladie inégalitaire : le gradient social

3.4.2.1. Qu'est-ce que le gradient social ?

Pour la plupart des pathologies chroniques, l'existence d'une association entre le statut social et l'état de santé peut être mise en évidence. Décrite dès les premiers recensements sanitaires post révolution industrielle – notamment à travers les travaux de Villermé en France ou encore de Chadwick au Royaume-Uni⁵⁶ –, ce n'est qu'après la Seconde Guerre mondiale qu'une profondeur

⁵⁶ Les travaux notables de Villermé sur les inégalités sociales de santé et la description d'un gradient social incluent ceux « *De la mortalité dans les divers quartiers de la ville de Paris* » en 1830, ou encore le « *Tableau de l'état physique et moral des ouvriers employés dans les manufactures de coton, de laine et de soie* » en 1840 ». Cette démarche inspira le rapport publié en 1842 par Edwin Chadwick « *The sanitary condition of labouring population of Great Britain* » (Susser & Stein, 2009, p. 38-64).

analytique fut donnée à ce phénomène avec les résultats de l'étude *Whitehall* au Royaume-Uni (Marmot & Brunner, 2005). La cohorte⁵⁷ de fonctionnaires de la très hiérarchisée haute fonction publique britannique (angl. « *Civil Service* ») permit sur une décennie de mettre en évidence la relation graduelle entre statut social et santé : plus le grade d'un fonctionnaire était élevé, moindre étaient les taux de mortalité et de morbidité pour diverses maladies⁵⁸. Cette relation lui valut la désignation du « syndrome du statut » (angl. « *status syndrome* ») ; on l'appelle également le gradient social. Depuis, il a été démontré le caractère universel de ce phénomène (Marmot, 2005). Toutefois, peu de données suffisamment représentatives de l'ensemble des populations permettent de rendre compte de la distribution de certaines pathologies, ou de certains indicateurs de santé (ex : incidence) par statut social – habituellement évalué par l'intermédiaire de variables telles que le niveau d'études, la profession ou le revenu – qui fait figure de « lien manquant » (Krieger & Fee, 1994) dans de nombreuses statistiques de santé. La mise en évidence de ce phénomène s'est pourtant, comme nous le verrons, révélée fondamentale dans la compréhension de l'étiologie de certains cancers, notamment celui du sein et du poumon.

3.4.2.2. La classe ouvrière majoritairement affectée : le cas français

Si les statistiques récentes (telles que les FA) publiées en contexte français – ou ailleurs – ne permettent pas d'estimer de manière directe le fardeau des cancers d'origine professionnelle par statut social, de nombreuses données suggèrent l'existence d'un gradient social dans la distribution de l'incidence et de la mortalité de ces pathologies. De prime abord, nous savons qu'il existe, toutes causes confondues, des inégalités sociales de mortalité. En France, d'une manière générale, les hommes cadres ont une espérance de vie, en moyenne, de 6 années supérieure à celle des ouvriers dans les conditions de mortalité de 2009-2013. Chez les femmes, ces différences sont moins marquées selon les estimations de l'Insee. Seuls 3 ans séparent l'espérance de vie des cadres et de celle des ouvrières (Blanpain, 2016). Nous reviendrons sur ces estimations. Ces inégalités sociales de mortalité diffèrent selon les pathologies, et elles sont particulièrement marquées pour les cancers (Bryere et al., 2018; Menvielle, Rey, Jouglu, & Luce, 2013; Saurel-Cubizolles et al., 2009). Pour ces derniers⁵⁹ à titre d'exemple, les hommes ne possédant pas de diplôme présentaient un taux de décès par cancer plus de 2 fois supérieur à celui des hommes

⁵⁷ Plus de 18 000 fonctionnaires suivis sur une dizaine d'années (Whitehall I)

⁵⁸ Obésité, tension artérielle et divers maladies cardiovasculaires

⁵⁹ Soit l'ensemble des cancers. À noter que des différences subsistent également selon les types de cancer

possédant un diplôme du tertiaire sur la période 1999-2007⁶⁰. Cette surmortalité est également constatée chez les femmes en dépit d'un gradient moins marqué entre les non-diplômées et les diplômées du tertiaire (Menvielle et al., 2013).

Le second élément de preuve peut être apporté par les données d'expositions collectées de nombreuses enquêtes en santé au travail. Ces études fournissent, pour certaines, un aperçu de la répartition des expositions cancérigènes par catégories socioprofessionnelles. La plus représentative, l'enquête SUMER (cf. [section.1.3](#)) a permis d'estimer à 2,6 millions (12.0% des salariés), le nombre de travailleur·euse·s exposé·e·s à au moins un risque cancérigène au cours de leur parcours professionnel entre 2009 et 2010. Parmi les salarié·e·s exposé·e·s, 78% étaient des hommes, 15% des femmes en âge de procréer (<45 ans) et 7% des seniors. Les trois quarts des hommes exposés étaient des ouvriers (53% d'ouvriers qualifiés et 21% d'ouvriers non qualifiés et agricoles), alors que les femmes exposées occupaient surtout des professions d'employées de services (38%) ou intermédiaires (33%) (Fréry et al., 2017).

Enfin, le dernier élément pouvant justifier de la présence d'un gradient social dans la distribution des cancers d'origine professionnelle peut être déduit des chiffres de la réparation en maladie professionnelle. En effet, il peut être noté de ces chiffres (cf. [Tableau 3-5](#)), pour toutes les pathologies (inclus les cancers), que la proportion d'ouvrier·e·s concerné·e·s par la réparation est largement supérieure à toutes les autres catégories socioprofessionnelles (Garoche, 2016).

Ces données, à savoir qui est affecté·e du point de vue de la classe sociale, du sexe, et d'autres caractéristiques telles que l'âge, ou encore la région de résidence etc., sont fondamentales dans la compréhension de l'étiologie des cancers.

⁶⁰ Étude effectuée sur l'Échantillon Démographique Permanent (EDP) qui représente environ 1% de la population française (INSEE).

Tableau 3-5

Les maladies professionnelles reconnues en 2012 par catégorie socioprofessionnelle (données hommes et femmes combinés)

PCS des malades	Type de maladie						Ensemble	Répartition (%)
	TMS	Aff. amiante	Surdités	Dermat	Rhinites & asthmes	Autres maladie		
Cadres	813	116	18	1	4	62	1 014	2
Prof. Inter.	1 052	106	18	11	11	79	1 277	2
Employés	11 446	122	17	204	72	174	12 035	23
Ouvriers	31 954	4 044	938	288	199	757	38 180	73
Ensemble ^a	45 265	4 388	991	504	286	1 072	52 506	100

Abréviations : PCS : Catégorie socio professionnelle ; Aff. : Affections ; Dermat : Dermatoses ; Prof. Inter. : Professions intermédiaires ;

Lecture : 45 265 nouvelles maladies professionnelles de type TMS ont été reconnues en 2012 pour l'ensemble des salarié-e-s du régime général.

(À noter que les ouvrier-e-s représentaient 73% des salarié-e-s ayant bénéficié d'une reconnaissance en maladie professionnelle. En 2012, la proportion d'ouvrier-e-s était de l'ordre de 21% de l'ensemble des salarié-e-s population générale (INSEE))

Champ : Salarié-e-s du régime général, France entière.

Source : CnamTS – Insee, calcul Dares (Adapté de Garoche, 2016)

a Ensemble des salariés du régime général

3.4.2.3. Genre, gradient social, quelle importance dans l'épidémiologie des cancers en santé au travail ?

Faire l'épidémiologie, en particulier établir l'étiologie des cancers est un exercice relativement complexe. Si, dans cet effort, de nombreux éléments d'information sont nécessaires à la construction d'un tableau complet de la maladie, quelques-uns peuvent toutefois nous en fournir une importante part explicative. Parmi ces éléments, les distributions par sexe et par classe sociale (ou catégorie socioprofessionnelle) de la maladie se sont, à elles seules, révélées être des variables robustes d'analyse et ce notamment en santé au travail. Quelques groupes de cancers peuvent nous en fournir l'illustration.

Le cancer du sein chez les femmes

Les cancers suivent, pour les plus importants, un gradient social dans leur distribution. Le cancer du sein fait à ce titre figure d'exception, présentant une distribution en gradient

inverse. Autrement dit, ce cancer présente une augmentation du risque avec le niveau social (Strand et al., 2007). Les diagnostics plus précoces chez les femmes de classe supérieure par rapport à celles des classes populaires, ainsi qu'un meilleur accès aux soins favoriseraient ces disparités (en termes de mortalité). Cependant, l'hypothèse principale explicative de ce phénomène serait, d'après la littérature, d'ordre comportementale et biologique, à savoir : le différentiel d'âge à la première grossesse complète entre les femmes des classes supérieures (généralement plus âgées), et celles de classes populaires ; un âge plus avancé au moment de la grossesse (ou de l'allaitement) serait un facteur de risque. D'autres aspects liés à la « fonction reproductive » et davantage caractéristiques des femmes des classes supérieures ont également été relevés : le statut marital (augmentation du risque chez les femmes non-mariées), le nombre d'enfants (moins élevé), une durée d'allaitement (plus courte), l'âge à la ménopause (plus tardif), l'utilisation de thérapie de remplacement hormonal (THS) ou encore de contraceptifs oraux (plus fréquente). Toutefois, le niveau de preuve pour ces différentes variables, l'intensité et même la direction de ces différentiels entre classes sociales semblent considérablement varier selon les régions, et selon les générations ; pour les générations les plus récentes notamment, certains de ces écarts entre classes supérieures et classes populaires semblent se réduire (Danø et al., 2004; Dos Santos Silva & Beral, 1997; Gadeyne et al., 2017; Menvielle, Leclerc, Chastang, & Luce, 2006; Tarone, Chu, & Gaudette, 1997) voire s'inverser, i.e. retrouver un gradient social (Trewin, Strand, Weedon-Fekjær, & Ursin, 2017).

Le cancer de la prostate

Chez les hommes, c'est le cancer de la prostate qui semble présenter un gradient inverse. Si les études actuelles l'expliquent par des différences d'accès au dépistage (Merletti, Galassi, & Spadea, 2011; Sauvé, Lavoué, & Parent, 2016), moins de preuves, comparé au cancer du sein chez les femmes, sont toutefois disponible à ce stade. De même, contrairement à ce dernier, le risque semble davantage varier à l'intérieur des classes, ne dressant pas un gradient cohérent (Sritharan et al., 2017). Toutes hypothèses considérées, il n'en demeure pas moins pour ces deux types de cancer qu'il semble exister une hétérogénéité selon le statut social.

Le cancer du poumon

Historiquement, les données de distribution du cancer du poumon décrivent, avec celles de la consommation de tabac, un fort parallélisme. Pour de nombreux pays industrialisés, dont la France, cette évolution est sexuée, présentant chez les hommes et chez les femmes des tendances inverses entre le début des années 1950 et la fin des années 1990. Chez les hommes, l'augmentation des taux de cancers du poumon relevée depuis le début des années 1950 connaît une baisse progressive après avoir connu un pic dans les années 1980, tandis que chez les femmes,

la tendance inverse est observée avec une augmentation dans les années 1990 qui connaît aujourd'hui un plateau (INCa, 2017, p. 32; Spitz, Wu, Wilkinson, & Wei, 2006). Cependant, les augmentations récentes d'incidence observées dans certaines régions en dépit de la baisse de consommation de tabagisme, ainsi que les différences de tendances selon les types histologiques interrogent sur le rôle potentiel d'agents, autres que le tabagisme, impliqués dans l'épidémiologie de la maladie. Ces tendances, passées comme récentes, partagent un trait commun : elles diffèrent selon le sexe et le statut socioéconomique. À ce propos, il est d'ailleurs intéressant de rappeler que les premières preuves – toujours observables aujourd'hui – d'une disparité dans la distribution de la maladie reflétaient avant tout le champ des implantations industrielles ; les côtes états-uniennes (notamment par l'installation des chantiers navals) (Blot et al., 1978; Hollins, Paustenbach, Clark, & Mangold, 2009; Tagnon et al., 1980), les montagnes d'amiante dans la région du Cap-Nord en Afrique du Sud⁶¹ (industrie minière) (McCulloch, 2006; Sluis-Cremer, Liddell, Logan, & Bezuidenhout, 1992; Wagner, Sleggs, & Marchand, 1960), le sud-ouest de l'Andalousie en Espagne (industrie minière) (Fernández-Navarro, García-Pérez, Ramis, Boldo, & López-Abente, 2012; Lopez-Abente et al., 2006), les régions nord de la France (industrie minière, métallurgie, textile), ou encore la région de la Seine-Saint-Denis (industrie lourde, chimique) (Thébaud-Mony, 2006, 2008a) en sont quelques exemples.

Le cancer de la thyroïde

Depuis plusieurs décennies, une augmentation de l'incidence des cancers de la thyroïde est observée dans les pays industrialisés, et notamment en France (James et al., 2018; La Vecchia et al., 2015; Leux et al., 2009). Si l'évolution des pratiques diagnostiques et thérapeutiques jouent pour beaucoup dans la mise en visibilité de ce phénomène Morris, Sikora, Tosteson, & Davies, 2013; O'Grady, Gates, & Boscoe, 2015; Sprague, Andersen, & Trentham-Dietz, 2008), le rôle de facteurs environnementaux et professionnels est désormais plus qu'envisageable selon de nombreuses études récentes. Un faisceau de preuves a notamment été établi, selon deux revues systématiques, en faveur d'une association entre la pathologie et l'exposition aux rayonnements ionisants. Les professions de la santé semblent également présenter un risque accru. Certaines études ont par ailleurs souligné un risque accru pour certaines professions agricoles, en particulier pour les travailleur-euse-s exposé-e-s aux pesticides (Aschebrook-Kilfoy, Ward, Valle, & Friesen, 2014; Leux & Guénel, 2010). La lecture de ces revues fait également ressortir une tendance toute particulière, à savoir, un pool d'investigations tourné plus que d'ordinaire vers des professions et de secteurs d'activité à dominante féminine. C'est le cas de l'étude suédoise de Lope *et al* (2009),

⁶¹ Majoritairement des cas de mésothéliome

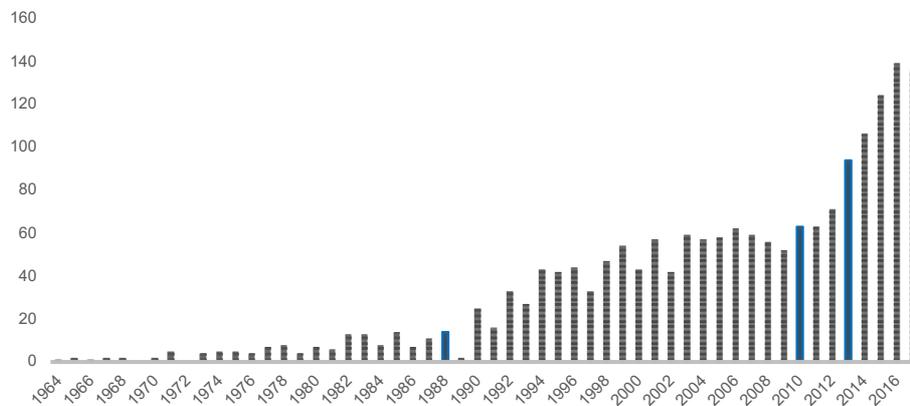
qui décrit un excès de la maladie chez les femmes exposées aux solvants dans l'industrie de la chaussure et du cuir. De même, dans une étude cas-témoins récente menée dans le Connecticut (États-Unis), un risque significativement accru de cancer de la thyroïde a été observé pour de nombreuses professions et secteurs d'activité tels que : les professionnel-le-s de la santé, dont les infirmier-e-s, le nettoyage de bâtiments et de terrains, les professions de maintenance, le travail de cuisine (restauration), la conciergerie, l'entretien et le nettoyage, la vente au détail et le service à la clientèle (Ba et al., 2016).

Comme nous le suggérons précédemment, l'étude de la santé des femmes au travail est relativement peu commune dans le champ de la recherche épidémiologique ; le domaine des cancers n'y fait pas exception. Cette observation de longue date s'est d'ailleurs vu confirmée par de nombreuses revues systématiques récentes (Hohenadel, Raj, Demers, Zahm, & Blair, 2015; Niedhammer, Saurel-Cubizolles, Piciotti, & Bonenfant, 2000; Zahm, Pottner, Lewis, Ward, & White, 1994). Alors, pourquoi cette particularité pour les cancers de la thyroïde ? L'une des raisons serait simplement que la conjecture l'impose. Le cancer de la thyroïde est en effet l'un des rares groupes de cancers (potentiellement d'origine professionnelle) dont l'incidence chez les femmes est largement supérieure à celle des hommes avec des ratios de l'ordre de 1 sur 3 (James et al., 2018). L'inclusion des femmes dans les études, y compris les études en santé au travail, pourrait alors s'imposer *de facto*. Cependant, ce même argument peut se voir contredire par le premier exemple évoqué, à savoir le cancer du sein. Comme, pour ne pas dire plus que, le cancer de la thyroïde, le cancer du sein présente une incidence largement supérieure chez les femmes, comparées aux hommes ; les ratios sont ici de l'ordre de 100 pour 1 (ACS, 2017). Si les études récentes portant sur ce groupe de cancer se penchent de plus en plus sur les facteurs de risque professionnels (cf. [Figure 3-1](#)), la majeure partie du corpus de travaux reste orientée vers une étiologie relative aux facteurs de risque reproductifs.

En résumé, ces contrastes vis-à-vis des points de focalisation des investigations, selon le cancer, mais surtout selon le sexe, nous amènent à nous interroger sur la manière par laquelle se définissent, se construisent le champ des investigations en santé au travail. Plus précisément, la question qui nous est posée ici est celle de comprendre pourquoi les facteurs professionnels liés au cancer sont-ils en général moins souvent suspectés chez les femmes comparées aux hommes. Dans le chapitre suivant, nous essaierons de comparer, pour un type de cancer – le cancer du poumon – dont on peut présumer un certain équilibre de sexe dans la production scientifique, les pratiques d'analyses épidémiologiques généralement mises en œuvre dans l'étude étiologique du lien entre travail et cancer.

Figure 3-1

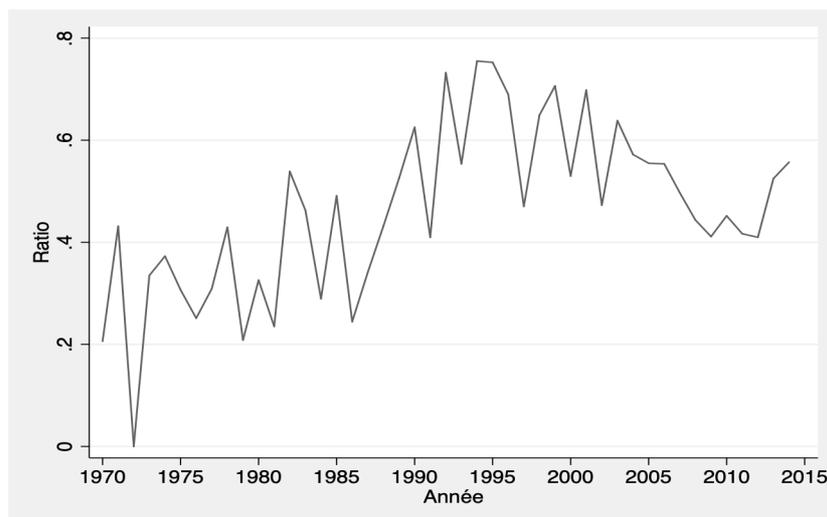
(a) Tendance de la production scientifique sur le cancer du sein en lien avec des expositions professionnelles : publications indexées sur PubMed entre 1964 et 2017



Lecture : Le nombre de publications scientifiques indexées sur PubMed s'élevait à un maximum de 14 publications jusqu'en 1988, 63 en 2010 ; il passe les 100 publications depuis 2014.

Mots clés de recherche : « occupational breast cancer »

(b) Évolution du ratio (en %) du nombre d'articles consacrés aux cancers du sein en lien avec des expositions professionnelles sur le nombre d'articles total traitant du cancer du sein



4. QUELLE PRISE EN COMPTE DU SEXE EN EPIDEMIOLOGIE DE LA SANTE AU TRAVAIL ?

ANALYSE DES BIAIS DE GENRE A TRAVERS UNE REVUE SYSTEMATIQUE D'ETUDES SUR LES CANCERS DU POUMON ENTRE 2003 ET 2014⁶²

Ce chapitre propose de décrire, à travers une revue systématique d'études observationnelles, les pratiques courantes d'investigation dans l'épidémiologie des cancers d'origine professionnelle. Ces pratiques – d'échantillonnage, d'évaluation de l'exposition, de méthodologie statistique etc. – sont analysées au regard de la notion de biais de genre.

4.1. Introduction

Après la révolution industrielle, les premières études de « grands nombres » visant à évaluer la santé des populations faisaient, pour la plupart, abstraction des conditions de travail des femmes. Le corpus d'information relatif à la santé des femmes au travail s'est ainsi constitué de manière beaucoup plus tardive comparé à celui des hommes. À la suite du « mouvement pour la santé des femmes » (angl. *Women's Health Movement*) à la fin des années 1960 (Nichols, 2000), de nombreuses initiatives gouvernementales et académiques ont œuvré et conduit à l'inclusion des femmes dans la recherche biomédicale (Schiebinger, 2001, p. 107-125). Cette tendance ne s'étendra que progressivement à d'autres champs de recherche, notamment à celui de la santé au travail à la fin des années 1990. Si l'intérêt pour la question des risques (pour la santé) en milieu professionnel chez les femmes s'est montré grandissante au cours des dernières décennies, une interrogation peut néanmoins subsister quant à la qualité et à la capacité des recherches actuelles à évaluer les risques professionnels chez les femmes de manière comparable à celle des hommes (cf. [section 2.2](#)). Cette question est d'autant plus pertinente compte tenu des perceptions qui persistent sur le (risque associé au) travail des femmes, et d'une manière générale, de l'impact que pourraient avoir les biais de genre dans la construction des connaissances (cf. [section 2.3](#)).

Dans la littérature actuelle, le risque de cancer associé aux activités professionnelles chez les femmes est relativement moindre comparé à celui des hommes. L'un des indicateurs

⁶² Ce chapitre constitue une traduction de l'article original : « *A comprehensive approach of the gender bias in occupational cancer epidemiology: A systematic review of lung cancer studies (2003-2014)* », Betansedi et al, (2018) Am J Ind, voir annexe chapitre 4. Le texte présent a été re-contextualisé dans le cadre d'ensemble du manuscrit de la thèse. Des modifications mineures et des résultats supplémentaires ont également été rapportés.

généralement mis en avant pour exprimer cette différence est la fraction de risque attribuable en population (FA). Pour rappel (cf. [section 3.3.3](#), [Encadré 2](#)) la FA exprime la réduction proportionnelle d'une maladie dans la population qui se produirait si l'exposition à un facteur de risque donné était contrôlée (Poole, 2015). Selon la revue effectuée par Purdue *et al* (2015), les estimations de la FA aux expositions professionnelles pour tous les cancers est généralement de l'ordre de 2% à 8% ; chez les hommes, elle est de 3-14%, et chez les femmes, de 1-2% (cf. [section 3.3.3](#)). Il est cependant important de souligner que les modes de calcul produisant ces estimations diffèrent d'une étude à l'autre. En effet, le calcul de la FA pour une exposition d'intérêt repose sur le degré d'exhaustivité et de disponibilité d'informations précises, à savoir : la prévalence de l'exposition à un moment donné, et le risque relatif de la maladie dû à cette même exposition (Poole, 2015). La proportion de cancers estimés d'origine professionnelle peut ainsi présenter de nombreuses zones d'ombres relatives au calcul de ces indicateurs. Les questions suivantes, parmi d'autres, peuvent être posées : quelles sont les fractions de populations incluses dans le calcul de la prévalence ? Quelles sont les localisations de cancers prises en compte ? Quels sont les secteurs d'activité et/ou les agents investigués ? Plus encore, quels ont été les seuils d'exposition retenus pour l'évaluation des risques relatifs ? Loin de présenter des réponses scientifiquement tranchées, ces différentes interrogations ont conduit de nombreux groupes de chercheur-e-s à adopter une posture critique par rapport aux estimations couramment diffusées. Cette critique porte non seulement sur la validité de ces estimations, mais aussi sur l'ampleur de l'écart constaté entre les hommes et les femmes. Si pour certains, les différences de FA estimées entre hommes et femmes reflètent simplement (i) la sous-exposition des femmes par rapport aux hommes en raison la division sexuée du travail – les femmes effectuent des activités différentes, et moins à risque que les hommes (cf. [section 2.3.2.2](#)) –, pour d'autres en revanche, cette différence entre hommes et femmes suggère (ii) une sous-estimation des facteurs de risque professionnel chez les femmes, comme en témoigne le manque d'informations sur les expositions concernant le travail des femmes (cf. [section 2.3.2.1](#))

4.2. Objectifs

Dans ce chapitre, notre objectif est de mettre en balance les arguments (i) et (ii) avancés quant à l'écart de sexe observé dans les estimations du fardeau des cancers d'origine professionnelle. Nous entendons ainsi mettre en évidence le « modèle masculin neutre » qui prévaut dans les études épidémiologiques, aussi bien dans leur conception, que dans leur réalisation. Plus précisément, nous avons effectué une revue systématique de la littérature portant sur les cancers du poumon d'origine professionnelle avec un double objectif :

(1) décrire les pratiques actuelles de recherche en termes d'inclusion des femmes et d'utilisation de la variable « sexe » dans la conduite et l'analyse des études observationnelles ; et

(2) discuter ces pratiques en termes de potentiels biais de genre.

Des revues systématiques précédentes ont abordé la question des biais de genre, notamment celle de l'inclusion des femmes dans l'étude des cancers d'origine professionnelle. Les plus notables incluent les revues effectuées par Niedhammer *et al* (2000) et Zahm *et al* (1994). La première, beaucoup plus générale, a évalué la prise en compte du sexe dans les publications en santé au travail au cours de l'année 1997. La seconde, plus spécifique aux cancers, s'est intéressée à l'inclusion et la prise en compte des femmes et parmi elles, des afro-américaines, dans les études portant sur les cancers d'origine professionnelle entre 1971 et 1990. Cette étude a récemment été mise à jour par Hohenadel *et al* (2015), avec un focus sur l'inclusion des femmes entre 1991 et 2009.

D'une manière générale, la prise en compte du sexe dans les études épidémiologiques a été analysée soit de manière empirique à travers des examens systématiques de l'inclusion des femmes dans les études (Hohenadel *et al.*, 2015; Hoosain, Jewkes, & Maphumulo, 1998; Niedhammer *et al.*, 2000; Zahm *et al.*, 1994), soit de manière conceptuelle en s'appuyant sur des études de cas tirées de la littérature médicale (Artazcoz *et al.*, 2007; Eichler *et al.*, 1992; Ruiz-Cantero *et al.*, 2007). Notre revue tente de combiner ces deux approches. Notre analyse vise à : d'une part objectiver (par une systématisation) et quantifier les écarts de sexe présents à différentes étapes d'une étude observationnelle, et d'autre part distinguer, si applicable, les formes de biais et leur signification sociale. Pour ce, nous nous sommes appuyés sur le cas du cancer du poumon. Ce dernier présente des particularités intéressantes pour notre étude. En premier lieu, il s'agit d'un cancer non associé à l'appareil reproducteur et relativement fréquent pour les hommes et pour les femmes (Ferlay *et al.*, 2015), ce qui devrait se traduire par un certain équilibre de la production scientifique au regard du sexe des participant·e·s étudié·e·s. Dans cette même optique comparative, il est ensuite intéressant de noter que la nature des expositions professionnelles⁶³ (cancérogènes) est la même pour les deux sexes, bien qu'il puisse y avoir des différences de niveau d'exposition. Enfin, parce qu'il s'agit d'une priorité de santé publique. Le fardeau de la maladie est en effet grandissant, et ce notamment chez les femmes. Les chiffres de mortalité sont particulièrement alarmants. Si une baisse tendancielle de la mortalité est attendue

⁶³ C'est-à-dire le type d'exposition (cf. Tableau 2-2, et 2-3) Elles peuvent cependant différer en termes de niveau d'exposition selon les secteurs (masculinisés ou féminisés).

pour la plupart des cancers numériquement importants, celle du cancer du poumon semble poursuivre sa hausse pour les années à venir, devenant même, en France et en Europe, la première cause de mortalité (en taux) devant le cancer du sein (INCa, 2017; Malvezzi et al., 2015). Par ailleurs, bien que la tendance globale de la maladie tende à suivre les évolutions de la consommation de tabac (INCa, 2017, p. 32; Spitz et al., 2006), plusieurs études suggèrent, pour les non-fumeur-se-s, un risque de maladie accru chez les femmes comparées aux hommes (Couraud, Zalcman, Milleron, Morin, & Souquet, 2012; Wakelee et al., 2007). Ces données interrogent sur le rôle ou la contribution de facteurs étiologiques autres que le tabagisme.

4.3. Hypothèses

Sur la base des arguments (i) et (ii), nous posons les hypothèses suivantes :

- (1) Il existe une différence dans l'ampleur et la qualité de l'information produite au regard des risques cancérogènes supportés par les hommes comparés aux femmes en milieu professionnel ;
- (2) Cette différence ne peut entièrement être expliquée par les différences en termes de niveaux d'exposition professionnelle.

4.4. Matériel et méthodes

4.4.1. Stratégie de recherche et échantillonnage des articles

À travers le portail de recherche *PubMed*, nous avons effectué une revue systématique de littérature sur le cancer du poumon visant à collecter tous les articles publiés du 1er janvier 2003 au 31 décembre 2014. Par le biais d'une recherche avancée (angl. *Advanced Search Builder*), les combinaisons spécifiques de termes médicaux (angl. *Medical Subject Headings (MeSH)*) suivantes ont été utilisées :

- « *lung neoplasms* » AND « *occupational exposure* » comme MeSH
- AND « *epidemiology* » comme MeSH Subheading.

Une étude comparative avec d'autres bases de données bibliographiques (dont Science Direct et Web of Science) sur la période souhaitée a révélé que cette méthode était optimale pour l'indexation de la majorité des publications recherchées. Les articles éligibles étaient ceux évalués par des pairs (angl. *peer-reviewed articles*), présentant une étude originale, rédigés en langue anglaise, et rapportant des estimations de risque relatif ((RR), odds ratio (OR), ou ratios standardisés de mortalité (RSM)) d'une étude épidémiologique observationnelle. Les articles renvoyant à des éditoriaux, des correspondances d'auteur·e·s, des essais à visée méthodologique, des revues systématiques ou des méta-analyses⁶⁴, n'ont pas été retenus.

Au début de l'étude, un dixième des résumés a été évalué de manière aveugle par deux chercheur·e·s (COB⁶⁵ & EC⁶⁶) afin s'assurer que les critères d'éligibilité étaient définis de manière non ambiguë. Chaque résumé retenu a ensuite été examiné par un seul chercheur. En cas d'incertitude concernant l'éligibilité d'une publication, une autre chercheuse (EC) était appelée à examiner le résumé concerné et un consensus était trouvé. Les textes intégraux des publications éligibles ont été lus intégralement par un seul chercheur, sauf en cas de doute sur l'information à extraire (cf. [section 4.4.3](#)).

⁶⁴ L'exclusion des revues systématiques et des méta-analyses vise à éviter les duplications d'inclusion de publications.

⁶⁵ Charles-Olivier Betansedi

⁶⁶ Émilie Counil

4.4.2. Collecte de données et variables d'intérêt

Un questionnaire (cf. [annexe 0](#)) a été créé afin d'extraire les informations des articles sélectionnés.

Les premiers éléments du questionnaire étaient destinés à décrire la publication. Ce sont :

- le journal de publication ;
- l'année de publication ;
- la région géographique de l'étude présentée ;
- le sexe du premier et du dernier auteur (homme ou femme).

Les éléments suivants du questionnaire étaient relatifs au contenu même de la publication. Ces éléments ont été sélectionnés de manière à identifier pour chacune des étapes de l'investigation épidémiologique, les différents aspects méthodologiques susceptibles d'être affectés par des biais de genre. En d'autres termes, il s'agissait d'identifier les étapes pour lesquelles une pratique ou une appréciation différentielle entre les hommes et les femmes peut être effectuée. Ces étapes sont les suivantes :

Étape 1 : L'échantillonnage

La première étape d'intérêt est l'échantillonnage ou la sélection des participant-e-s aux études concernées. Les éléments suivants ont été documentés :

- la composition sexuée et la taille l'échantillon d'étude ;
- la composition sexuée de la population source de l'échantillon d'étude ;
- la justification relative à l'échantillonnage lorsque que présentée par les auteur-e-s.

Étape 2 : Le design de l'étude

Des variables relatives au design de l'étude étaient ensuite collectées., à savoir :

- le design d'étude épidémiologique utilisé (cohorte, cas-témoin nichée, cas-témoin) ;
- l'événement de santé étudié (incidence, mortalité) ;
- l'exposition d'intérêt (secteur d'activité, profession(s), agent(s) particulier(s)) ;
- le type de variable d'exposition (variable binaire, catégorielle, continue) ;
- la stratégie utilisée dans les modèles multivariés afin de tenir compte des effets de la variable « sexe » (ajustement, test d'interaction, stratification) et sa justification ;
- l'inclusion dans les modèles d'autres expositions professionnelles (différentes de l'exposition d'intérêt), et d'expositions para- et extra-professionnelles (ex : tabagisme) ;
- l'inclusion dans les modèles de variables sociales (ex : statut socioéconomique).

- la méthode d'évaluation de l'exposition⁶⁷ (auto-déclaration, intitulés d'emplois, modélisation, matrice emplois-exposition, évaluation d'expert-e, mesure directe (ex : utilisation d'un dosimètre) ;

Étape 3 : L'analyse et l'interprétation des données quantitatives

Ce segment concerne les estimations de risque de cancer rapportées dans les articles. À noter que pour les études rapportant des résultats d'événements (pathologies) multiples, seules les données relatives au cancer du poumon étaient considérées. Les éléments suivants étaient documentés :

- les différences d'expositions (proportions d'exposé-e-s) entre hommes et les femmes si rapportées ;
- les différences de RR (OR, ou RSM) entre hommes et les femmes ;
- l'interprétation des auteur-e-s quant aux différences sexuées d'exposition et de RR (OR, ou RSM) ;
- une mention explicite de la composition sexuée de l'échantillon dans le titre, le résumé, les tables ou la conclusion de l'article.

4.4.3. Gestion des données

En début d'étude, un dixième des articles a été soumis de manière aveugle à deux chercheur-e-s afin s'assurer que chaque élément était défini de façon non ambiguë. Chaque article a ensuite été examiné par le chercheur ayant extrait et codé l'information. En cas d'incertitude sur un élément spécifique, une autre chercheuse (EC) était invitée à faire une vérification jusqu'à un consensus entre les deux évaluateur-riche-s. La saisie des données a été effectuée sur *Epi Info 7™* (2011).

Dans un premier temps, les articles étaient classés en fonction de la composition sexuée de leur échantillon d'étude, à savoir : les études « *uniquement hommes* » ou « *uniquement femmes* » pour les études incluant uniquement des hommes ou des femmes respectivement ; ou les études « *mixtes* » pour celles incluant les deux sexes. Le même principe était appliqué aux populations sources.

⁶⁷ Ces méthodes, à l'exception de la modélisation, sont abordées au Chapitre 5. La méthode était classifiée en tant que « modélisation » lorsqu'elle impliquait plusieurs méthodes de mesurage sur une longue période de temps. Plus spécifiquement, elle concernait les données d'expositions en partie reconstruites sur la base de données d'expositions très anciennes. Ces anciennes données étaient ajustées au regard des méthodes ou des connaissances actuelles.

Dans un deuxième temps, les trois groupes définis (*uniquement hommes*, *uniquement femmes* et *mixtes*) étaient comparés suivants les différentes variables d'intérêt (cf. [section 4.4.2](#)). À noter qu'un codage supplémentaire a été effectué pour certaines variables :

- l'année de publication, partagée en 2 périodes égales (2003-2008 ; 2009-2014) ;
- les journaux de publication ont été regroupés en 3 domaines (épidémiologie, santé au travail et santé environnementale, médecine) ;
- les secteurs d'activité ont été regroupés en 3 catégories⁶⁸ (les secteurs à dominante masculine (agriculture, élevage, extraction, construction et activités nucléaires) ; les secteurs à dominante (traditionnelle) féminine (principalement des services) ; et les secteurs mixtes (principalement des activités de fabrication, et les études incluant plusieurs secteurs (telles que celles basées sur des études cas-témoins en population générale)) ;
- le design d'étude épidémiologique a été recodé en 2 groupes (les cohortes (incluant les enquêtes cas-cohortes et les cas-témoins nichées) et les études cas-témoins (en population générale).

Enfin, dans un troisième temps, afin de rendre compte des différences de taille d'échantillon entre les hommes et les femmes et des potentielles différences de pratiques scientifiques y étant associées, les études *mixtes* ont été classées en fonction du sex-ratio H/F médian de l'ensemble de l'échantillon (des études *mixtes*).

4.4.4. Analyses statistiques

Nous avons analysé la distribution des variables d'intérêt suivant la composition sexuée des échantillons d'étude (*uniquement hommes*, *uniquement femmes* et *mixtes*). Des tests bilatéraux de Fisher (erreur de type 1 fixée à 5%) ont été utilisés pour évaluer les différences de distribution. Toutes les *p-values* se réfèrent à des comparaisons entre les groupes *uniquement hommes* et *mixtes*, en raison du faible nombre d'observations dans le groupe *uniquement femmes*. En outre, des comparaisons ont été effectuées dans le groupe d'études *mixtes* selon le sex-ratio de leur échantillon.

La gestion et l'analyse des données ont été effectuées sous *Stata v14.2™* (2015).

⁶⁸ Sur la base de la distribution sexuée des professions et des secteurs d'activités en contexte français (Insee, 2016)

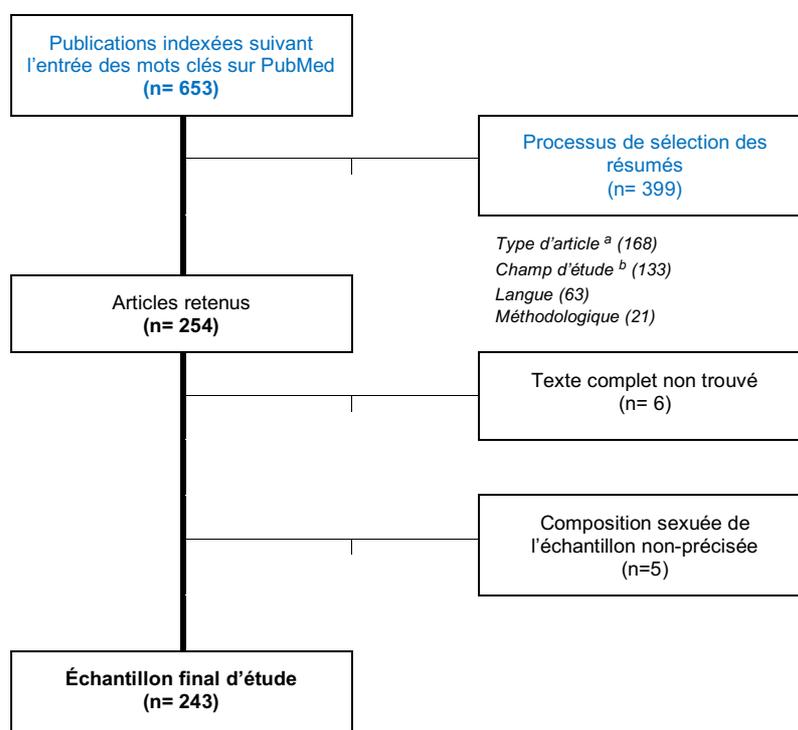
4.5. Résultats

4.5.1. Sélection de l'échantillon d'articles

La [Figure 4-1](#) décrit le processus de sélection des publications. À partir de la recherche initiale, 653 résumés ont été extraits de 43 revues. Après évaluation, 399 manuscrits ne répondaient pas aux critères d'inclusion en raison de : leur objectif de recherche (articles ne portant pas sur des études observationnelles ou portant sur des pathologies apparentées comme le mésothéliome), du type de publication (*i.e.* des revues systématiques, des méta analyses, ou des articles à visée méthodologique) ($n = 336$), ou de leur langue de publication ($n = 63$). Par ailleurs, six articles n'ont pas été trouvés en texte intégral, même après sollicitation des auteur-e-s. Des 248 articles sélectionnés, la composition sexuée de l'échantillon d'étude n'était pas précisée pour 5 études. L'échantillon final est donc constitué de 243 publications originales en texte intégral.

Figure 4-1

Processus de sélection des publications sur PubMed, 2003-2014



Lecture : Suivant l'entrée des mots clés de recherche sur PubMed, 653 publications ont été indexées, parmi lesquelles 399 ont été exclues après évaluation du résumé.

a. Exemples : Revues systématiques, méta-analyses, études transversales

b. Exemples : Études ne portant pas spécifiquement sur le cancer du poumon

4.5.2. Caractéristiques principales de l'échantillon final

Le [Tableau 4-1](#) présente une description générale des articles soumis à la revue systématique. Les études ont été réalisées très majoritairement dans des contextes européens et nord-américains (81.0%) et publiées dans des revues en santé au travail et santé environnementale (71.6%). La moitié des publications compte des hommes comme premier et dernier auteur, tandis que 10% ont des femmes à ces deux positions. Les études *uniquement hommes* sont les plus fréquentes (135 articles, 55.6%), suivies des études *mixtes* (101 articles, 41.5%) et des études *uniquement femmes* (7 articles, 2.9%). Tel que décrit dans le [Tableau 4-2](#), la population source est *mixtes* pour 159 articles (65.4%), mono sexe pour 6 articles (2.5%) et non spécifiée pour 78 articles (32.1%). On note également des échantillons d'hommes plus importants dans les études *mixtes* que les échantillons de femmes (cf. [Figure 4-2](#)). Les secteurs d'activité mixtes sont les plus étudiés (134 articles, 55.1%), suivis des secteurs à dominante masculine (105 articles, 43.2%), tandis que les secteurs à dominante féminine représentent une proportion mineure (4 articles, 1.7%). Les agents individuels les plus étudiés incluent l'amiante (35 articles, 14.4%), la silice (22 articles, 9%) et les gaz d'échappement diesel (15 articles, 6.2%), tandis que les mineurs d'uranium (11 articles, 4.5%), les travailleurs du nucléaire (5 articles, 2.1%) et les travailleurs de l'asphalte (5 articles, 2.1%) représentent les professions les plus étudiées.

On note également que la cohorte est le design d'étude le plus utilisé (184 articles, 75.7%, la plupart rétrospectives), et la mortalité l'événement de santé le plus étudié (134 articles, 55.1%). Les méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle les plus rencontrées sont : les matrices emplois-expositions (69 articles, 28.4%), les auto-déclarations (58 articles, 23.9%), les intitulés d'emplois (44 articles, 18.1%), les mesures directes (29 articles, 11.9%), la modélisation (28 articles, 11.5%) et l'évaluation à dire d'experts (20 articles, 8.2%). Une majorité d'articles rapporte des résultats d'un modèle de régression ajusté sur la consommation de tabac (160 articles, 65.8%) et sur des expositions professionnelles autres que l'exposition d'intérêt (140 articles, 57.6%). Moins d'études intègrent, en revanche, des variables relatives au statut socioéconomique (51 articles, 21.0%). ([Tableau 4-2](#)).

Tableau 4-1

Distribution des publications sur le cancer du poumon d'origine professionnelle 2003-2014 : description générale des articles (n = 243)

	Total		Uniq. femmes		Uniq. hommes		Mixtes	<i>p-value</i> [‡]	
	<i>n (% en colonne)</i>		<i>n (% en ligne)</i>						
Total	243	(100)	7	-	135	(55.6)	101	(41.5)	
Région									0.205
Europe	115	(47.3)	0	-	66	(57.4)	49	(42.6)	
Amérique du Nord	82	(33.7)	2	-	41	(50.0)	39	(47.6)	
Autres	46	(19.0)	5	-	28	(60.9)	13	(28.2)	
Année de publication									0.600
2003-2008	116	(47.7)	2	-	63	(54.3)	51	(44.0)	
2009-2014	127	(52.3)	5	-	72	(56.7)	50	(39.4)	
Journal de publication									0.025
Épidémiologie	21	(8.6)	1	-	9	(42.8)	11	(52.4)	
Travail-Environ.	174	(71.6)	3	-	107	(61.5)	64	(36.8)	
Médecine	48	(19.8)	3	-	19	(39.6)	26	(54.2)	
Sexe du premier et dernier auteur									
Homme-Homme	122	(50.2)	2	-	70	(57.4)	50	(41.0)	0.627
Femme-Femme	24	(9.9)	1	-	11	(45.8)	12	(50.0)	
Homme-Femme ^a	97	(39.9)	4	-	54	(55.7)	39	(40.2)	

Lecture : Les (%) des effectifs d'ensemble (Total) sont additionnés en colonne. Les (%) des effectifs par composition sexuée d'échantillon d'étude sont additionnés en ligne. Ex : Sur l'ensemble des articles inclus dans l'étude, 116, soit (47.7%) ont été réalisés entre 2003 et 2008. Parmi ces articles, 63 (soit 54.3%) portent sur des échantillons uniquement hommes.

[‡] Test exact de Fisher exact-test (bilatéral) comparant les études « uniquement hommes » et « mixtes »

a. Premier auteur homme et dernière auteure femme ou première auteure femme et dernier auteur homme

Tableau 4-2

Publications sur le cancer du poumon d'origine professionnelle 2003-2014 : distribution des principales variables d'intérêt (n = 243)

	Total	Un. femmes	Un. hommes	Mixtes	<i>p-value</i> [‡]				
	<i>n (% en colonne)</i>								
Total	243	(100)	7	-	135	(100)	101	(100)	
Composition sexuée de la population source									N/A
Mixtes	159	(65.4)	2	-	56	(41.5)	101	(100.0)	
Mono sexe	6	(2.5)	1	-	5	(3.7)	N/A	N/A	
Non-spécifié	78	(32.1)	4	-	74	(54.8)	0	(0.0)	
Secteur d'activité^a									<0.001
Dominante masculine	105	(43.2)	1	-	76	(56.3)	28	(27.7)	
Mixtes	134	(55.1)	5	-	59	(43.7)	70	(69.3)	
Dominante féminine	4	(1.7)	1	-	0	(0.0)	3	(3.0)	
Design d'étude^b									0.004
Cohorte	184	(75.7)	7	-	111	(82.2)	66	(65.4)	
Cas-témoin	59	(24.3)	0	-	24	(17.8)	35	(34.6)	
Événement de santé									0.486
Mortalité	134	(55.2)	2	-	80	(59.3)	52	(51.5)	
Incidence	98	(40.3)	5	-	49	(36.3)	44	(43.5)	
Mortalité. & Incidence	11	(4.5)	0	-	6	(4.4)	5	(5.0)	
Exposition d'intérêt									
Agent (seulement)	132	(54.3)	3	-	73	(54.1)	56	(55.4)	0.523
Profession (seulement)	105	(43.2)	4	-	57	(42.2)	44	(43.6)	
Agent et profession	6	(2.5)	0	-	5	(3.7)	1	(1.0)	
Type de variable d'exposition^c									
Binaire (Oui)	75	(30.9)	3	-	38	(28.1)	34	(33.7)	0.475
Catégorielle (Oui)	60	(24.7)	1	-	32	(23.7)	27	(26.7)	0.778
Continue (Oui)	112	(46.1)	2	-	65	(48.2)	45	(44.6)	0.568
Variables dans les modèles multivariés									
Tabagisme (Oui)	160	(65.8)	5	-	93	(68.9)	62	(61.4)	0.268
Autre exposition prof. (Oui)	140	(57.6)	3	-	76	(56.3)	61	(60.4)	0.594
Statut socioécon. ^d (Oui)	51	(21.0)	1	-	24	(17.8)	26	(25.7)	0.150

Lecture : Sur l'ensemble des articles inclus dans l'étude, 134, soit (55.1%) portent sur des secteurs d'activité mixtes

[‡] Test exact de Fisher exact-test (bilatéral) comparant les études « uniquement hommes » et « mixtes »

N/A : Non-applicable

a. Secteurs à dominante masculine : industrie extractive, construction, agriculture, élevage et similaire ; secteurs mixtes : industrie manufacturière et études cas-témoins en population générale ; Secteurs à dominante féminine : le secteur des services (tertiaire).

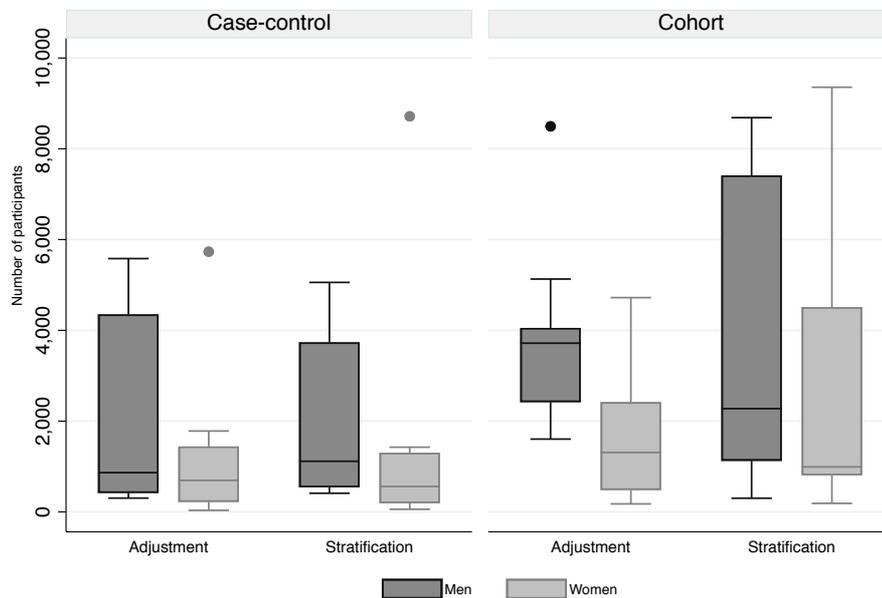
b. Les études de "Cohorte" incluent les études cas-témoins nichées

c. Au moins une variable d'exposition de type binaire, catégorielle ou continue

d. Inclut au moins une mesure du statut socioéconomique (catégorie socio professionnelle, revenus, etc.)

Figure 4-2

Box plot de la distribution du nombre de participants hommes et femmes, par design d'étude et par stratégie d'analyse statistique (Ajustement vs Stratification sur « sexe » ; n = 97 études mixtes[†])



Lecture : Chaque boîte représente une distribution du nombre de participant-e-s dans les études selon le design d'étude (ex : cas-témoin) et la stratégie d'analyse statistique au regard de la variable sexe (ex : ajustement). Pour chaque boîte, la borne horizontale inférieure représente la valeur minimale des effectifs pour la catégorie, et la borne supérieure représente la valeur maximale. La barre horizontale à l'intérieur de la boîte représente la valeur médiane des effectifs. Les points représentent des valeurs aberrantes.

[†] Parmi le groupe initial de 101 articles, 4 n'ont pas rapporté les effectifs sexués de leur échantillon.

4.5.3. Caractéristiques des études *uniquement hommes*

Bien que la majorité des articles ne documente pas la population source, une comparaison entre les compositions sexuées des échantillons d'étude finaux et des populations source rapportées montre qu'un passage (échantillonnage) important a été effectué des populations sources *mixtes* à des échantillons finaux *uniquement hommes* (Tableau 4-2). Cet échantillonnage n'est pas justifié de manière systématique par les auteur-e-s (ex : des justifications sont rapportées pour 36 articles sur 56 (64.3%) présentant un passage d'une population source *mixtes* à un échantillon final *uniquement hommes*). Les justifications les plus rapportées sont relatives à :

- la composition de la population cible, *i.e.* l'exclusion des femmes basée sur un faible ratio femmes/hommes dans le secteur, ou inversement l'exclusion des hommes basée sur un faible ratio homme/femme (16 articles) (ex : Birk *et al* (2006)) ;
- le niveau d'exposition professionnelle, *i.e.* l'exclusion basée sur une faible prévalence / intensité d'exposition pour les femmes ou pour les hommes (8 articles) (ex : Beveridge *et al*, (2010)) ;
- un nombre réduit de cas de la maladie, *i.e.* l'exclusion sur la base du faible nombre de cas attendus (5 articles) (ex : Gun *et al*, 2006 (2006)) ;
- plusieurs explications (9 articles), *i.e.* au moins deux des cas évoqués ci-dessus (ex : Ahn *et al.*, 2006 (2006)).

Les cohortes représentent 82.2% des designs d'étude (111 articles). Les secteurs d'activité les plus étudiés sont les secteurs à dominante masculine (76 articles) et les secteurs mixtes (59 articles) (Tableau 4-2). Enfin, on note qu'une proportion de 28.9% (39 articles) des articles n'ont pas spécifié la composition sexuée de leur échantillon dans le titre, le résumé, les tableaux ou la conclusion de l'article. En revanche, toutes les études *uniquement femmes* ont apporté au moins une de ces précisions.

4.5.4. Caractéristiques des études *mixtes*

Les études *mixtes* diffèrent des études *uniquement hommes* sur plusieurs caractéristiques : le domaine de publication ($p= 0.025$) (Tableau 4-1), les secteurs d'activité ($p < 0.001$) et le design d'étude ($p= 0.004$) (Tableau 4-2). En effet, les études *mixtes* sont plus susceptibles d'être rapportées dans les revues épidémiologiques et médicales (comparées aux revues santé-environnement), de même qu'elles portent plus souvent sur de les secteurs mixtes et ont davantage recours aux études de type cas-témoins. Aucune autre différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux sous-groupes d'articles.

Aucune étude d'échantillon *mixte* n'a rapporté une utilisation de différents outils d'évaluation de l'exposition pour les hommes et les femmes. Comme le montre le Tableau 4-3, les auteur-e-s ont autant utilisé la méthode de stratification que celle de l'ajustement (47 articles, 49.0%) comme stratégie d'analyse afin de prendre en compte les effets de la variable « sexe » dans les modèles de régression multivariés. Une différence entre l'utilisation de ces deux méthodes est toutefois observée selon le design d'étude. Pour les études cas-témoins, l'ajustement et la stratification sont utilisés nonobstant la taille de l'échantillon, tandis que pour les études de cohorte, la stratification est effectuée sur des tailles d'échantillon globalement plus larges (Figure 4-2). Un test d'interaction a été rapporté pour 8 articles (8.3%). Très peu d'auteur-e-s fournissent une

justification sur la stratégie utilisée (5 articles pour la stratification (ex : Sathiakumar et al, (2009)) et 2 pour l'ajustement (ex : Yiin et al, (2007)).

Lorsque les résultats sont stratifiés sur le « sexe », 33 articles présentent au moins un résultat différentiel entre les hommes et les femmes sur un indice d'évaluation de l'exposition (soit la probabilité, l'intensité ou la durée); 16 d'entre eux en fournissent une interprétation. Cette interprétation était principalement liée aux différences de tâches entre hommes et femmes (ex : Amr et al, (2008)). De même, 19 des 40 articles qui présentent au moins un résultat différentiel entre les hommes et les femmes sur la force de l'association (RR, OR, ou RSM) proposent une interprétation de cette différence. Pour la plupart, elles se réfèrent aux différences sexuées de comportement, des différences notamment dues à une confusion (statistique) résiduelle par le tabagisme (9 articles, ex : Gilbert et al, (2004)). Peu d'auteur-e-s ont souligné les différences sexuées dues aux différences de risque de base pour les hommes et pour les femmes (2 articles, ex : Pira et al., (2007)) ou aux différences de tâches (4 articles, ex. Felini et al., (2012)).

4.5.5. Caractéristiques des études *mixtes* selon le sex-ratio entre hommes et femmes

La moitié des études *mixtes* ont un échantillon d'étude présentant un sex-ratio H/F supérieur à 3.5, et un quart présentent un ratio supérieur à 12.4. Seuls 11 articles (10.9%) ont une répartition sexuée « équilibrée » (sex-ratio compris entre 0.8 et 1.2), et 4 articles (4.0%) un sex-ratio inférieur à 0.8 (*i.e.* plus de femmes que d'hommes dans l'étude). Le [Tableau 4-3](#) rapporte la répartition des études *mixtes* selon le sex-ratio des participants. Les études avec un ratio H/F moins élevés utilisent moins souvent des variables d'exposition continues ($p=0.069$) et plus souvent des variables d'exposition binaires ($p= 0.015$). Ces études sont plus susceptibles de rapporter l'utilisation d'événements de santé de type incidence ($p = 0.026$) et de stratification sur le sexe dans les modèles multivariés ($p= 0.015$).

Tableau 4-3

Caractéristiques des études *mixtes* selon le ratio homme-femme (n=97)

	Ratio Homme/Femme (colonne %)						p-value [‡]
	Total (col %)		≤3.5 [†]		>3.5		
	n (% en colonne)						
Total ^a	97	(100)	51	(100)	46	(100)	
Secteur d'activité ^b							<0.001
Dominante masculine	27	(27.8)	6	(11.8)	21	(45.6)	
Mixte	67	(69.1)	43	(84.3)	24	(52.2)	
Dominante féminine	3	(3.1)	2	(3.9)	1	(2.2)	
Design d'étude ^c							0.289
Cohorte	64	(66.0)	31	(60.8)	33	(71.7)	
Cas-témoin	33	(34.0)	20	(39.2)	13	(28.3)	
Événement d'intérêt							0.026
Mortalité	50	(51.5)	22	(43.1)	28	(60.9)	
Incidence	42	(43.3)	28	(54.9)	14	(30.4)	
Mortalité et incidence	5	(5.2)	1	(2.00)	4	(8.7)	
Type de variable d'exposition ^d							
Binaires (Oui)	32	(33.0)	23	(45.1)	9	(19.6)	0.015
Catégorielle (Oui)	26	(26.8)	10	(19.6)	16	(34.8)	0.111
Continue (Oui)	44	(45.4)	19	(37.2)	25	(54.4)	0.069
Stratégie d'analyse							
Ajustement (Oui)	47	(48.5)	21	(41.2)	26	(52.2)	0.157
Stratification (Oui)	47	(48.5)	31	(60.8)	16	(34.8)	0.015
Interaction (Oui)	8	(8.3)	4	(7.8)	4	(8.7)	1.000
Covariables dans le(s) modèle(s) de régression multivarié							
Tabagisme (Oui)	60	(61.9)	34	(66.7)	26	(56.5)	0.403
Autres expositions professionnelles (Oui)	59	(60.8)	31	(60.8)	28	(60.9)	1.000

Lecture : Sur l'ensemble (^a) des études mixtes incluses dans l'étude, 67, soit 69.1% portent sur des secteurs d'activité mixtes[†] Médiane du ratio hommes-femmes[‡] Test exact de Fisher exact-test (bilatéral) comparant les études de sexe ratio homme/femme ≤3.5 et >3.5

a. Parmi le groupe initial de 101 articles, 4 n'ont pas rapporté les effectifs sexuels de leur échantillon

b. Secteurs à dominante masculine : industrie extractive, construction, agriculture, élevage et similaire ; secteurs mixtes : industrie manufacturière et études cas-témoins en population générale ; Secteurs à dominante féminine : le secteur des services (tertiaire).

c. Les étude de "Cohorte" incluent les études cas-témoins nichées

d. Au moins une variable d'exposition de type binaire, catégorielle ou continue

4.6. Discussion

4.6.1. Rappel des principaux résultats

La revue systématique a porté sur un ensemble de 243 publications indexées sur PubMed entre 2003 et 2014, après exclusion de 5 articles ne rapportant pas la composition sexuée de l'échantillon.

- Les articles sont très majoritairement classés comme *uniquement hommes* ou *mixtes* (97.1%) ; très peu d'études *uniquement femmes* sont comptabilisées (2.9%).
- Les effectifs de femmes sont beaucoup moins importants que les effectifs d'hommes dans les études *mixtes* (sex-ratio (H/F), P50 = 3.5, P75 = 12.4).
- Un échantillonnage important, souvent injustifié, est observé des populations sources *mixtes* ou non spécifiées à des échantillons d'étude finaux *uniquement hommes*.
- Le tabagisme et les expositions professionnelles autres que l'exposition d'intérêt sont usuellement contrôlés dans les modèles multivariés, en revanche, l'interaction entre le sexe et l'exposition principale est rarement testée.
- Dans l'ensemble, la stratégie utilisée pour prendre en compte l'effet de la variable « sexe » dans les modèles multivariés (ajustement, interaction ou stratification) était rarement justifiée.

4.6.2. L'inclusion des femmes dans les études reflète la division sexuée du travail

Nos résultats suggèrent que l'inclusion des femmes dans les études sur le cancer du poumon d'origine professionnelle reste relativement modeste, comme l'illustre la très faible proportion d'études *uniquement femmes* et le sex-ratio disproportionné dans les études *mixtes*. Ce résultat est concordant avec les études précédemment menées par Niedhammer *et al* (2000) et Hohenadel *et al* (2015). Dans ces deux études, effectuées sur un éventail plus large de cancers pour Niedhammer *et al* (2000), et de cancers respiratoires pour Hohenadel *et al* (2015), l'inclusion des hommes dans les études s'élevait à 90.8% et à 95.2% des participant-e-s respectivement (contre 97.1% dans notre étude), contre 46.1% et 43.2% pour les femmes respectivement (44.4% dans notre étude). Deux hypothèses principales peuvent être formulées en relation avec cette distribution centrée sur les hommes. Premièrement, elle pourrait simplement refléter la ségrégation horizontale du travail, *i.e.* la tendance des hommes et des femmes à occuper différents emplois dans différents secteurs (cf. [section 1.3](#)). Les cohortes professionnelles se concentrent sur les professions ou les secteurs d'activité pour lesquels des expositions cancérogènes sont présumées importantes. De ce fait, la prédominance des hommes dans l'échantillon de l'étude

pourrait s'expliquer par le fait qu'il y ait, en proportion, beaucoup moins de femmes occupant ces emplois présumés à haut risque d'exposition. Cela se reflète dans notre échantillon par le fait que 3/4 des cohortes menées dans des secteurs à dominante masculine étaient construites sur des échantillons *uniquement hommes*. Ce résultat concorde également avec les justifications fournies par les auteur-e-s sur leur échantillonnage ; un échantillonnage grandement dépendant de la composition sexuée de la population cible. La conséquence pour les échantillons de petite taille, de prévalence ou de niveau d'exposition présumée faible, soit en général des échantillons de femmes, est une exclusion dès la planification de l'étude ou dans les analyses finales en raison d'un manque de puissance statistique.

4.6.3. La non-inclusion peut aussi refléter un certain désengagement vis-à-vis des risques professionnels des femmes

Les hommes restent, et ce depuis des décennies, plus affectés que les femmes par le cancer du poumon (Ferlay et al., 2015). En outre, les principaux cancérogènes associés aux cancers du poumon en milieu professionnel se retrouvent principalement dans des secteurs à prédominance masculine (Field & Withers, 2012; Siemiatycki et al., 2004), du moins pour des intensités très élevées. Nous pensons cependant que les écarts d'incidence et de mortalité entre les sexes, de même que les différences d'exposition aux cancérogènes (associés aux cancers du poumon) identifiées, ne peuvent pas expliquer de manière complète le déficit d'inclusion de femmes que l'on observe dans la littérature récente. Nous en donnons plusieurs arguments.

Le premier argument est simplement celui de la diffusion de pratiques de recherche consistant à privilégier les expériences de santé des hommes dans la recherche scientifique. De nombreux éléments de notre étude soutiennent ce point de vue. De prime abord, la distribution centrée sur les hommes ne se limitait pas uniquement aux secteurs à dominante masculine, mais elle s'étendait à tous les secteurs d'activité, comme le suggère le sex-ratio des cohortes menées dans les secteurs *a priori* mixtes. Ensuite, il est important de noter que les études cas-témoins basées en population générale ne devraient pas être influencées par une quelconque ségrégation horizontale, puisque la sélection des participant-e-s est basée sur le statut de malade et non de l'exposition. À noter à ce propos que le sex-ratio H/F pour le cancer du poumon n'est que de 1.8 dans les régions plus développées (Ferlay et al., 2015), où la plupart des études cas-témoins ont été réalisées. En dépit de ce design d'étude, 4/10 études cas-témoins (non nichées) reposaient sur des études *uniquement hommes*. Cette première hypothèse est également suggérée par les résultats de Hohenadel *et al* (2015). Dans leur étude examinant plus de 17 types de cancer, seuls les cancers du sein (et des organes génitaux féminins) présentaient plus d'études incluant davantage de femmes que d'hommes. Aussi, les hommes étaient systématiquement inclus dans

les études, quel que soit le site de cancer. Ils étaient inclus pour au moins 94% des études pour la plupart des types de cancer, et jusqu'à 72.6% des études portant sur le cancer du sein (Hohenadel et al., 2015).

Le second argument est d'une manière la facette opposée du premier, à savoir, une pratique de recherche consistant à négliger les différences sexuées, ou plus largement les expériences des femmes en milieu professionnel. Le poids des articles *uniquement hommes* dans les études investiguant les secteurs d'activité mixtes pourrait être indicatif de ce mécanisme. Si la non-inclusion des femmes dans les échantillons finaux est probablement due à une ségrégation horizontale extrême, et donc à de faibles effectifs de femmes, dans les secteurs à dominante masculine (construction, extraction etc.), ce phénomène mérite d'être questionné dans des secteurs d'activité relativement mixtes ou à dominante féminine (ex : soins et services). Le manque d'information sur la composition sexuée des populations sources ne nous a toutefois pas permis d'approfondir cette question, de même que l'échantillonnage souvent injustifié des populations sources *mixtes* aboutissant à des échantillons finaux *uniquement hommes*. En tout état de cause, il semble manifeste que les agents et les professions investiguées orientent *de facto* les enquêtes vers les professions à prédominance masculine. Zahm et Blair (2003) ont établi une revue relativement exhaustive des secteurs d'activité à prédominance féminine pour lesquels des excès de cancer du poumon ont été antérieurement rapportés : les services, les soins de santé, la cosmétologie, le nettoyage à sec, le textile, etc. Seules 4 enquêtes incluses dans notre étude ont été menées dans ces secteurs (3 dans le secteur de la santé et 1 dans les soins cosmétiques et personnels).

4.6.4. Au-delà de l'échantillonnage : l'utilisation différentielle de méthodes d'évaluation ou d'analyse pour les hommes et pour les femmes

L'échantillonnage est une étape charnière de l'analyse épidémiologique, et les biais de sélection sont sans doute les plus tangibles. Cependant, les biais de genre peuvent aussi bien résulter de « qui nous enquêtons » que de « comment nous enquêtons ». Ainsi, un biais couramment rencontré dans la recherche est le biais de « double standard » (cf. [section 2.3.1](#)). En épidémiologie professionnelle, un double standard peut se matérialiser soit par (i) l'utilisation de méthodes scientifiques différentes pour les hommes et les femmes, l'une étant de validité inférieure (ou standard) ; soit (ii) par l'utilisation d'une méthode commune lorsque cette dernière présente une moindre validité pour un sexe.

4.6.4.1. Le design d'étude

Nous avons observé quelques différences dans la réalisation des études : les cohortes sont plus souvent utilisées dans les études *uniquement hommes* comparées aux études *mixtes*. D'une manière générale, les cohortes occupent une place de choix dans la pyramide de preuves⁶⁹. Elles font office de standard pour les designs d'études observationnelles, notamment lorsqu'il s'agit d'établir un lien de causalité. Toutefois, il est important de rappeler que la force de la preuve fournie par une étude unique est intimement dépendante du contexte. De ce fait, l'interprétation hâtive (et parfois dogmatique) de la pyramide de preuves et sa hiérarchie de design d'étude peut poser plusieurs limitations (Petticrew & Roberts, 2003; Teschke, 2003) avec des implications potentielles pour les femmes. Les cohortes, à titre d'exemple, nécessitent l'assemblage d'échantillons de grande taille, tout en minimisant la perte des participant·e·s durant le suivi. Cette tâche est plus difficilement réalisable pour les travailleuses dans de nombreux contextes professionnels en raison de la ségrégation horizontale. De plus, pour ces dernières, la constitution d'une cohorte stable est d'autant plus délicate compte tenu de leurs conditions d'emploi parfois plus précaires (travail à temps partiel involontaire, chômage de courte durée récurrent, ...) (OECD, 2017). Cette préoccupation peut également se poser pour tou·te·s les travailleur·euse·s sous contrats atypiques et précaires (tels que intérimaires et les sous-traitant·e·s). Les études cas-témoins pourraient constituer une alternative intéressante. Bien qu'elles soient reconnues plus efficaces lorsqu'il est question d'étudier l'association entre une maladie et des expositions nombreuses au cours de la vie d'un individu (Teschke, 2003), elles fournissent cependant – suivant la pyramide de preuves – un degré de preuve moindre comparées aux cohortes. Les cancers d'origine professionnelle sont d'autant plus susceptibles de présenter ces situations d'expositions multiples, les travailleur·euse·s étant rarement exposé·e·s à une exposition unique au cours de leur carrière.

4.6.4.2. L'évaluation de l'exposition

Nous n'avons relevé, selon la composition sexuée des échantillons, aucune différence significative dans l'utilisation de l'auto-déclaration, de l'évaluation d'experts ou des MEE. Néanmoins, nous souhaitons insister sur le fait que des erreurs de mesure différentielles peuvent se produire dans les études *mixtes*, en particulier lorsque l'on a recours à l'utilisation d'outils tels que les MEE en

⁶⁹ Le niveau de preuve d'une étude médicale caractérise la capacité de cette étude à répondre à une question posée, en l'occurrence, ici, à établir un lien de causalité.

population générale. Les MEE s'appuient sur les classifications des métiers (intitulés d'emplois), et sont élaborées de manière à assigner à tou-te-s les travailleur-euse-s possédant le même intitulé d'emploi une exposition moyenne similaire (Bouyer, Dardenne, & Hémon, 1995; Bouyer & Hémon, 1993; Kauppinen, Mutanen, & Seitsamo, 1992) (cf. [Chapitre 5](#)). Elles ne prennent donc pas en compte la variabilité d'exposition à l'intérieur des emplois, générant de potentielles erreurs de mesure pour certain-e-s travailleur-euse-s. Tant que cette erreur de mesure est non différentielle *i.e.* d'égale intensité pour les hommes et pour les femmes, le biais généré s'éloignera de la valeur neutre (nulle) pour les deux sexes. Cependant, en cas de différences d'exposition entre les deux sexes au sein d'un même poste (notamment liées au contraste entre travail prescrit et le travail réel) (Kennedy & Koehoorn, 2003; Messing et al., 2003) (cf. [section 1.3](#)), les MEE ne seront pas en mesure, au-delà de l'erreur de mesure généralement associée à son approche moyennante, de capturer l'exposition réelle des femmes, et ce plus encore lorsque l'exposition cumulée est principalement capturée sur la durée. Des temps de travail plus courts, combinés à une insécurité de l'emploi plus élevée au cours de leurs carrières rendent les femmes plus enclines à être confrontées à des expositions courtes à de multiples agents, plutôt que des expositions de longue durée à un seul agent.

Au-delà de ce biais d'homogénéité des cellules des MEE (cf. [Chapitre 5](#)), le recours à des nomenclatures des professions et activités peut également générer des erreurs de classification de l'exposition (Mannetje & Kromhout, 2003), même lorsqu'une évaluation d'expert-e est utilisée (Labrèche et al., 2014), ce en raison de potentielles différences de tâches à l'intérieur du même emploi, mais aussi en raison de potentielles différences dans la qualité (incluant l'adéquation à la physiologie) des équipements de protection individuelle utilisés par les travailleur-euse-s (Kennedy & Koehoorn, 2003). Ce biais pourrait également s'appliquer aux évaluations par auto-déclaration, si l'on considère que la perception différentielle du risque pour les hommes et les femmes influence (de manière significative) la manière dont ils et elles rapportent leur expérience (Campos-Serna, Ronda-Pérez, Artazcoz, Moen, & Benavides, 2013). Cela s'est illustré en Angleterre dans une enquête menée auprès des travailleur-euse-s des secteurs de l'imprimerie et du plastique à la fin des années 1980. Dans cette étude, la sensibilité de l'évaluation auto-déclarée pour des expositions chimiques s'est révélée plus élevée chez les hommes, tandis que la spécificité s'est-elle révélée plus élevée chez les femmes (Joffe, 1992). Toutefois, peu d'études ont été menées suite à ces observations. L'impact des biais de genre sur la validité de l'auto-déclaration concernant les expositions chimiques professionnelles demeure peu étudié.

Le type de variable d'exposition recouvre également une certaine importance. En effet, les études présentant des estimations de l'exposition en valeur continue sont plus susceptibles de produire des estimations de risque plus précises. Elles offrent également la possibilité de réaliser des analyses de la relation « dose-réponse », l'un des critères généralement mis en avant dans

l'examen de la causalité (Hill, 1965). D'après nos résultats, les études *mixtes* possédant les sex-ratios H/F plus élevés seraient plus susceptibles de présenter des estimations en unité de variable continu. Cette observation concorde avec les analyses d'Hohenadel *et al.* (2015), dont les résultats montrent un nombre plus important d'évaluations « dose-réponse » dans les études incluant les hommes, comparées à celles incluant uniquement les femmes.

4.6.4.3. L'analyse des données

L'analyse multivariée, généralement utilisée en épidémiologie analytique, est une autre aire potentielle de l'expression d'une insensibilité au genre (Krieger, 2003; Messing *et al.*, 2003; Ruiz & Verbrugge, 1997) (cf. [section 2.3.2.1](#)). Seules deux études ont fourni une justification sur l'utilisation de la méthode d'ajustement sur le « sexe » ; une pratique instituant implicitement le « sexe » comme facteur de confusion. Aucune justification n'a en revanche été présentée pour l'utilisation de tests d'interaction ou de stratification sur le « sexe ». Cette dernière semble cependant associée à la taille de l'échantillon de l'étude et à son sex-ratio, mais aussi à son design.

De règle générale, la variable « sexe » ne devrait pas systématiquement être considérée comme un facteur de confusion dans les études épidémiologiques. Contrôler le « sexe » dans l'analyse implique conjointement le contrôle de nombreuses expositions non mesurées fortement associées au sexe. Cette pratique peut conduire à un sur-ajustement (Messing *et al.*, 2003) (cf. [chapitre 6](#)). Dans la présente revue, la majorité des auteur-e-s a pris en compte le tabagisme comme facteur de confusion. En revanche, les expositions environnementales, domestiques ou para-professionnelles n'ont été que peu incluses, et la construction de différents modèles multivariés pour les hommes et les femmes a rarement été effectuée (ex : Menvielle *et al.*, (2003)).

Ce manque d'information sur la construction des modèles multivariés, ou encore sur les stratégies d'échantillonnage, ne fournit que très peu de marge d'introspection quant aux hypothèses sous-jacentes aux designs d'étude choisis par les auteur-e-s. Nous pouvons cependant supposer, au regard de la littérature, qu'une homogénéité entre les hommes et les femmes est parfois (et erronément) assumée par ces dernier-e-s. Cette hypothèse d'homogénéité est également implicite dans plusieurs études *uniquement hommes*, comme le suggère l'omission de la composition sexuée de l'échantillon dans le titre, le résumé, les tableaux ou la conclusion de nombreux articles. Par ailleurs, 5 études (de l'échantillon original de 248 articles) ont omis de façon complète toute référence à la composition sexuée de leur échantillon, une proportion légèrement supérieure à celle de Hohenadel *et al.* (2015) (2 articles sur 1457), mais nettement inférieure à celle de Niedhammer *et al.* (2000) (5 articles sur 65).

4.6.5. Les limites de l'étude

La restriction de notre revue aux publications indexées sur *PubMed* a certainement conduit à la non-inclusion d'articles potentiellement pertinents pour notre étude. Bien qu'une extension à d'autres portails de recherche ait pu élargir notre revue, nous ne suspectons toutefois pas qu'elle puisse conduire à des changements radicaux de nos résultats – notamment en termes d'écart de sexe – qui sont en cohérence avec les travaux précédents (Hohenadel et al., 2015; Hoosain et al., 1998; Niedhammer et al., 2000; Zahm et al., 1994). En revanche, contrairement à ces travaux, nous avons choisi de ne pas limiter notre revue aux principaux journaux du champ de recherche. Cela nous a permis d'inclure un éventail plus large de journaux, soit 43 revues scientifiques, reflétant ainsi la majeure partie de la littérature publiée sur le sujet. En outre, nous avons également restreint notre étude au cancer du poumon. Cette stratégie, qui visait à assurer une comparabilité de la production scientifique pour les deux sexes, ne s'est toutefois pas révélée fructueuse pour la description des pratiques de recherche chez les femmes. Seul un échantillon de 7 études portant uniquement sur les femmes a été comptabilisé au final ; 5 études en réalité, puisque 3 articles sur ces 7 étaient basés sur la même cohorte d'étude. Ce manque d'étude *uniquement femmes* a limité certaines possibilités de comparaison entre les différents groupes.

4.6.6. Davantage un problème social que scientifique ?

Notre revue suggère que l'inclusion des femmes dans les études observationnelles sur le cancer du poumon d'origine professionnelle reste beaucoup moins importante comparée à celle des hommes. Des travaux antérieurs portant sur des registres plus larges de pathologies sont arrivés à des conclusions similaires.

Bien que notant une augmentation substantielle de l'inclusion des femmes dans les publications sur les cancers professionnels entre 1991 et 2009, Hohenadel *et al* (2015) ont souligné des disparités de sexe en termes de quantité et d'approfondissement des analyses. Comparés aux articles incluant les hommes, les articles incluant des femmes ont paru rapporter moins d'estimations quantitatives de mesure d'association, et surtout moins d'estimations de relations « dose-réponse ». Ce résultat a été interprété par les auteur·e·s comme étant la résultante d'un manque de puissance statistique pour les échantillons de petites tailles, des échantillons concernant principalement les femmes. Cependant, cela pourrait également être, comme l'indiquent les auteur·e·s, une indication d'une priorité moindre accordée à l'inclusion des femmes dans la conception des études.

La revue plus générale présentée par Niedhammer *et al* (2000) a également apporté quelques hypothèses sur l'origine des écarts de sexe observés. En premier, les auteur·e·s soulignent le fait

que les hommes aient tendance à être exposés de manière plus conséquente à des expositions professionnelles entraînant un risque de décès, et ce en particulier pour des maladies telles que les cancers. Cet aspect est somme toute d'importance dans le choix de collecte de données. En effet, les données de mortalité sont usuellement pratiques pour les épidémiologistes, car leur collecte est beaucoup moins délicate. Cette hypothèse n'a cependant pas été confirmée par les données de notre échantillon. Elle est par ailleurs discutable, compte tenu des écarts de mortalité H/F par cancer du poumon. Ensuite, les auteur·e·s rappellent, à juste titre, que l'épidémiologie est une discipline reposant sur une approche probabiliste, et qui par conséquent nécessite des échantillonnages larges. Cet argument est soutenu par le fait que les femmes travaillant dans les institutions hospitalières comptaient parmi les plus étudiées. Ce secteur d'activité compte en effet comme l'un des plus féminisés (en nombre et en part) sur le marché du travail (cf. [annexe Tableau O-1](#)). Nos résultats indiquent une tendance similaire. Cependant, et comme le notent également les auteur·e·s, la santé des femmes au travail a parfois été traitée de façon singulière, à savoir, par le prisme des risques en lien avec leur capacité reproductive. Cette pratique sous-tend un courant de pensée que l'on peut appréhender par un concept précédemment introduit : la division sexuée du travail (cf. [section 1.3](#)). Pour rappel, la division sexuée du travail renvoie à l'assignation prioritaire des hommes à l'activité productive, *i.e.* les activités apportant une valeur économique, et des femmes à l'activité reproductrice. Elle exprime ainsi un rapport de pouvoir.

Jusqu'à une période récente, le travail des femmes a été considéré comme marginal à l'économie de marché. Leur activité est ainsi restée associée ou limitée à la procréation, au travail de type domestique, ou encore à des activités en lien avec le soin et l'enseignement primaire, soient des activités considérées comme relativement absentes de risques pour la santé (cf. [section 2.3.2.2](#)). Cette perception a vraisemblablement conduit à mener moins d'enquêtes approfondies sur les conditions de travail des femmes, et ce contribuant à un processus d'invisibilisation sociale de leur activité. Il est également important de relever que le choix d'une population d'étude en santé reflète bien souvent un choix politique ; un choix qui est fondé sur une hiérarchie sociale perçue ou réelle (ici la hiérarchie entre les hommes et les femmes). Lorsque maintenue dans la durée, toute hiérarchie sociale (ici de genre) génère des inégalités sociales (ici de genre). Ainsi, lorsque niée, ignorée, ou présentée comme normale par les chercheur·e·s, cette hiérarchie est préservée, contribuant à produire une connaissance partielle ou biaisée à la faveur du groupe privilégié (Eichler & Burke, 2006; Grasswick, 2016). En santé au travail, ces biais peuvent opérer à différents niveaux, du choix du périmètre d'investigation (agents, secteurs d'activité étudiés, etc.) et de la population d'étude jusqu'à l'analyse des informations recueillies. Les chapitres à venir viseront à approfondir l'analyse de biais présents à certaines de ces étapes.

DEUXIEME PARTIE

5. ÉVALUER LES EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES AUX

AGENTS CANCEROGENES :

COMPARAISON ENTRE L'EXPERTISE GISCOP93 ET LA MATRICE EMPLOIS-EXPOSITIONS MATGENE

Ce chapitre s'intéresse à une étape charnière de l'analyse épidémiologique en santé au travail : l'évaluation de l'exposition. Il examine les circonstances dans lesquelles les indices d'expositions estimés par des méthodes d'évaluation peuvent être biaisés, pour un agent donné, chez les femmes comparées aux hommes.

5.1. Introduction

L'emploi à dominante féminine dans l'industrie reste marqué par la prépondérance de ce que l'on qualifie de « travail léger ». Ces emplois – impliquant notamment de la manufacture légère, des opérations manuelles d'assemblage, de nettoyage – peuvent toutefois présenter des risques d'exposition à des substances cancérigènes (Fréry et al., 2017; Gilg Soit Ilg et al., 2016; Labrèche et al., 2012). Pour certaines de ces substances, à l'instar des solvants pétroliers, des solvants chlorés, ou encore des solvants oxygénés (...), les expositions sont parfois présentes à des prévalences, ou à des niveaux d'exposition relativement moins importants que ceux constatés dans les industries lourdes⁷⁰ (Ostiguy, Morin, Bensimon, & Baril, 2011). Ces expositions ont, par conséquent, tendance à être négligées des investigations en santé au travail ; l'objectif étant de rendre prioritaire l'action sur les niveaux d'exposition les plus élevés⁷¹. Cependant, cette approche privilégiant des populations présentant un niveau d'exposition moyen moins élevé peut présenter deux écueils : d'une part, elle peut laisser dans l'ombre des groupes d'individus présentant, dans des secteurs à faible niveau moyen d'exposition, un niveau élevé (cf. [Figure 5-1](#)), et d'autre part, elle limite l'évaluation populationnelle du risque (Rose, 1985). Ce manque de précision sur l'exposition de certains groupes a tendance à être comblé par une généralisation de l'information disponible pour des secteurs d'activité proches, appartenant à la même branche, ou à des secteurs d'activité plus généraux. Afin d'explorer ce potentiel biais de généralisation (et parfois de double standard) (cf. [section 2.3.1](#)) dans l'évaluation de l'exposition, nous avons envisagé une analyse

⁷⁰ Ici sont généralement considérés les secteurs liés à la production ou la transformation de matières premières (ex : le travail de la mine, le raffinage du pétrole, la métallurgie, ...), ou des activités à dominante mécanique ou électrique (ex : construction navale, la production d'électricité). Ces secteurs nécessitent en général un capital économique élevé.

⁷¹ Ce sont à titre d'exemple, des niveaux d'exposition présentant des valeurs largement supérieures à la norme des VLEP.

comparative de deux méthodes d'évaluations : l'une employant une approche moyennante, et l'autre employant une approche individualisée, et donc *a priori* plus sensible aux différences de tâches, même à l'intérieur des secteurs ou des emplois. *A fortiori*, cette dernière serait plus sensible aux différences sexuées des tâches. Tel que suggéré dans notre revue systématique (cf. [Chapitre 4](#)) les méthodes les plus usuelles renvoyant à ces deux cas de figure sont respectivement : les matrices emplois-expositions et les évaluations à dire d'expert-e.s. Notre analyse porte ainsi sur une comparaison des estimations produites par ces deux méthodes d'évaluations.

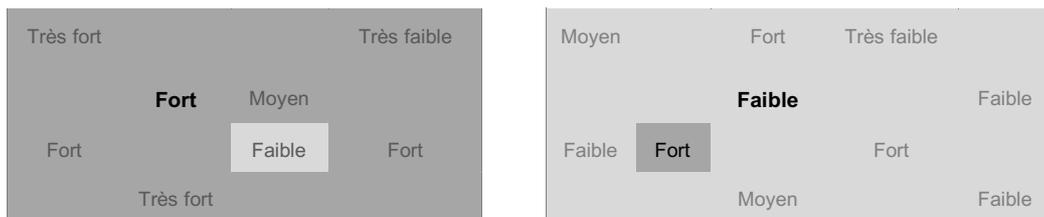
Figure 5-1

Représentation des espaces de priorisation des enquêtes en santé au travail

(Schéma simplifié)

(i) Secteur 1 (Situation privilégiée)

(ii) Secteur 2 (Situation non privilégiée)



L'espace représente un secteur professionnel. Ce secteur présente différents ateliers dont les niveaux d'expositions varient de faible - moyenne, forte - à très forte intensité. Le secteur 1 présente un niveau moyen d'intensité fort (en gras), en dépit de d'ateliers présentant un niveau d'intensité faible. Le secteur 2 en revanche présente un niveau moyen d'intensité faible (en gras), en dépit d'ateliers présentant un niveau d'intensité fort. Le secteur 1 sera privilégié au secteur 2 en termes investigations sanitaires.

Afin d'élaborer ce design d'étude, nous devons sélectionner (pour une population présélectionnée) une exposition d'intérêt qui serait, d'une part susceptible de nous fournir un échantillon d'étude suffisamment (statistiquement) important, et d'autre part ayant fait l'objet de la construction d'une matrice emplois-expositions en population générale en contexte français. Tous critères pris en compte, notre investigation s'est portée sur l'exposition aux solvants chlorés.

5.1.1. Rappels sur les expositions aux solvants chlorés

Les solvants chlorés sont des **dérivés chlorés des hydrocarbures aliphatiques**⁷². Ce sont des composés très liposolubles et volatils, liquides et ininflammables⁷³ dans leur condition d'utilisation, et présentant des points d'ébullition relativement bas, facilitant leur récupération et leur recyclage. Toutes ces propriétés en ont fait un produit de choix dès le début des années 1900, notamment dans les procédés de dégraissage et de nettoyage à sec. Leur consommation évolue exponentiellement dans les industries européennes et nord-américaines jusqu'au milieu des années 1970, avant de connaître une nette diminution à la suite de réglementations sanitaires visant à prévenir leur caractère polluant⁷⁴ et cancérigène.

L'apparition des solvants chlorés date des années 1800 en Allemagne. Leur expansion dans l'industrie manufacturière est surtout marquée – notamment aux États-Unis – après la Seconde Guerre mondiale. De nos jours encore, la majorité des produits composés de métaux ou de particules électroniques subissent, d'une manière ou d'une autre, un processus de nettoyage qui implique l'utilisation de solvants, afin d'éliminer les résidus de la fabrication.

Les solvants chlorés sont utilisés dans de nombreux domaines tels que l'agriculture, les chantiers navals, l'industrie automobile, l'industrie textile, l'imprimerie, le secteur médical et pharmaceutique ; et activités associées telles que : le nettoyage à sec (*perchloroéthylène*) ; le dégraissage de métaux (à froid) (*trichloroéthylène*⁷⁵, *dichlorométhane*, *chloroforme*, *tétrachlorométhane*), de fibres textiles (*trichloroéthylène*, *perchloroéthylène*, *1.1.1. trichloroéthane*) ; le décapage de peintures, vernis etc. ; la dilution de colles, adhésifs ou peintures (*dichlorométhane*, *trichloroéthane*, *tétrachlorure de carbone*) ; la fabrication de peintures et de colles (*trichloroéthylène*, *trichloroéthane*), de gaz réfrigérants (*chloroforme*, *monochloroéthane*), de plastiques (*chlorure de vinyle et de méthyle*), de cosmétiques ; la purification et extraction de certains composés tels que le café, les parfums (*dichloroéthylène*) ; mais aussi dans l'espace domestique où ils sont contenus dans les produits ménagers tels que les nettoyeurs, les adhésifs et démaquillants (Doherty, 2000a, 2000b).

⁷² Composés constitués de carbone et d'hydrogène. Ce sont des produits issus de la pétrochimie.

⁷³ A l'exception du chlorure de méthyle qui est à la température ambiante gazeux.

⁷⁴ Les premières réglementations dès les années 1970 (notamment les révisions successives du *Clean water act* aux États-Unis) avaient pour but de limiter les expositions, mais surtout de contrôler la pollution des sols et des eaux souterraines par les déchets.

⁷⁵ Le trichloroéthylène (TCE) est l'un des solvants chlorés les plus utilisés. En 1990, 95% de la production de TCE en Europe était destiné au nettoyage ou au dégraissage des métaux. Depuis 2016, il fait partie de la liste des substances figurant à l'annexe XIV du REACH ("liste d'autorisation").

L'exposition en milieu professionnel se fait en général par **inhalation**, les solvants étant volatiles, mais elle peut également se faire par **voie cutanée**. Selon la voie d'exposition et la quantité absorbée, l'exposition peut entraîner des effets à court terme tels que la fatigue, les étourdissements, les maux de tête ou encore des éruptions cutanées. Les effets secondaires à long terme peuvent inclure des problèmes de peau chroniques, des dommages du système nerveux, des reins ou du foie. Certains solvants chlorés sont également associés à la survenue de cancer. La cancérogénicité associée aux solvants chlorés dépend des composés spécifiques. À ce jour, seul le trichloréthylène est classé cancérigène certain pour les humains (groupe 1) par le CIRC pour son association avec le cancer des cellules rénales. Une association positive a été également retrouvée avec le cancer du foie et le lymphome non hodgkinien. On peut également noter le tétrachloréthylène, classé 2A pour une association avec le cancer de la vessie (IARC, 2014).

En 2010, d'après l'enquête SUMER (Vinck & Memmi, 2015), les proportions de salarié·e·s exposé·e·s aux principaux solvants chlorés étaient les suivants :

- Trichloréthylène, 0.3% (n= 64 200) de l'ensemble des salarié·e·s (les hommes 0.3% (n= 58 000) et les femmes 0.1% (n= 6 200)).
- Perchloroéthylène, 0.1% (n= 30 300) de l'ensemble des salarié·e·s (les hommes : 0.2% (n= 20 700) et les femmes : 0.1% (n= 9 600)).
- Dichlorométhane, 0.3% (n= 69 700) de l'ensemble des salarié·e·s (les hommes : 0.5% (n= 58 500) et les femmes : 0.1% (n= 11 200)).

Note : Quelques appellations synonymes

Les appellations (synonymes) suivantes peuvent également être utilisées pour désigner certains composés chimiques : le perchloroéthylène ou tétrachloroéthylène ; le dichlorométhane ou chlorure de méthylène ; le chloroforme ou trichlorométhane ; et le tétrachlorure de carbone ou tétrachlorométhane.

5.1.2. Rappels sur les méthodes d'évaluation rétrospective des expositions professionnelles

5.1.2.1. L'évaluation rétrospective des expositions

L'évaluation de l'exposition (angl. *exposure assessment*) peut être définie comme un procédé visant à établir une classification entre des sujets « exposés » et des sujets « non exposés » à un agent particulier. Cette classification peut être binaire ou fonction de niveaux d'exposition (Cordier & Stewart, 2014, p. 614). Cette étape constitue une donnée essentielle dans la conduite d'une étude épidémiologique car les principaux paramètres utiles à l'épidémiologiste (tels que les RR) sont établis sur la base de cette dichotomie entre « exposés » et « non exposés », mais surtout parce que la valeur informative d'une étude, aussi bien descriptive, qu'analytique, repose sur la qualité des données d'exposition disponibles. Plusieurs méthodes d'évaluation d'exposition ont été développées (Benke et al., 2001; Kauppinen, 1994; Teschke et al., 2002). Le choix d'une méthode dépend notamment de la connaissance de la maladie ou du facteur de risque investigué (ex : temps de latence, voies d'exposition etc.), du champ investigué (industrie-spécifique ou population générale), de la praticité de l'outil (ex : facilité d'utilisation, caractère invasif etc.), de son coût global (en personnel et en temps notamment) et surtout de sa validité relative aux autres méthodes disponibles. Nous nous intéresserons en particulier aux méthodes d'évaluation d'exposition individuelle en milieu professionnel de type rétrospectif. Majoritairement mises en œuvre dans les études épidémiologiques portant sur les cancers d'origine professionnelle (cf. [Chapitre 4](#)), les évaluations rétrospectives permettent – entre autres (Rothman, Greenland, & Lash, 2008, p. 123-125) – un gain de temps, tirant parti de la possibilité d'obtention des informations sur les expositions ayant déjà pris cours. Parallèlement, la principale difficulté qui se présente toutefois est la reconstitution fidèle et complète des parcours professionnels, avec dans l'idéal une reconstitution des expositions professionnelles, mais aussi des expositions para-professionnelles ou domestiques auxquelles les individus ont été soumis.

Parmi les méthodes d'évaluation rétrospectives, deux sont, lorsqu'envisageables, particulièrement sollicitées par les chercheur·e·s : l'évaluation d'experts et les matrices emplois-expositions (cf. [Chapitre 4](#)).

5.1.2.2. L'évaluation rétrospective de l'exposition en épidémiologie

***L'évaluation à dire d'experts (avec reconstitution des parcours professionnels) :
une amélioration prise en compte des déclarations des sujets***

La reconstitution détaillée des parcours professionnels est faite – de manière privilégiée – par le biais d'entretiens semi-dirigés. Contrairement à la déclaration des sujets – par le biais d'un questionnaire standardisé centré sur les expositions (Nieuwenhuijsen, 2005) –, ce procédé présente moins de contraintes de mémoire pour les sujets, qui souvent n'ont pas assez de repères leur permettant de situer leur exposition par rapport à leur environnement de travail qui pour certains de ses aspects peut s'avérer difficile à relater sur une période longue (ex : la nature des produits utilisés). Ces histoires professionnelles sont ensuite soumises à des « expert-e-s » (souvent des hygiénistes industriels, des chimistes, ou encore des médecins du travail) qui évaluent l'exposition pour chaque période d'emploi occupé.

L'évaluation d'expert-e-s ou expertise est parfois considérée dans la littérature comme l'étalon d'or en termes d'évaluation rétrospective d'expositions professionnelles, et ce en raison d'une meilleure précision dans la classification des emplois en fonction de l'exposition. En effet, les expert-e-s ont l'avantage de pouvoir se rapporter aux expériences de terrain, et donc à certains paramètres influant les niveaux d'exposition pour chaque individu à des moments précis. Ce sont à titre d'exemple : la prise en main des matériaux, les tâches réellement effectuées nécessaires mais pas forcément prescrites etc. En outre, les expert-e-s connaissent en général les hypothèses de recherche de l'étude, ils-elles peuvent ainsi discerner les situations, les agents, les niveaux d'exposition les plus pertinents (Teschke, 2003; Teschke et al., 2002a). D'autres éléments contextuels peuvent également être pris en compte par les expert-e-s tels que les changements dans les processus de production, dans la législation en termes de sécurité (et leur application réelle ou non) etc. L'évaluation d'expert-e-s présente cependant certaines limitations, à la fois en termes de praticité, mais aussi de performance (capacité à évaluer une exposition, à minimiser des biais de classification, et à préserver la puissance statistique de l'échantillon (Bouyer & Hémon, 1993)).

D'abord, d'un point de vue pratique, la procédure est assez longue et coûteuse, notamment lorsqu'il est question de grands échantillons. Elle exige par ailleurs une collaboration de long terme avec des expert-e-s « expérimenté-e-s », un personnel de plus en plus difficile à réunir. De plus, si l'expertise peut être suffisante dans le cas d'études mono-centriques où une équipe unique peut uniformément discuter et évaluer les expositions, dans le cas d'études multicentriques – tant aux niveaux nationaux qu'internationaux –, des différences significatives d'appréciation entre les expert-e-s de différents centres pourraient influencer sur la comparabilité des données. La réalisation

d'une évaluation ne dépendrait donc plus seulement de la capacité de chaque expert·e ou groupe d'expert·e-s à attribuer des indices d'expositions précis, mais elle reposerait également sur les processus de standardisation et d'harmonisation qui accompagneraient l'évaluation. Ensuite, en termes de performance, la forte dépendance à l'égard des emplois et tâches déclarés – dont la précision a été mise en question (Rybicki et al., 1998; Teschke, 2003, p. 125) –, combinée à la différence d'évaluation des expert·e-s (Benke, Sim, Forbes, & Salzberg, 1997; Money, Robinson, Agius, & de Vocht, 2016; Rybicki et al., 1998) peut introduire un biais d'information ; ce biais serait toutefois mineur selon certaines études (Siemiatycki, Fritschi, Nadon, & Gérin, 1997). Elle peut également affecter les seuils de sensibilité et de spécificité⁷⁶. Certaines de ces difficultés pratiques, l'harmonisation par exemple, peuvent être résolues par les matrices emplois-expositions.

Les matrices emplois-expositions (MEE) : une amélioration de l'utilisation des intitulés d'emplois

Les matrices emplois-expositions (MEE) sont des bases de données proposant des correspondances entre des intitulés d'emplois et des indices d'exposition à une ou plusieurs nuisances. À l'intersection de chaque colonne (indices d'exposition) et de chaque ligne (intitulés d'emplois) du tableau croisé, une valeur d'exposition, généralement semi-quantitative (pour les MEE récentes) est renseignée. Parce que les expositions peuvent varier considérablement pour une même profession selon le secteur d'activité, la matrice vise à définir des groupes à l'intérieur desquels l'exposition professionnelle à l'agent étudié est la plus homogène possible. En règle générale, ces groupes homogènes sont représentés par les emplois. Les MEE peuvent également intégrer le facteur temps, prenant ainsi en compte l'évolution des procédés et des réglementations, l'exposition à un agent donné pouvant pour un même emploi évoluer au cours du temps.

La présentation classique d'une MEE est illustrée par le [Tableau 5-1](#). Cette méthodologie, *i.e.* un croisement entre une liste de professions et une liste de nuisances, a été pour la première fois

⁷⁶ La **sensibilité** pour un test (ou un diagnostic) exprime la probabilité qu'un cas dans une population soit identifié comme tel par le test. Autrement dit, il s'agit de la probabilité pour un test de diagnostiquer correctement un cas, ou la probabilité qu'un cas donné soit identifié par le test. On pourrait également la définir comme la capacité du test à discriminer, parmi les observations classées positives, les cas réels (appelés les vrais positifs) des non-cas (faux positifs).

La **spécificité** pour un test exprime la probabilité qu'un non cas soit correctement identifié comme tel par le test. Autrement dit, il s'agit de la probabilité pour un test d'identifier correctement un non cas. On pourrait par ailleurs la définir comme la capacité du test à discriminer, parmi les observations classées négatives, les non-cas (vrais négatifs) des cas réels (faux négatifs).

présentée en 1941 dans le manuel de la médecine du travail de Reed et Harcourt (1941). Toutefois, la première utilisation de manière systématique de ce type de tableau dans une étude épidémiologique a été développée au début des années 1980 par Hoar *et al* (Goldberg et al., 1993; Hoar, Morrison, Cole, & Silverman, 1980). Plusieurs MEE ont été développées, puis améliorées depuis (Benke, Sim, Fritschi, & Aldred, 2000; Friesen, 2003; Kauppinen, Toikkanen, & Pukkala, 1998), bénéficiant : (1) d'une meilleure définition des intitulés de postes, dorénavant utilisés avec des niveaux de découpages plus fins de nomenclatures, ou construits comme des combinaisons entre des intitulés de profession et de secteur d'activité, (2) de meilleures descriptions des indices d'exposition, passant de variables binaires à catégorielles, (3) et d'un répertoire plus élargi de nuisances (agents) couvertes par les matrices. Ces améliorations, ainsi que l'intérêt suscité par la méthode ont permis d'étendre le champ d'applications des MEE au-delà leur domaine originel, celui de l'étude des cancers (Fell et al., 2016; Kennedy, Le Moual, Choudat, & Kauffmann, 2000). Suivant leur construction, deux types de MEE peuvent être distingués, les MEE « site-spécifique », « industrie-spécifique » ou « population spécifique » (MEE-PS) et les MEE en « population générale » (MEE-PG).

Tableau 5-1

Présentation d'une matrice emplois-exposition spécifique à un agent

Emplois	Période	Indices d'exposition à l'agent A ^a
Profession 1 x secteur d'activité 1	Période 1	P ¹¹¹ , I ¹¹¹ , F ¹¹¹
Profession 1 x secteur d'activité 1	Période 2	P ¹¹² , I ¹¹² , F ¹¹²
Profession 2 x secteur d'activité 1	-	P ²¹ , I ²¹ , F ²¹
...		
Profession P x secteur d'activité A	Période T	P ^{PAT} , I ^{PAT} , F ^{PAT}

Lecture : Pour la profession 1, occupée dans le secteur d'activité 1 à la Période 1, les indices d'exposition associés, spécifiques à cette combinaison « Profession — Secteur d'activité — Période », sont la probabilité d'exposition P¹¹¹, l'intensité I¹¹¹ et la fréquence F¹¹¹

a exemple d'indices d'exposition : probabilité (P), intensité (I) et fréquence (F).

Les MEE-PS sont basées sur des informations d'exposition obtenues à partir d'études menées sur une industrie spécifique. Ces matrices sont souvent construites de manière *ad hoc* pour des usines spécifiques. Elles peuvent à cet égard fournir des données d'exposition plus précises que les MEE-PG. En effet, parce que construites sur des environnements plus réduits, et donc plus homogènes, ces matrices seront plus à même de minimiser les erreurs de classification dues à la variabilité au

sein des intitulés d'emplois. Cependant, elles ne peuvent, de par leur spécificité, être appliquées à d'autres populations. En l'absence de mesurages, les « cases » de la matrice peuvent être complétées de diverses manières, dont une utilisation des jugements d'expert-e-s, ou encore de modèles statistiques extrapolant les données connues.

Les MEE-PG sont au contraire indépendantes de tout site spécifique et ont vocation au contraire à couvrir une population de travailleur-euse-s représentative de la population générale. Elles se nourrissent sur la base d'informations collectées (ou de valeurs moyennes mesurées) dans la population générale, et non pas sur un ou plusieurs sites spécifiques. Les données de la littérature et des évaluations d'expert-e-s peuvent également concourir à la construction des MEE-PG. Aussi, en tirant leurs données directement des contrôles (ou en se référant à des données techniques), elles permettent de surmonter certains biais de déclaration⁷⁷. Elles permettent également de noter cependant que les conditions locales (données) sur lesquelles une matrice est construite auront tendance à différer des conditions de la population d'étude sur laquelle la matrice sera appliquée.

Les MEE présentent plusieurs avantages, notamment en termes de praticabilité. Une fois construites, elles apportent un avantage en termes de coût économique et de temps, car elles permettent l'évaluation des expositions uniquement sur la base des intitulés d'emplois des sujets. Ces données peuvent être obtenues à coût relativement faible, à partir de sources administratives (employeurs, assurances, etc.) ou de questionnaires. En outre, les MEE, notamment pour les MEE-PG, peuvent être utilisées pour plusieurs enquêtes épidémiologiques. En termes de performance, les MEE permettent principalement de fournir des estimations de prévalence pour un agent donné. Toutefois, elles peuvent également contribuer à l'identification de facteurs de risque connus dans l'optique d'analyses étiologiques (Bouyer & Hémon, 1993; Coughlin & Chiaze, 1990). L'attribution systématique d'indices d'exposition similaires pour des mêmes intitulés d'emplois par les MEE est un procédé qui présente à la fois des avantages et des limites. Elle occulte notamment le « travail réel » pour lequel peut exister une variabilité des tâches à l'intérieur d'un emploi. À titre d'exemple, bien que la plupart des peintres utilisent des solvants, certains peuvent en revanche ne pas en utiliser. Ces derniers seront toutefois classés « exposés » selon une matrice ayant classé la profession de peintre comme étant exposée aux solvants. Il pourra également s'en suivre, selon les seuils de sensibilité et de spécificité choisis, une modification (baisse) du risque différentiel et/ou du risque relatif.

⁷⁷ Dans une usine, notamment pour celles de petite taille, les travailleur-euse-s même non malades, peuvent avoir connaissance de l'état de santé de leurs collègues, ainsi que des tâches effectuées par ces dernier-e-s. Les déclarations seraient donc plus susceptibles d'être influencées par l'état de santé.

Ces imprécisions peuvent être corrigées en contextualisant davantage la MEE (temporalité, taille de l'usine etc.), à l'instar des MEE-PS (Benke et al., 2001; Kauppinen et al., 1992; Le Moual et al., 2000; Siemiatycki, Dewar, & Richardson, 1989) pour lesquelles une meilleure estimation de l'exposition – comparée à l'évaluation d'expert-e – a pu être rapportée pour de larges effectifs par intitulé d'emploi (Le Moual et al., 2000). Toutefois, et de manière corollaire, une augmentation de précision de la MEE en limitera son applicabilité générale. Cette dernière limite est précisément celle que nous nous entendons d'interroger au prisme du genre. Autrement dit, en quoi une applicabilité générale d'une MEE-PG peut-elle biaiser de manière sexuée l'évaluation de l'exposition chez les travailleur·euse·s. En quoi les différences de travail réel entre hommes et femmes peuvent-elles entraîner des sous/surestimations des indices d'exposition attribués par les MEE-PG ?

5.1.3. Comparaison entre évaluation d'experts et MEE : Un double standard genré ?

Comme le rappellent Bouyer et Hémon (1993), une validation optimale ne peut que rarement être réalisée pour un outil d'évaluation d'exposition. La performance d'un MEE se doit alors d'être comparée à une autre méthode d'évaluation prise comme référence (cf. [Tableau 5-2](#)). Ainsi, en l'absence de données mesurées, l'évaluation d'expert-e-s est généralement prise pour méthode référence.

Depuis le début des années 1990⁷⁸, de nombreux travaux en épidémiologie professionnelle ont porté de manière théorique ou pratique sur des comparaisons entre évaluations d'expert-e-s et MEE. S'appuyant sur des données fictives ou empiriques, ces études ont notamment discuté de la validité et de la concordance entre les estimations produites par ces deux outils, mais aussi de leur capacité à évaluer précisément les expositions dans la recherche étiologique (Bhatti et al., 2011; Bouyer et al., 1995; Bouyer & Hémon, 1993; Dumas et al., 2012; Luce, Gérin, Berrino, Pisani, & Leclerc, 1993; Nam, Rice, & Gail, 2005; Offermans et al., 2012; Rybicki, Johnson, Peterson, Kortsha, & Gorell, 1997; Stücker, Bouyer, Mandereau, & Hemon, 1993). Les évaluations d'expert-e-s sont d'une manière générale plus sensibles que les MEE (MEE-PG) et sont considérées comme la méthode de référence ; des différences d'évaluation sont alors attendues lorsque les deux méthodes sont utilisées. Cependant, les travaux effectués sur la comparaison entre ces deux outils ont porté peu d'attention à l'analyse des désaccords constatés entre les deux évaluations. Sont-ils aléatoires ? Sont-ils confinés à des situations d'exposition particulières ? Traduisent-ils des différences sociales, notamment de genre, dans l'appréciation de la distribution des risques

⁷⁸ Travaux menés par le « European Concerted Action Retrospective Evaluation of Occupational Exposure in Cancer Epidemiology »

d'expositions professionnelles chez les travailleurs et les travailleuses ? En d'autres termes, quelles sont les caractéristiques des travailleur·euse·s ou des postes (profession, CSP, secteur d'activité, etc.) pour lesquelles des accords, des désaccords sont notés ?

Tableau 5-2

Comparaison des caractéristiques principales des méthodes d'évaluation d'exposition (adapté de Teschke et al, 2002)

Type d'évaluation de l'exposition	Généralités sur la validité et la consistance
MEE-PG	Comparé aux autres MEEs, aux déclarations des sujets et évaluations d'experts, les MEE-PG sont généralement de faible validité et cohérence.
Déclaration des sujets	Comparé aux données mesurées et évaluations d'experts, les déclarations des sujets sont habituellement meilleures que les MEEs, avec cependant une grande variabilité dans la validité et la cohérence des estimations selon les agents et selon les études.
Évaluation d'experts	Comparée au données mesurées, les évaluations d'expert sont légèrement meilleures que les déclarations des sujets, avec cependant une grande variabilité dans la validité et la consistance des estimations selon les agents et selon les études.
Algorithmes décisionnels* (*Conçus sur la base de questionnaires)	Ils présentent en général des résultats comparables à l'évaluation d'experts (Bourgard et al., 2013; Melissa C. Friesen et al., 2013):

5.2. Objectifs

Dans ce chapitre, les analyses sont basées sur une enquête menée auprès de patient·e·s atteint·e·s de cancer en Seine Saint-Denis, l'étude Giscop93. À l'échelle du poste de travail, l'exposition aux solvants chlorés telle qu'évaluée par un comité d'expert·e·s de l'équipe du Giscop93 (approche individuelle) a été comparée à une évaluation effectuée par la matrice emplois-expositions en population générale Matgéné (approche moyennante). Les MEE-PG « tous solvants » de Matgéné ont été utilisées dans cette étude. Pour rappel, la matrice « tous solvants » agrège des mesures d'exposition à au moins l'un des cinq solvants chlorés suivants : **trichloréthylène**, **perchloréthylène**, **dichlorométhane**, **tétrachlorure de carbone** et **chloroforme**. L'évaluation d'expert·e porte quant à elle sur **l'ensemble des solvants chlorés** identifiés par les expert·e·s. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'examiner, à travers cette comparaison entre évaluation d'expert·e·s et d'une MEE-PG, l'impact potentiel des biais de genre dans la production des indices d'expositions. Plus précisément, il s'agit, pour ces indices d'expositions, de :

- (1) Évaluer la proportion d'accord et de désaccord entre les deux évaluations ;

- (2) Dresser le profil des postes pour lesquels des désaccords sont notés et discuter de leurs caractéristiques au regard de la division sexuée du travail.

5.3. Hypothèses

Comme précédemment évoqué (cf. [section 5.1.2.2](#)), l'une des limites majeures des MEE est le fait qu'elles ne prennent pas en compte la variation à l'intérieur d'un même intitulé d'emploi. Les MEE sont construites et appliquées de manière à attribuer des indices d'expositions similaires pour un même intitulé d'emploi. Cet aspect peut alors constituer une limite, notamment si l'on considère les potentielles différences d'exposition – dues aux tâches différenciées – entre les hommes et les femmes, même possédant un intitulé d'emploi similaire (cf. [section 1.3](#)). La validité relative d'une MEE comparée à une évaluation d'expert-e-s varie considérablement en fonction de l'agent à l'étude, de sa prévalence dans la population (Teschke, 2003). Nous savons par ailleurs que les MEE (notamment les MME-PG) sont pour beaucoup construites sur la base de données d'exposition passées. De fait, leur capacité d'exhaustivité et/ou de prise en compte de la variabilité de l'emploi peut être questionnée, notamment pour ce qui est des intitulés d'emplois répertoriant des postes occupés par des femmes, des postes généralement associés à des expositions de faible prévalence ou intensité (cf. [Figure 5-1](#)). Aussi, les MEE sont également construites sur la base de nomenclatures socio-économiques. De ce fait, leur degré de précision est fortement lié au degré de précision des nomenclatures sur lesquelles se base leur construction. Par conséquent, il ne serait pas invraisemblable que le découpage des nomenclatures d'activité, lui-même sexué – *i.e.* celui entre les secteurs majoritairement masculins et les secteurs majoritairement féminins –, génère des erreurs de classification affectant davantage les positions occupées par des femmes, ces dernières étant définies de manière moins précise.

Dans ce chapitre, nous faisons l'hypothèse d'une sous-estimation des indices d'exposition attribués par la MEE-PG comparés à ceux de l'évaluation d'expert-e-s pour les expositions associées à des postes occupés par des femmes. Plus précisément, nous posons les deux hypothèses suivantes :

- (1) Les désaccords entre évaluation d'expert-e-s et la MEE diffèrent selon les caractéristiques du poste évalué.
- (2) Les désaccords entre évaluation d'expert-e-s et la MEE sont plus marqués pour les postes occupés par les femmes.

5.4. Matériel et méthodes

5.4.1. Les sources des données

5.4.1.1. Les nomenclatures socio-économiques

Trois classifications, les professions et catégories socioprofessionnelles, la nomenclature d'activités française et les familles professionnelles, ont été utilisées tout au long de l'étude, ainsi que les données auxquelles elles se rapportent en population générale française (ex : taux de féminisation des secteurs d'activité). Des tables de passage construites par l'Insee permettant des correspondances entre ces nomenclatures ont également été utilisées.

Les professions et catégories socioprofessionnelles

La nomenclature des « Professions et Catégories Socioprofessionnelles » (PCS) est une classification des métiers en titres de profession (soit 498 pour l'édition 2003). Cette classification se base sur de multiples critères de stratifications sociales et hiérarchiques tels que le statut (indépendant ou salarié), la nature de l'employeur (privé ou public), le niveau d'études, etc. (Desrosières et Thévenot, 2002; Insee, 2016). L'Insee fournit 3 découpages ou niveaux pour les PCS ; à titre d'exemple, on aurait pour un bétonneur les classifications en niveau 1 : (6) Ouvrier ; en niveau 2 : (62) ouvriers qualifiés de type industriel ; et en niveau 3 (le plus précis) (621b) ouvriers qualifiés du travail du béton.

La Nomenclature d'Activités Française

La « Nomenclature d'Activités Française » (NAF) est une nomenclature des activités économiques productives. Elle se base notamment sur la nature des procédés employés et leur degré de spécialisation. Dans son édition 2000, elle comporte 5 niveaux, dont le dernier, soit le niveau le plus détaillé, comporte 696⁷⁹ sous-classes. Ce niveau est également le seul propre à l'industrie française. Afin de faciliter les comparaisons internationales, la NAF (pour les 4 premiers niveaux) suit la même structure que la Nomenclature d'Activités Européenne (NACE), elle-même déclinée de la Classification Internationale Type, par Industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI) (Insee, 2018b). La CITI est la classification internationale de référence des

⁷⁹ 712 dans son édition 2003, et 732 dans sa dernière édition (2008).

activités de production. Elle vise à fournir un ensemble de catégories pouvant servir à l'établissement des statistiques des activités de production (Nations Unies, 2009).

Les Familles Professionnelles

Les Familles Professionnelles (FAP) sont des nomenclatures de métiers. Elles regroupent les professions qui font appel à des compétences communes sur la base de « gestes professionnels » proches. Elles servent une logique opérationnelle de placement. Leur construction résulte d'un rapprochement entre la PCS et le « Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois » (ROME) utilisé par Pôle Emploi pour coder les emplois recherchés par les demandeur·euse·s ainsi que les offres déposées par les entreprises. Les familles professionnelles sont donc des regroupements de métiers et diffèrent des secteurs d'activité, fondés sur l'activité principale de l'entreprise. Les FAP édition 2009, utilisées ici, regroupent 87 familles professionnelles, elles-mêmes rassemblées en 22 domaines (Dares, 2013, Dares, 2009).

À noter que différentes tables de passage sont fournies par l'Insee afin de convertir les nomenclatures d'une édition à une autre : PCS 2003 à PCS 1994, NAF 2003 à NAF 2000, PCS 2003 à FAP 2009.

5.4.1.2. L'enquête du Groupement d'Intérêt Scientifique pour les Cancers d'Origine Professionnelle en Seine Saint-Denis (Giscop93)

Le Giscop93, historique

À la fin des années 1990, un excès significatif et croissant de mortalité précoce par cancer (en particulier des voies respiratoires et urinaires), devint apparent en Seine Saint-Denis (Ile-de-France), faisant de cette pathologie la principale cause de décès du département. Parallèlement, la composition démographique (surreprésentation d'ouvrier·e·s), conjuguée à l'histoire industrielle du département suggérait qu'une part non négligeable de cette hausse d'incidence pouvait être attribuable à des expositions industrielles. C'est en réponse à cette situation qu'est initié en 1998 le « Réseau de surveillance des cancers d'origine professionnelle en Seine Saint-Denis⁸⁰ » (SCOP 93), un réseau de recherche-action associant expert·e·s-chercheur·e·s de différents domaines (sociologues, médecins, toxicologues, juristes, épidémiologistes etc.), personnel médical et collectivité locale. En 2002, une enquête permanente sera lancée avec pour objectif de retracer les

⁸⁰ Formellement Association Surveillance des Cancers d'Origine Professionnelle (SCOP)

expositions professionnelles à travers le parcours de patient·e-s atteint·e-s de cancers. Le cancer apparaît donc ici comme un « événement sentinelle » permettant d'une part : une information rétrospective sur les expositions professionnelles aux cancérrogènes, ainsi que l'organisation du travail et ses mutations, et d'autre part, une connaissance prospective sur les obstacles à la reconnaissance du cancer en tant que maladie professionnelle (Thébaud-Mony, 2006, 2008a). En 2006, l'association SCOP93 devient GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique), d'où la dénomination Giscop93.

Recrutement des patient·e-s

L'enquête Giscop93 vise à retracer l'histoire professionnelle de patient·e-s diagnostiqué·e-s d'un cancer. Davantage de d'informations sur la sélection des participant·e-s peuvent être retrouvés ailleurs (Lanna, 2013; Thébaud-Mony, 2008a). En résumé, les participant·e-s éligibles sont des patient·e-s vivant en Seine Saint Denis au moment de leur diagnostic et admis·e-s dans un des services partenaires du Giscop93 (établissements hospitaliers publics du département). Par l'intermédiaire du service hospitalier, une proposition de participation à l'étude est soumise à chaque patient·e atteint·e d'un cancer respiratoire, urinaire ou hématologique.

Entre 2002 et 2015, 1 029 hommes et 224 femmes (dont le consentement a été obtenu et l'entretien réalisé), ont été recruté·e-s dans les services partenaires de 4 hôpitaux⁸¹ collaborant avec le Giscop93. Ce pool de patient·e-s constituait 57% des signalements (cf. [Tableau 5-3](#)). Les consentements ont été obtenus des patient·e-s eux-mêmes, ou par l'intermédiaire d'un proche lorsqu'ils-elles étaient décédé·e-s. L'âge moyen (\pm ET) au diagnostic est de 64.0 \pm 10.2 ans pour les hommes et de 60.9 \pm 11.3 pour les femmes, avec 35.6% et 50.0% respectivement âgés de moins de 60 ans. Respectivement 24.9% des hommes et 34.2% des femmes occupaient un emploi lors de la survenue de leur cancer.

⁸¹ CHU Avicenne, Bobigny : service d'oncologie (2002-2012) ; service Hématologie (2002-2005) ; CH Robert Ballanger : service de pneumologie (2002-2014) ; CHI Le Raincy Montfermeil : service de pneumologie (2002-2014), d'oncologie (2002-2014) et d'urologie ; Fédération inter hospitalière d'urologie de Seine St Denis (2012- en cours (CHI Robert Ballanger, CHI André Grégoire, SHI Le raincy Montfermeil, Hôpital Delafontaine, CHI Jean Verdier).

Tableau 5-3

Caractéristiques de l'échantillon d'étude de l'enquête Giscop93						
	Hommes		Femmes		Total	
Notification de l'hôpital	1738	(78.5)	470	(21.5)	2215	(100)
<i>(n, (%) en ligne)</i>						
Entretiens ***	<i>(n, (%) en colonne)</i>					
<i>Réalisé</i>	1029	(59.2)	224	(47.7)	1253	(56.6)
<i>Non-participation</i>	709	(40.8)	246	(52.3)	962	(43.4)

Lecture : Au 31 décembre 2015, un total de 470 notifications (soit 21.5% de l'ensemble) concernant des patientes a été effectué par les services hospitaliers partenaires du Giscop93. Parmi ces dernières, 224 patientes (soit 47.7%) ont accepté de participer à l'étude.

Champ : Enquête e-s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

*** $p < 0.001$, Test exact de Fisher, bilatéral, relatif à la différence entre hommes et femmes

Entretiens de reconstitution des parcours professionnels

L'histoire professionnelle détaillée, avec les emplois successifs effectués, est collectée par le biais d'un entretien semi-dirigé, par des sociologues ou psychologues du travail formé-e-s à cet exercice. En cas d'indisponibilité du-de la patient-e, pour cause notamment de maladie ou de décès, l'entretien peut être réalisé avec un-e proche. Durant l'entretien, les patient-e-s sont encouragé-e-s à se remémorer leur environnement de travail, ainsi que les tâches effectuées. La description de l'activité de « travail réel » est privilégiée (Lanna, 2013). La chronologie de l'histoire professionnelle est dans la mesure du possible étayée par des documents administratifs fournis par les patient-e-s : contrats de travail, fiches de paie etc. Les professions enregistrées ont été codées d'après les nomenclatures PCS 1984 et 2003, et les secteurs d'activité d'après la NAF 2003. Les informations d'ordre médical, notamment le statut de maladie, codé en CIM-10, sont obtenues à partir des dossiers médicaux des patient-e-s.

Expertise des expositions professionnelles

Une fois collectés, les parcours professionnels des patient-e-s sont transmis à un collègue pluridisciplinaire d'expert-e-s (médecin du travail, hygiéniste industriel, contrôleur de la CRAM, sociologue du travail...) qui, au cas par cas, évaluent les périodes d'emplois des patient-e-s sur la base de la description de l'activité réelle de travail relatée par ces dernier-e-s, et éventuellement de la documentation fournie par les enquêtrices. Ce groupe est constitué de 3 à 7 expert-e-s suivant

les séances. Pour chacune des périodes travaillées, les expert-e-s indiquent de manière semi-quantitative leur degré de certitude quant à la présence ou non d'une exposition particulière (probabilité). Les agents recherchés, une soixantaine (liste évolutive, cf. [annexe Tableau 0-7](#)), sont tirés, avec des adaptations mineures, de la classification CIRC des agents classés cancérogènes (catégories 1, 2A et 2B, cf. [Encadré 3](#)). Certains agents ont ainsi été regroupés sous la même désignation. Pour les fibres d'amiante à titre d'exemple, l'agent générique « amiante » a ainsi été retenu, car il n'existe aucune possibilité pratique de savoir si le-la travailleur-se a été exposé-e il y a 30 ans à la trémolite, à la crocidolite ou au chrysotile. Ce cas de figure est également rencontré pour les différents types de solvants chlorés. Ils ont conséquemment été regroupés. Les expert-e-s travaillent suivant un canevas spécifique (cf. [annexe Figure 0-1](#)) : en cas de présence suspectée d'un agent au poste de travail décrit, cinq indices d'exposition sont assignés à ce dernier :

- une probabilité d'exposition qui exprime le degré de confiance des expert-e-s vis-à-vis de l'exposition à un agent. Elle prend les modalités : (1) incertaine, (2) probable ou (3) certaine ;
- une fréquence d'exposition qui exprime une durée moyenne journalière d'exposition en 4 catégories : (1) <20 min ; (2) 1h30 < ; (3) 4h < et (4) 8h < ;
- une intensité d'exposition, faite selon une estimation qualitative sur 5 catégories, (1) très faible (*i.e.* légèrement supérieure au niveau de fond dans l'environnement ou à la limite de détection), (2) faible, (3) moyenne, (4) forte, et (5) très forte ;
- la présence potentielle de pics d'exposition (binaire, oui/non).
- la durée d'exposition en mois

5.4.1.3. La matrice emplois-expositions Matgéné (InVS)

Généralités

Matgéné est un programme de matrices emplois-expositions développé par l'InVS (Santé Publique France). Les détails concernant leur construction sont décrits par Luce et al. (2006), et Févotte et al. (2011). En résumé, Matgéné est un programme composé de plusieurs matrices spécifiques à un agent (ex : trichloréthylène) ou une famille d'agents (ex : des solvants chlorés). Les agents sont sélectionnés selon plusieurs critères : leur pathogénicité (notamment cancérogénicité) présumée ou prouvée ; leur prévalence dans la population française ; la qualité et la quantité des données techniques et des mesures d'exposition disponibles.

Les matrices du programme Matgéné sont construites par une combinaison de méthodes d'évaluations, dont des expertises ; la méthode d'élaboration est décrite dans la note

méthodologique en Annexe 1 du rapport de 2006⁸². Les données sont réunies par le biais d'une recherche documentaire se concentrant en premier chef sur la littérature chimique, physique et toxicologique des agents investigués. Les différentes situations d'exposition à l'agent dans l'environnement professionnel sont inventoriées : utilisation directe ou indirecte (comme mélange, composé de production, etc.), production secondaire (combustion, réaction chimique, etc.) etc. La démarche, basée sur un travail d'investigation (de terrain y compris, par le biais de contacts en entreprises, avec des médecins du travail etc.), s'appuie sur des données techniques (métrologie de l'INRS, dans la mesure de l'accessibilité des données de la base COLCHIC, centres techniques, filières industrielles) et réglementaires.

La matrice (tous) solvants chlorés

Cinq solvants chlorés sont représentés par le programme Matgéné : le trichloroéthylène ; le perchloroéthylène ; le dichlorométhane ; le chloroforme ; et le tétrachlorure de carbone (ou tétrachlorométhane). Ils ont été choisis par l'InVS au regard de l'importance de leur utilisation dans le milieu industriel, de leur degré de toxicité, de leur réglementation et des données métrologiques disponibles. Aussi, chaque libellé d'emploi identifié comme étant exposé à l'un de ces solvants a été inclus dans une matrice additionnelle. Cette dernière fournit ainsi une évaluation de l'exposition à au moins un de ces cinq solvants chlorés. Elle est désignée comme la matrice « tous solvants chlorés ».

Les périodes d'exposition retenues

Les périodes retenues ont été définies par rapport à la législation concernant l'utilisation des solvants considérés, mais aussi par rapport à l'évolution des technologies et à l'introduction de nouvelles mesures de protection. Rétrospectivement, on estime que les changements notables dans la mise en place de mesures de protection dans le milieu industriel ont eu lieu dans les années 1970, puis au milieu des années 1980. Les périodes retenues par Matgéné sont donc les suivantes : 1950-1969 ; 1970-1984 ; 1985-1994 ; 1995-2007. Elles sont quasi similaires pour tous les solvants chlorés retenus, à l'exception du tétrachlorure de carbone pour lequel on estime l'exposition en milieu professionnel très limitée dès 1994.

⁸² Le programme Matgéné Matrices emplois-expositions en population générale, État d'avancement - septembre 2005 (Luce, Fevotte et al. InVS, 2006)

Les indices d'évaluation d'exposition

Pour chaque solvant chloré, les matrices présentent des indices d'exposition pouvant varier selon les périodes d'exposition identifiées. L'estimation des indices d'exposition prend en compte de nombreux critères : la durée ou répartition des tâches liées à l'exposition (quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle) ; les voies de pénétration ; l'environnement de travail, la taille des entreprises, les mesures de protection utilisées etc. Généralement, les estimations représentent un compromis entre toutes les situations existantes. Leurs estimations dépendent de la quantité et de la qualité des informations professionnelles disponibles. Trois indices sont utilisés :

- La probabilité

La probabilité d'exposition évalue la proportion de travailleur·euse·s exposé·e·s aux solvants chlorés dans l'emploi concerné. Les emplois dont la probabilité d'exposition est inférieure à 1 % sont considérés comme non exposés et ne sont pas retenus pas dans la matrice. La probabilité 5% inclut les probabilités comprises entre 1% et 5%. Les probabilités sont ensuite évaluées par intervalles de 10 %, la classe 15 allant de 6% à 15 %, la 25 de 16% à 25 %, ainsi de suite jusqu'à la classe 75.

- La fréquence

La fréquence d'exposition renseigne sur le temps passé en moyenne par les opérateur·rice·s occupant ce type d'emploi à effectuer des tâches exposantes (ou à se trouver dans une ambiance exposante) sur l'ensemble du temps de travail.

- L'intensité

L'intensité d'exposition permet d'évaluer la concentration moyenne à laquelle est soumis un·e opérateur·rice occupant ce type d'emploi au moment de l'exposition, et ce en fonction des tâches effectuées et de l'environnement de travail.

5.4.2. Gestion de données

Les données ont été analysées suivant deux phases : d'abord par une définition de l'unité d'observation, celle-ci étant envisagée au niveau du poste, puis une application à ces postes de la MEE Matgéné.

5.4.2.1. Définition de l'unité d'observation et de la période

La base de données Giscop93 a une structure hiérarchique : à l'échelon le plus bas, l'exposition, au plus haut, le·la patient·e (cf. [Figure 5-2](#)). L'unité d'étude retenue ici est le poste de travail ; **un poste de travail étant défini par la combinaison entre une profession (code PCS), un secteur**

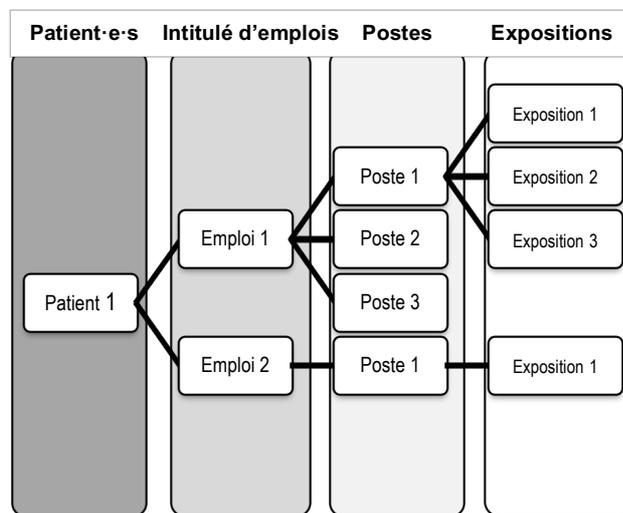
d'activité (code NAF) et une période de temps finie (date de début et date de fin du poste telles que déclarées par le patient·e). Cette période peut s'étendre sur plusieurs années.

Les périodes enregistrées par les enquêteur·rice·s du Giscop93 sont donc différentes (et non-équivalentes) des périodes de la matrice, qui elles sont définies *a priori* (cf. [section 5.4.1.2](#)). Afin de faire face aux chevauchements de périodes – d'une part, entre des périodes à multiples postes dans le parcours de certain·e·s patient·e·s (situation rare cependant) ; d'autre part entre les périodes Giscop93 et les périodes de la matrice (situation prépondérante) – les périodes travaillées tout comme les périodes définies dans la matrice ont été décomposées en années.

À noter que certaines des périodes de travail renseignées dans la base Giscop93 s'étendent au-delà des bornes proposées par la matrice solvants chlorés, soit de 1922 à 2013. La matrice, elle, fournit des indices pour des périodes d'expositions situées entre 1950 et 2007. Pour ces cas, les années travaillées avant 1950 ont été ramenées à la période 1950, tandis que les années travaillées après 2007 ont été ramenées à la période 2007.

Figure 5-2

Structure de la base Giscop93



Lecture : Le patient 1 a occupé 2 emplois au cours de sa carrière (Emploi 1 et 2). Pour le premier, il a occupé 3 différents postes de travail (Postes 1, 2 et 3). Pendant l'exercice du premier poste, il a été exposé à 3 différents agents (exposition 1, 2 et 3).

Si l'exposition 1, 2 ou 3 est l'agent d'intérêt (ex : solvants chlorés), alors le poste 1 est classé comme « exposé » à l'agent d'intérêt.

5.4.2.2. Utilisation de la matrice emplois-expositions

Conversion des codes professionnels

Cette étape est préalable à toute utilisation d'une MEE. Il s'agit de pouvoir uniformiser les nomenclatures entre les données d'intérêt et la MEE. Ici, pour les données Giscop93, les professions ont été codées suivant la PCS 2003 et la NAF 2003. Pour la matrice « Tous solvants chlorés », les professions et activités sont codées respectivement selon les PCS 1994 et NAF 2000. Des changements notables (entre les deux éditions de PCS) ou mineurs (entre NAF) existent entre ces nomenclatures. Les codes de la base Giscop93 (PCS 2003 et NAF 2003) ont donc

dû être convertis à l'aide de tables de correspondances⁸³ en codes équivalents pour Matgéné (PCS 1994 et NAF 2000).

S'agissant du passage de la nomenclature PCS 2003 à celle de la PCS 1994, pour tout code de la base Giscop93 non trouvé dans la table de passage, un code de substitution a été attribué. Ces codes « non trouvés » concernaient des catégories de professions spécifiques. Il s'agissait notamment des apprenti·e·s ou étudiant·e·s (PCS 8400) à qui le code attribué était celui de la profession à laquelle ils ou elles se formaient lorsque la tâche effectuée (révélée par le récit de vie professionnelle) était assez similaire. À titre d'exemple, pour un poste d'apprenti en chaudronnerie, codé en « PCS 8400 », a été attribué le code de chaudronnier professionnel non qualifié, « PCS 673b » (ou « PCS 623a » si on le considère qualifié). Ces ajustements concernaient également le cas de militaires (PCS 8300) pour qui était attribué le code de la profession équivalente à la principale tâche effectuée au sein des forces armées (ex : à un mécanicien dans l'armée était attribué le code pour un mécanicien dans le civil). Pour les correspondances multiples (cf. [Tableau 5-4](#)), l'attribution de la nomenclature la plus adéquate était faite manuellement au regard de l'intitulé et de la description du poste relevés en toute lettre dans l'enquête Giscop93.

Tableau 5-4

Exemple de correspondances multiples entre nomenclatures PCS2003 et PCS1994

PCS2003	Libellé PCS 2003	PCS1994	Libellé PCS 1994
621f	Ouvriers qualifiés des travaux publics	6241	Chefs d'équipe du gros œuvre ou du génie civil
621f	Ouvriers qualifiés des travaux publics	6242	Ouvriers qualifiés du travail du béton
621f	Ouvriers qualifiés des travaux publics	6243	Conducteurs qualifiés d'engins de chantiers du BTP
621f	Ouvriers qualifiés des travaux publics	6244	Autres ouvriers qualifiés du génie civil
212c	Artisans en mécanique générale, fabrication et travail des métaux	2113	Artisans divers du travail des métaux, de l'électromécanique
212d	Artisans divers de fabrication de machines	2113	Artisans divers du travail des métaux, de l'électromécanique

Lecture : L'intitulé de PCS « 2113 » dans la nomenclature PCS 1994 peut correspondre dans la nomenclature PCS 2003 à deux différents intitulés : « 212c » et « 212d »

Champ : NA

Source : Insee

⁸³ Fournies par l'InVS

Application de la matrice emplois-expositions

Dès lors que les périodes travaillées sont décomposées en années et que les nomenclatures de profession et d'activité sont harmonisées (similaires) pour les lignes de postes Giscop93 et de la matrice, cette dernière est appliquée pour chaque poste de la base Giscop93 *i.e.* pour chaque combinaison « profession (PCS) — activité (NAF) — période (année) ». Ainsi, à chaque combinaison PCS—NAF—Année de la base Giscop93 sont attribués les indices d'exposition correspondant (de même PCS— NAF—Année) fournis par la MEE.

Lors de cette étape de correspondance de la base Giscop93 et de la MEE (toutes deux désagrégées en années), les observations n'ayant pas trouvé de correspondance du fait de l'absence de combinaison PCS — NAF — année *ad hoc* dans Matgéné se sont vues attribuer par défaut une exposition nulle pour la matrice (cf. [Tableau 5-5](#)).

Tableau 5-5

Exemple d'application de la matrice Matgéné à la base de données Giscop93

Base Giscop93					Matrice Matgéné					
Poste	PCS	NAF	Période P	Ann.	P _E	PCS	NAF	Période M	Ann.	P _M
38	6237	40.3Z	1977-1997	1977	3	6237	40.3Z	1970-1984	1977	35
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z		:	35
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z		1984	35
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z	1985-1994	1985	15
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z		:	15
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z		1994	15
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z		1995	0
38	6237	40.3Z	1977-1997	:	3	6237	40.3Z		:	0
38	6237	40.3Z	1977-1997	1997	3	6237	40.3Z		1997	0

La durée du poste 38 ou (Période P, 1975-1997) s'étend sur une période recoupant 3 modalités d'évaluation distinctes de la MEE Matgéné pour la même combinaison PCS/NAF (1950-1969 ; 1970-1984 ; 1985-1994). Pour ce poste, la ligne ou observation retenue (en bleu gras) peut être extraite du découpage de la MEE fournissant l'indice de probabilité d'exposition le plus élevé, à savoir celui de la période 1970-1984 (P_M=35). La période de la MEE peut également être retenue selon l'indice de probabilité d'exposition correspondant à la période du poste la plus longue, soit le découpage 1985-1994 qui couvre 9 années sur l'ensemble du poste (P_M=15). À noter qu'aucun indice d'exposition n'est proposé par la matrice au-delà de l'année 1994. Pour cette période du poste (1995-1997), l'indice de probabilité d'exposition attribué est nul (P_M=0)

Détermination de l'indice d'exposition

À noter qu'après la désagrégation en années et la fusion avec la MEE, seule une année (une ligne) par période de poste doit être retenue. Cette ligne sera l'observation finale « poste » (PCS—NAF—Année) dans la base de données. Comme le montre le [Tableau 5-5](#), plusieurs lignes peuvent trouver des croisements avec des combinaisons différentes de la MEE, cette dernière pouvant proposer différents indices d'exposition selon la période. Alors comment choisir l'année à retenir ? Deux possibilités ont été envisagées :

- (a) Retenir la ligne fournissant la probabilité d'exposition la plus élevée par la MEE.
- (b) Retenir la ligne fournissant la probabilité d'exposition pour la plus longue période d'emploi couverte par la MEE.

5.4.2.3. Variables d'intérêt

Comparaison des évaluations MEE-expertise

Les indices d'exposition attribués par l'évaluation d'expert-e-s Giscop93 et par la MEE Matgéné étant différents, la difficulté, au regard d'une analyse comparative, a été de convenir des équivalences entre les indices d'expositions proposés par ces deux outils. **Cette difficulté nous a contraints à restreindre les analyses à l'indicateur de probabilité d'exposition.**

Par ailleurs, nous savons que les résultats obtenus par une classification binaire de l'exposition (« exposé » vs « non exposé ») peuvent varier selon les seuils de sensibilité que l'on choisit d'attribuer à l'évaluation d'expert-e ou à la MEE. Nous avons essayé de prendre en compte cet aspect. Ainsi, nous avons : (1) dans un premier temps défini de nouvelles modalités de classement de l'exposition ; (2) puis dans un second temps, nous avons créé une variable présentant les différentes formes de concordance possibles entre l'expertise et la MEE : soit un accord entre les deux méthodes, un désaccord entre les deux méthodes, ou encore une concordance non strictement définie que l'on a appelée « incertaine ».

(1) L'évaluation de l'exposition (Tableau 5-6)

Selon l'expertise :

- un poste de travail était considéré « **exposé** » à un agent d'intérêt lorsqu'une **probabilité d'exposition (P_e)** « **probable** » ou « **certaine** » était attribuée par les expert-e-s pour cet agent.

- un poste de travail était considéré « **incertain** » à un agent d'intérêt lorsqu'une **probabilité d'exposition (P_E) « incertaine »** était attribuée par les expert-e-s pour cet agent.
- un poste de travail était considéré « **non exposé** » à un agent d'intérêt lorsqu'une **probabilité d'exposition (P_E) « nulle »** était attribuée par les expert-e-s pour cet agent.

Selon la MEE :

- un poste de travail était considéré « **exposé** » à l'agent considéré lorsqu'une **probabilité P_M** telle que **$P_M \geq 35$** était attribuée par la MEE pour cet agent. Ces seuils correspondent aux usages habituels des matrices Matgéné (Carton et al., 2017; Mattei et al., 2016).
- un poste de travail était considéré « **incertain** » à l'agent considéré lorsqu'une **probabilité P_M** telle que **$5 < P_M < 35$** était attribuée par la MEE pour cet agent.
- un poste de travail était considéré « **non exposé** » à l'agent considéré lorsqu'une **probabilité (P_M) telle $P_M \leq 5$** était attribuée par la MEE pour cet agent.

Tableau 5-6

Modalités de classement de l'exposition pour l'expertise et la matrice emplois-expositions, exposition aux solvants chlorés

Modalité de classement	Expertise	MEE
Exposé	Probable Certaine	$P_M \geq 35$
Incertaine	Incertaine	$5 < P_M < 35$
Non-exposé	Probabilité nulle	$P_M \leq 5$

Lecture : Un poste était classé exposé par l'expertise si une probabilité d'exposition probable ou certaine était attribuée par les experts ; un poste était classé exposé par la MEE si une probabilité $P_M \geq 35$ était attribuée par la MEE.

(2) Modalités de la variable de comparaison des évaluations expertise-MEE (Tableau 5-7)

Après la définition des modalités de l'évaluation pour chaque outil, une variable définissant cette fois les modalités de concordance entre l'expertise et la MEE a été définie. Nous avons appelé cette variable « modalité de concordance », et elle prend les modalités suivantes :

- **Les accords positifs (accord+)** : désignant les postes classés « exposés » par l'expertise et la MEE.

- **Les accords négatifs (accord-)** : désignant les postes classés « non exposés » par l'expertise et la MEE.
- **Les désaccords (Experts+/MEE-)** : désignant les postes classés « exposés » par l'expertise et classés « non exposés » par la MEE.
- **Les désaccords (MEE+/Experts-)** : désignant les postes classés « exposés » par la MEE et classés « non exposés » par l'expertise
- **Les incertains** : désignant les postes classés selon la modalité « incertaine » par l'expertise et/ou par la MEE.

Tableau 5-7

Les différentes modalités de concordance possible entre l'expertise et la matrice emplois-exposition pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés

Modalités expertise	Modalités MEE		
	Non-exposé ($P_M \leq 5$)	Incertaine ($5 < P_M < 35$)	Exposé ($P_M \geq 35$)
Non-exposé	Accord négatif	Incertains	Dés. (MEE+/Experts)
Incertaine	Incertains	Incertains	Incertains
Exposé	Dés. (Experts +/MEE-)	Incertains	Accord positif

Lecture : Un accord négatif désigne une évaluation (pour un poste donné) « non exposé » pour l'expertise et pour la matrice emplois-expositions

Les caractéristiques du poste

L'unité d'observation étant le poste de travail, nous avons porté une attention particulière à sa définition et donc à ses caractéristiques. Il s'agit en particulier des **catégories socio-professionnelles** (PCS) et des **secteurs d'activité** (NAF). Les PCS ont été regroupées selon le **niveau de qualification** (cf. Encadré 4) Le Tableau 5-8 décrit les regroupements effectués. Les six catégories suivantes ont été retenues : (a) agriculteur·rice·s ; (b) cadres et chefs d'entreprise ; (c) professions intermédiaires, artisan·e·s, commerçant·e·s et assimilé·e·s ; (d) employé·e·s (qualifié·e·s et non qualifié·e·s) ; (e) ouvrier·e·s qualifié·e·s ; (f) ouvrier·e·s non qualifié·e·s et ouvrier·e·s agricoles

Nous avons également fait usage de la classification des corps de métiers, la FAP (2009). Ce regroupement spécifique nous a notamment permis de prendre en compte la « ségrégation

professionnelle », celle-ci étudiée au regard de la division sexuée du travail. Les FAP (distribution de l'année 1983) ont ainsi catégorisées en fonction de leur composition sexuée en population générale (Argouarc'h & Calavrezo, 2013). Cette variable a été dénotée « **taux de féminisation de la FAP** » dans nos analyses. Un seuil de ségrégation défini par tranches de 25% a été établi afin de déterminer les professions dites « traditionnelles » pour les femmes (ou à dominante féminine) de celles dites « non-traditionnelles ». Ainsi, a été défini comme « non traditionnelle » (pour les femmes) une FAP dans laquelle la proportion des femmes est inférieure à 25%. Quatre catégories ont été construites respectivement avec les seuils de : moins de 25 % (exclu), entre 25 et 50 % (exclu), entre 50 et 75% (exclu) et plus de 75%. Afin d'obtenir une meilleure homogénéité des catégories constituées, ce seuil de 1/4 (25%), également utilisé par l'administration états-unienne (U.S. Dpt Labor, 2014), a été préféré à celui de 1/3 (33.3% ou 34.3%) également retrouvé dans la littérature (Hughes, 1995). Enfin, nous avons également considéré la **part (en proportion) de chaque FAP dans l'emploi** afin d'identifier et de caractériser les métiers couvrant (ou non) un large éventail de travailleur-euse-s et/ou de professions. Cette variable a été catégorisée en 4 modalités suivant les quartiles de la distribution de la part des métiers que représentaient les postes de l'échantillon d'étude : (Q1) les FAP représentant moins de 0.6% (inclus) de l'emploi ; (Q2) entre 0.6% et 1.5% (inclus) ; (Q3) entre 1.5% et 2% (exclu) ; (Q4) plus de 2% (inclus). À noter que la distribution de la part des métiers dans l'emploi a été préférée à celle de la population générale pour le calcul des quartiles afin d'obtenir des catégories d'effectifs comparables. Enfin, la **période** à laquelle le poste fut occupé a été considérée, catégorisée suivant les trois périodes majeures correspondant à la MEE, soit aux changements de réglementation : 1922-1970, 1971-1984, et 1985-2013.

Tableau 5-8

Regroupement des catégories socioprofessionnelles par niveau de qualification

Nomination	PCS 2 chiffres
Agriculteurs	10
Cadres et Chefs d'entreprise	31 → 38 ; 23
Professions intermédiaires ; Artisans ; Commerçants et assimilés	41 → 48 ; 21 ; 22
Employés qualifiés	51, 53, 54 ;
Employés non qualifiés	52, 55, 56 ; *533c, *534a ; *541d, *542b ;
Ouvriers qualifiés	61, 62, 63, 64, 65
Ouvriers agricoles et non qualifiés	66, 67, 68, 69

ENCADRE 4: NIVEAU DE QUALIFICATION DES OUVRIER·E·S ET DES EMPLOYE·E·S

Il existe deux nomenclatures différentes pour les professions et catégories socioprofessionnelles : la nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles (PCS) qui sert à la codification du recensement et des enquêtes que l'Insee réalise auprès des ménages ; et la nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles des emplois salariés des employeurs privés et publics (PCS-ESE) qui sert aux employeurs des secteurs privés et publics à la codification des professions de leurs salarié·e·s dans les enquêtes statistiques ou dans des déclarations et formulaires administratifs.

Nous avons fait usage des deux nomenclatures, PCS & PCS-ESE, afin de re-classifier les niveaux de qualification. Pour les ouvrier·e·s, la distinction sur le niveau de qualification existe dans la nomenclature des professions et des catégories sociales (PCS). Les ouvrier·e·s non qualifié·e·s regroupent les ouvrier·e·s non qualifié·e·s (66), les ouvrier·e·s non qualifié·e·s de type industriel (67), les ouvrier·e·s non qualifié·e·s de type artisanal (68) et les ouvrier·e·s agricoles (69). Les ouvrier·e·s qualifié·e·s regroupent les ouvrier·e·s qualifié·e·s de type industriel (62), ouvrier·e·s qualifié·e·s de type artisanal (63), les chauffeur·se·s (64), les ouvrier·e·s qualifié·e·s de la manutention, du magasinage et du transport (65).

La classification du niveau de qualification des employé·e·s a été basée sur les nomenclatures proposées par Burnod et Chenud (2001), auxquelles nous avons fait des amendements suivant les nomenclatures proposées par Chardon (Amossé & Chardon, 2006; Jauneau, 2009). Les employé·e·s non qualifié·e·s regroupent : agents de service (525a, 525b, 525c, 525d), agents de surveillance et de sécurité (533c, 534a), des standardistes, opérateur·rice·s de saisie (541d, 542b), caissier·e·s ou vendeur·se·s non qualifié·e·s (551a, 552a, 553a, 554a, 554h, 554j, 555a), serveur·se·s et employé·e·s non qualifié·e·s de la restauration et du tourisme (561a, 561d, 561e, 561f), assistant·e·s maternel·le·s (563a), aides à domicile, aides ménagères (563b), employé·e·s de maison et personnels de ménage (563c), concierges et gardien·ne·s d'immeubles (564a), employé·e·s des services divers (564a).

5.4.3. Méthodes d'analyse statistiques

(L'ensemble des analyses a été réalisé sous Stata v14.2 (StataCorp, 2015)).

5.4.3.1. Tableaux d'effectifs

Les différences de distribution des effectifs dans les tables de contingence ont été analysées par des **tests bilatéraux de Fisher**.

5.4.3.2. Analyse de concordance

Une part de notre analyse a été consacrée à l'évaluation de la concordance entre les indices d'expositions attribués par l'évaluation d'expert·e·s Giscop93 et ceux attribués par les MEE Matgéné. Deux statistiques ont été calculées : d'une part des mesures d'**accord global** *i.e.* la

proportion d'observations classées de la même manière par deux évaluateur-ric-e-s différents ; d'autre part, un **coefficient kappa de Cohen** qui permet de quantifier l'accord entre deux observateur-ric-e-s, corrigé de l'effet du hasard, lorsque les jugements sont qualitatifs (Kvålseth, 2010).

5.4.3.3. Analyse des correspondances multiples

Notre analyse principale a résidé dans la réalisation d'une analyse des correspondances multiples (ACM). L'ACM rentre dans le cadre de méthodes d'analyse de données de type multidimensionnel ; on parle également de méthodes d'analyse factorielle. Ces méthodes ont vocation à être descriptives et/ou exploratoires. Par opposition aux tests d'hypothèse traditionnels conçus pour vérifier des hypothèses sur les relations entre les variables, l'analyse exploratoire des données est utilisée afin d'identifier les relations systématiques entre plusieurs variables lorsqu'il n'existe pas d'hypothèse(s) *a priori* sur la nature de ces relations. L'ACM permet de représenter géométriquement des jeux de données – où les lignes représentent les observations et les colonnes les modalités des variables⁸⁴ – comme des « nuages » de points dans un espace de dimensions réduites. Une cartographie est ainsi dressée et interprétée sur la base des positions relatives des points et de leur répartition sur les différentes dimensions, de sorte que la proximité dans l'espace indique la similitude des modalités et des individus (Roux & Rouanet, 2009). Autrement dit, deux modalités proches sur un axe seront positivement corrélées, tandis que deux modalités éloignées seront négativement corrélées. En d'autres termes, l'ACM permet de rassembler des observations ou des modalités et à en séparer d'autres.

Nous avons ainsi réalisé une ACM, séparément pour les postes ayant été occupés par des participants hommes et femmes, afin de représenter graphiquement l'espace des professions et des activités. Cinq variables de caractéristiques de postes, décrites plus haut (section 5.4.2.3) – le niveau de qualification, le secteur d'activité, la part du métier dans l'emploi, le taux de féminisation du métier (FAP) et la période à laquelle l'emploi a été effectué –, ont été retenues comme variables d'intérêt. Elles représentent les variables actives de l'ACM. Trois dimensions ont été retenues pour l'interprétation des données. Le secteur d'activité a été réduit à 3 modalités, le secteur « agriculture, sylviculture, pêche » (n= 181) ayant été exclu afin de conserver une homogénéité dans la distribution des modalités. L'ACM a été basée sur un tableau disjonctif complet (plutôt que sur le tableau de Burt), et les modalités retenues ont été celles pour lesquelles la contribution à la formation de l'axe était supérieure à la contribution moyenne. Cet espace a été rapporté aux

⁸⁴ On distingue également en termes de méthodes factorielles les analyses en composantes principales (ACP) pour l'analyse des variables quantitatives.

modalités de classement de l'exposition (cf. [Tableau 5-7](#)) qui représentaient les variables supplémentaires. Cette approche nous a ainsi permis non seulement de rendre compte visuellement des activités professionnelles qui sont associées ou éloignées (opposées), mais aussi de leurs caractéristiques de genre, et enfin des modalités de concordance qui s'y associent. L'idée ici étant de répondre à la question : pour quels types de postes les outils d'évaluation d'exposition sont-ils davantage en (dés)accord ? Afin d'affiner les observations produites par l'ACM, nous avons ensuite réalisé une classification ascendante hiérarchique.

5.4.3.4. Classification ascendante hiérarchique

Contrairement aux méthodes factorielles, les méthodes de classification portent essentiellement sur les observations. La classification ascendante hiérarchique permet de réaliser des regroupements d'observations décrites par des variables quantitatives. La construction des classes est basée sur un processus itératif. Le critère d'agrégation utilisé est la méthode de Ward. Cette méthode permet de minimiser l'inertie⁸⁵ intra-classe et de maximiser l'inertie inter-classe (théorème de Huygens). Autrement dit, elle permet de rendre minimum « les écarts entre les observations au sein d'une classe ». À partir de l'ensemble de départ des n observations, les observations les plus proches sont regroupées 2 à 2 de manière itérative. À chaque itération, on obtient une partition des observations. L'agrégation se poursuit jusqu'à ce que l'on constate une forte augmentation de l'inertie intra-classe d'une itération à l'autre (Everitt, Landau, Leese, & Stahl, 2011, p. 71-73). Le nombre de classes a été choisi par l'indice de Calinski-Harabasz (1974). Pour résumer, la répartition des observations en classes présente 3 caractéristiques : (1) au sein d'une classe, les observations doivent se ressembler ; (2) les classes doivent être dissemblables, *i.e.* ne pas se chevaucher ; (3) une observation ne peut appartenir qu'à une classe.

⁸⁵ Synonyme : variance

5.5. Résultats

5.5.1. Description de l'échantillon

L'ensemble des 1253 patients (1029 hommes et 224 femmes) totalise 16 631 (lignes d') expositions. Les lignes d'observations (cf. [Figure 5-2](#)), pour lesquelles les dates de début et/ou de fin de poste étaient manquantes, ont été exclues (n=31, 0.3%). Aucun-e patient-e (*i.e.* l'ensemble de tous ses postes) n'a été exclu-e suite à cette opération. Au final, 7 702 postes de travail ont été retenus, dont 84.9% (n= 6541) occupés par des hommes, et 15.1% (1 161) par des femmes.

Le [Tableau 5-9](#) décrit la distribution des postes par caractéristiques de l'emploi et par sexe des participant·e·s. En termes de catégories socioprofessionnelles, des différences de distribution étaient observées entre hommes et femmes ($p<0.001$) : les postes occupés par les hommes étaient à majorité « ouvriers », soit 73.5% des postes contre 34.7% chez les femmes, tandis que ceux occupés par les femmes étaient principalement des postes classés « employés », soit 50.7% contre 10.7% chez les hommes. De manière corollaire, la différence dans la distribution des secteurs d'activité ($p<0.001$) résidait entre les secteurs de la construction à dominance masculine (25.5% chez les hommes contre 1.5% chez les femmes) et ceux du tertiaire à dominance féminine (63.1% chez les femmes contre 37.1% chez les hommes).

En termes de concentration sexuée des familles professionnelles, une différence très significative ($p<0.001$) était également observée selon le sexe. Chez les hommes, les familles professionnelles étaient concentrées à 58.1% par 3 corps de métiers, à savoir respectivement, les métiers du « bâtiment et travaux publics » (27.9%), suivis des métiers de la mécanique et des travaux des métaux (17.6%), puis ceux des transports (12.6%). Chez les femmes, une concentration était également observée avec les métiers de la « gestion et administration » (21.7%), des « services aux particuliers » (15.1%), du « commerce » (10.8%), et des industries légères (10.2%), soit 57.8% de l'échantillon (cf. [annexe Tableau 0-10](#)).

Tableau 5-9

Distribution des postes par caractéristiques de l'emploi et selon le sexe des participant-e-s (n= 7 702)

	Hommes		Femmes		Total	
Total (% en ligne)	6541	(84.9)	1161	(15.1)	7702	(100)
	(%) en colonne					
Cat. socioprofessionnelle ***						
Agriculteurs exploitants	12	(0.2)	6	(0.5)	18	(0.2)
Artisans, commerçants ^a	120	(1.8)	14	(1.2)	134	(1.7)
Cadres ^b	197	(3.0)	26	(2.2)	223	(2.9)
Professions Intermédiaires	701	(10.7)	123	(10.6)	824	(10.7)
Employés	695	(10.7)	589	(50.8)	1 284	(16.7)
Ouvriers	4 816	(73.6)	403	(34.7)	5 219	(67.8)
Niveau de qualification ***						
Cadres et chefs d'entreprise	211	(3.2)	29	(2.5)	240	(3.1)
Artisans, commerçants, PI	807	(12.3)	134	(11.5)	941	(12.2)
Agriculteurs	12	(0.2)	6	(0.5)	18	(0.2)
Employés qualifiés	418	(6.4)	305	(26.3)	723	(9.4)
Employés non-qualifiés	277	(4.2)	284	(24.5)	561	(7.3)
Ouvriers qualifiés	1 725	(26.4)	60	(5.2)	1 785	(23.2)
Ouvriers agricoles et non-qualifiés	3 091	(47.3)	343	(29.5)	3 434	(44.6)
Secteur d'activité ***						
Agriculture & sim. ^c	162	(2.5)	19	(1.6)	181	(2.3)
Industrie	2 280	(34.9)	392	(33.8)	2 672	(34.7)
Construction	1 669	(25.5)	17	(1.5)	1 686	(21.9)
Tertiaire	2 430	(37.1)	733	(63.1)	3 163	(41.1)
Part de la FAP dans l'emploi (pa en %) ***						
pa ≤ 0.6	1 672	(25.5)	166	(14.3)	1 838	(23.8)
0.6 < pa ≤ 1.5	1 731	(26.5)	396	(34.1)	2 127	(27.6)
1.5 < pa < 2	1 701	(26.0)	183	(15.8)	1 884	(24.5)
pa ≥ 2	1 437	(22.0)	416	(35.8)	1 853	(24.1)

Tableau 5-9 (suite)

Distribution des postes par caractéristiques de l'emploi et selon le sexe des participant·e·s
(n=7 702)

	Hommes		Femmes		Total	
Total (% en ligne)	6541	(84.9)	1161	(15.1)	7702	(100)
	(%) en colonne					
Taux de féminisation de la FAP (t en %) † ***						
t < 25	4 399	(67.2)	91	(7.8)	4 490	(58.3)
25 ≤ t < 50	1 200	(18.4)	305	(26.3)	1 505	(19.5)
50 ≤ t < 75	493	(7.5)	244	(21.0)	737	(9.6)
t ≥ 75	449	(6.9)	521	(44.9)	970	(12.5)
Période du poste ***						
1922-1970	2 756	(42.1)	378	32.5	3 134	40.7
1971-1984	2 023	(30.9)	398	34.3	2 421	31.4
1985-2013	1 762	(26.9)	385	33.2	2 147	27.9

Lecture : Sur l'ensemble des postes retenus, un total de 6541 postes (soit 84.9%) a été occupé par des hommes, parmi lesquels 12 (0.2%) étaient classifiés en tant qu'agriculteurs exploitants.

Champ : Enquêt·e·s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

*p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001 (test exact de Fisher, bilatéral, relatif à la différence entre hommes et femmes)

a Artisans, commerçants et chefs d'entreprise

b Cadres et professions intellectuelles supérieures

c Sylviculture et pêche

† Taux de féminisation 1983 (Insee, 2014)

5.5.2. Évaluation de l'exposition aux solvants chlorés suivant l'expertise Giscop93 et la matrice Matgéné :

5.5.2.1. Distribution des postes suivant l'expertise Giscop93 et de la matrice Matgéné.

Avant la définition des nouveaux seuils d'exposition (classement de l'exposition)

Le [Tableau 5-10](#) décrit, pour l'ensemble de l'échantillon, la distribution des postes selon le classement de l'exposition par l'expertise et par la MEE suivant l'indice de probabilité d'exposition. Les probabilités d'exposition estimées par la MEE sont proches pour les cas de figures où : (a) où l'indice retenu est celui de la probabilité d'exposition la plus élevée sur la durée du poste et (b) où l'indice de probabilité d'exposition retenu pour la MEE est celui de la période présentant la période du poste la plus longue. Les effectifs de postes par modalité de la MEE semblent suivre une distribution similaire pour les deux cas de figure. Par conséquent, nous avons restreint l'ensemble de la présentation au cas de figure (b) (cf. [section 5.4.2.2](#)). Les indices suivants le cas de figure (b) peuvent être retrouvés en annexe (cf. [annexe, Tableau 0-9](#)).

Tableau 5-10

Distribution des postes suivant l'expertise Giscop93 et de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés : probabilité d'exposition sur la période du poste la plus longue (échantillon total (n= 7 702))

Prob. Expert	Probabilité MEE en %									Total	(% expert)	(% expert cumulé)
	0	5	15	25	35	45	55	65	75			
<i>Non-exposé</i>	5 352	367	661	337	23	23	8	1	3	6 765	(87.8)	(87.8)
<i>Incertaine</i>	35	5	0	12	0	0	0	0	0	52	(0.7)	(88.5)
<i>Probable</i>	45	11	43	9	2	1	0	0	0	111	(1.4)	(89.9)
<i>Certaine</i>	267	99	154	210	11	24	0	3	6	774	(10.1)	(100)
Total	5 699	482	858	558	36	48	8	4	9	7 702	(100)	
(% MEE)	(74.0)	(6.3)	(11.1)	(7.2)	(0.5)	(0.6)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(100)		
(% MEE cumulé)	(74.0)	(80.2)	(91.4)	(98.6)	(99.1)	(99.7)	(99.8)	(99.9)	(100)			

Lecture : Sur l'ensemble des 7 702 postes de travail retenus, la matrice Matgéné a attribué une probabilité d'exposition nulle ($P_M=0$) à 5 699 postes, soit 74.0% des postes évalués. L'expertise Giscop93 a elle classé, sur l'ensemble des postes, 6 765 postes, soit 87.8% des postes évalués, comme « non exposé ».

Champ : Enquête e-s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

Les [Tableau 5-11](#) et [Tableau 5-12](#) décrivent la distribution des postes suivant l'évaluation de la matrice Matgéné et l'expertise Giscop93 (respectivement) pour les expositions aux solvants chlorés par sexe, taux de féminisation et part du métier dans l'emploi. Les probabilités d'exposition attribuées par la MEE sont en majorité de faibles valeurs (>35) pour les postes ayant été occupés par des femmes, et des postes dont la part de l'emploi total est supérieure à 2%. On note également qu'aucune exposition n'est identifiée par la MEE pour les postes au-dessus de 50% de taux de féminisation.

Tableau 5-11

Distribution des postes suivant l'évaluation de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés par sexe, taux de féminisation et part du métier dans l'emploi (n= 7 702)

P _M	Sexe		Taux de féminisation de la FAP				Part du métier dans l'emploi				Total
	Homme	Femme	<25%	25%-50%	50%-75%	>75%	- 0.6%	0.6%-1.5%	1.5%-2%	+2%	
0	4636	1063	2867	1269	604	959	970	1593	1392	1744	5699
5	442	40	403	77	0	2	64	123	295	0	482
15	829	29	692	26	131	9	468	175	111	104	858
25	540	18	496	60	2	0	272	210	74	2	558
35	28	8	16	20	0	0	12	13	11	0	36
45	48	0	5	43	0	0	44	2	1	1	48
55	8	0	8	0	0	0	6	1	0	1	8
65	4	0	2	2	0	0	2	2	0	0	4
75	6	3	1	8	0	0	0	8	0	1	9
Total	6541	1161	4490	1505	737	970	1838	2127	1884	1853	7702

Lecture : Sur l'ensemble des postes retenus, une probabilité d'exposition aux solvants chlorés (P_M) de 35% été attribuée par la matrice Matgéné à 28 postes ayant été occupés par des hommes et 8 postes ayant été occupés par des femmes.

Champ : Enquête e-s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

P_M : Probabilité MEE

Tableau 5-12

Tableau : Distribution des postes suivant l'expertise Giscop93 pour les expositions aux solvants chlorés par sexe, taux de féminisation et part du métier dans l'emploi (n= 7 702)

P _E	Sexe		Taux de féminisation de la FAP				Part du métier dans l'emploi				Total
	Homme	Femme	<25%	25%-50%	50%-75%	>75%	- 0.6%	0.6%-1.5%	1.5%-2%	+2%	
Non-expo	5654	1111	3786	1349	706	924	1508	1863	1721	1673	6765
Incertaine	47	5	38	6	1	7	14	10	18	10	52
Probable	104	7	82	17	3	9	37	16	33	25	111
Certaine	736	38	584	133	27	30	279	238	112	145	774
Total	6541	1161	4490	1505	737	970	1838	2127	1884	1853	7702

Lecture : Sur l'ensemble des postes retenus, une probabilité d'exposition aux solvants chlorés (P_E) « certaine » été attribuée par les expert-e-s Giscop93 à 736 postes ayant été occupés par des hommes et 38 postes ayant été occupés par des femmes.

Champ : Enquête-e-s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

P_E : Probabilité Évaluation d'expert-e-s

Après la définition des nouveaux seuils d'exposition (classement de l'exposition)

Les effectifs suivant les nouvelles modalités de classement (cf. [Tableau 5-7](#)) sont présentés par le [Tableau 5-13](#). D'une manière générale, la proportion de postes classés « exposés » est supérieure pour l'expertise, comparée à la MEE ; elle est de 11.5% contre 1.4% ($p < 0.001$), respectivement, pour l'ensemble de l'échantillon. La proportion d'hommes exposés est également largement supérieure à la proportion de femmes exposées, soit 12.8% contre 3.9% pour l'expertise respectivement, et 1.4% contre 0.9% pour la MEE. Le degré d'accord global entre les deux évaluations est de 75.0% pour l'ensemble de l'échantillon ; il est de 72.0% chez les hommes, et s'élève à 92.2% chez les femmes. Le degré d'accord tel qu'indiqué par le coefficient kappa est relativement faible ($k=0.15$, $IC=0.14-0.16$).

Tableau 5-13

Distribution des postes suivant les modalités de classement entre l'expertise Giscop93 et de la matrice Matgéné pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés : Analyses échantillon total (n= 7 702)

Modalités expertise	Modalités de l'évaluation MEE						Total
	Non-exposé ($P_M \leq 5$)		Incertaine ($5 < P_M < 35$)		Exposé ($P_M \geq 35$)		
	(%) en colonne						
Non-exposé	5 719	(92.5)	988	(69.8)	58	(55.2)	6 765 (87.8)
Incertaine	40	(0.6)	12	(0.8)	0	(0.0)	52 (0.7)
Probable, certaine	422	(6.8)	416	(29.4)	47	(44.8)	885 (11.5)
Total (% en ligne)	6 181	(80.2)	1 417	(18.4)	104	(1.4)	7 702 (100)
<i>p</i> <0.001 [‡]							
Degré d'accord global = 75.0%							
Kappa (IC 95%) = 0.15 (0.14- 0.16)							

Lecture : Suivant les modalités de classement de l'exposition, 6 181 postes, soit 80.2% de l'ensemble des postes, ont été classés en tant que « non-exposé » ($P_M < 5$) par la matrice Matgéné. L'expertise Giscop93 a elle classé, 6 765 postes, soit 87.8% de l'ensemble des postes, en tant que « non-exposé ».

Champ : Enquête e-s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

[‡] Tests bilatéraux de Fisher entre les modalités de l'expertise et les modalités de la MEE

Hommes

% exposé Expertise = 12.8% ; % exposé MEE = 1.4% (*p*<0.001)[‡]

Degré d'accord global = 72.0%

Kappa (IC 95%) = 0.14 (0.13 - 0.15)

Femmes

% exposé Expertise = 3.9% ; % exposé MEE = 0.9% (*p*<0.001)[‡]

Degré d'accord global = 92.2%

Kappa (IC 95%) = 0.15 (0.09 - 0.16)

5.5.2.2. Analyse suivant les modalités d'accord : Profil des postes à désaccords

Le [Tableau 5-14](#) présente, par sexe, la distribution des postes suivant des modalités de concordance (accord positif, accord négatif, désaccords MEE+/Experts, désaccords Experts+/MEE-, incertains) entre l'expertise et la MEE. Les postes occupés par des hommes sont marqués par davantage de désaccords (6.7%) et d'incertitude (21.5%) ; les postes occupés par les femmes sont eux marqués par plus d'accord négatif (92.0%) et moins d'incertitude (4.6%). Les modalités de concordance varient également en fonction des caractéristiques du poste (niveau de qualification,

secteur d'activité, part du métier dans l'emploi, taux de féminisation du métier) (cf. [annexe, Tableau 0-10](#) à [Tableau 0-14](#)).

Tableau 5-14

Distribution des modalités de concordance entre l'expertise et la matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés : hommes et femmes (n= 7 702)

Concordance	Hommes		Femmes		Ensemble	
	<i>n (% en colonne)</i>					
Total	6 541	(100)	1 161	(100)	7 702	(100)
Accord-	4 651	(71.1)	1 068	(92.0)	5 719	(74.3)
Accord+	44	(0.7)	3	(0.2)	47	(0.6)
Ex+/MEE-	393	(6.0)	29	(2.5)	422	(5.5)
MEE+/Ex-	49	(0.7)	8	(0.7)	57	(0.7)
Incertaine	1 404	(21.5)	53	(4.6)	1 457	(18.9)
	<i>p<0.001†</i>					

Lecture : Suivant les modalités de concordance, un total de 47 postes (0.6% de l'ensemble) a été classé en accord positif (i.e. à la fois classé exposé par le matrice et l'expertise), parmi lesquels 44 ont été occupés par des hommes et 3 par des femmes

Champ : Enquête e-s Giscop93, données au 31 décembre 2015

Source : Enquête Giscop93

† Tests bilatéraux de Fisher entre les hommes et les femmes

5.5.3. Analyse des correspondances multiples et classification ascendante hiérarchique

Le [Tableau 0-15](#) en annexe présente les caractéristiques de l'ACM. La représentation graphique est donnée par les [Figure 5-3](#) et [Figure 5-4](#). Au total, les variables actives combinent 15 modalités pour 6 141 observations chez les hommes, et 14 modalités pour 979 observations chez les femmes. Trois dimensions ont été retenues pour l'interprétation des données. Elles expliquent 45.9% de la variance totale des observations chez les hommes et 53.3% chez les femmes.

Cinq classes ont été identifiées à partir de la classification ascendante hiérarchique (cf. [Tableau 5-15](#)). Chez les hommes, les classes 2 et 3 sont relativement proches, de même que les classes 4 et 5. Les classes 2 et 3 diffèrent surtout par le secteur d'activité (industrie pour le premier et construction pour le second) et le niveau de qualification (importante présence d'artisans pour le second), et les classes 4 et 5 par le secteur d'activité (industrie pour le premier et construction pour le second). Ces 4 classes se démarquent de la classe 1 par la qualification des postes, soit la présence d'employés dans cette dernière. Plus précisément, la classe 1 (n= 1 089, 17.7% des observations) regroupe surtout : les employés du tertiaire, les postes présentant un haut taux de féminisation des FAP (supérieur à 50%) et une forte part du métier dans l'emploi (>2%). Les accords- sont particulièrement trouvés pour ce groupe où sont très présents des emplois d'administration. La classe 2 (n= 1 122, 18.3%) regroupe principalement les ouvriers qualifiés de l'industrie, et les postes à forte part du métier dans l'emploi (>2%). Ces postes sont les plus susceptibles de présenter un désaccord Ex+/MEE-. La classe 3 (n= 971, 15.8%) regroupe majoritairement les artisans, dont l'évaluation tend à être incertaine. La classe 4 (n= 1 516, 24.7%) quant à elle regroupe les ouvriers non qualifiés de la construction. Les évaluations sont surtout incertaines. Enfin, la classe 5 (n= 1 443, 23.5%) regroupe majoritairement les ouvriers non qualifiés de l'industrie. Ces postes présentent une part de métier dans l'emploi relativement faible (<0.6%). Dans cet espace, les détections d'exposition sont particulièrement fréquentes pour la MEE ; on y retrouve ainsi davantage d'accord+ et de désaccords MEE+/Ex-.

Chez les femmes, les classes 1 et 2 sont assez proches, de même que les classes 3, 4 et 5. Plus précisément, la classe 1 (n=255, 26.0%) regroupe surtout les postes d'ouvrières non-qualifiées du secteur de l'industrie, et du tertiaire. Ces postes sont relativement masculinisés (TAUX DE FÉMINISATION<50%) et constituent une part du métier très faible dans l'emploi total (<0.6%). Les désaccords Ex+/MEE- sont plus susceptibles d'être trouvés pour ce groupe. La classe 2 (112, 11.4%) regroupe également les ouvrières non-qualifiées du secteur de l'industrie dans des secteurs très masculinisés. La part du métier dans l'emploi est en revanche élevée pour ces postes (entre 1.5% et 2%). Les désaccords (Ex+/MEE- et MEE+/Ex-) sont relativement fréquents pour ce groupe. La classe 3 (n=288, 29.4%) rassemble majoritairement les employées du tertiaire. Ces postes sont

surtout féminisés (T%F>50%) et constitue une faible part dans l'emploi total (entre 0.6% et 1.5%). Les évaluations présentent ici des accords-. La classe 4 (n= 36, 3.7%) réunit toutes les ouvrières qualifiées. Enfin, la classe 5 (n= 288, 29.4%) regroupe les employées du tertiaire. Ces postes sont fortement féminisés (>75%) et constituent une part du métier dans l'emploi très importante (>2%). Les désaccords Ex+/MEE- sont relativement fréquents pour ce groupe.

Figure 5-3

Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les hommes (Dimension 1 & 2)

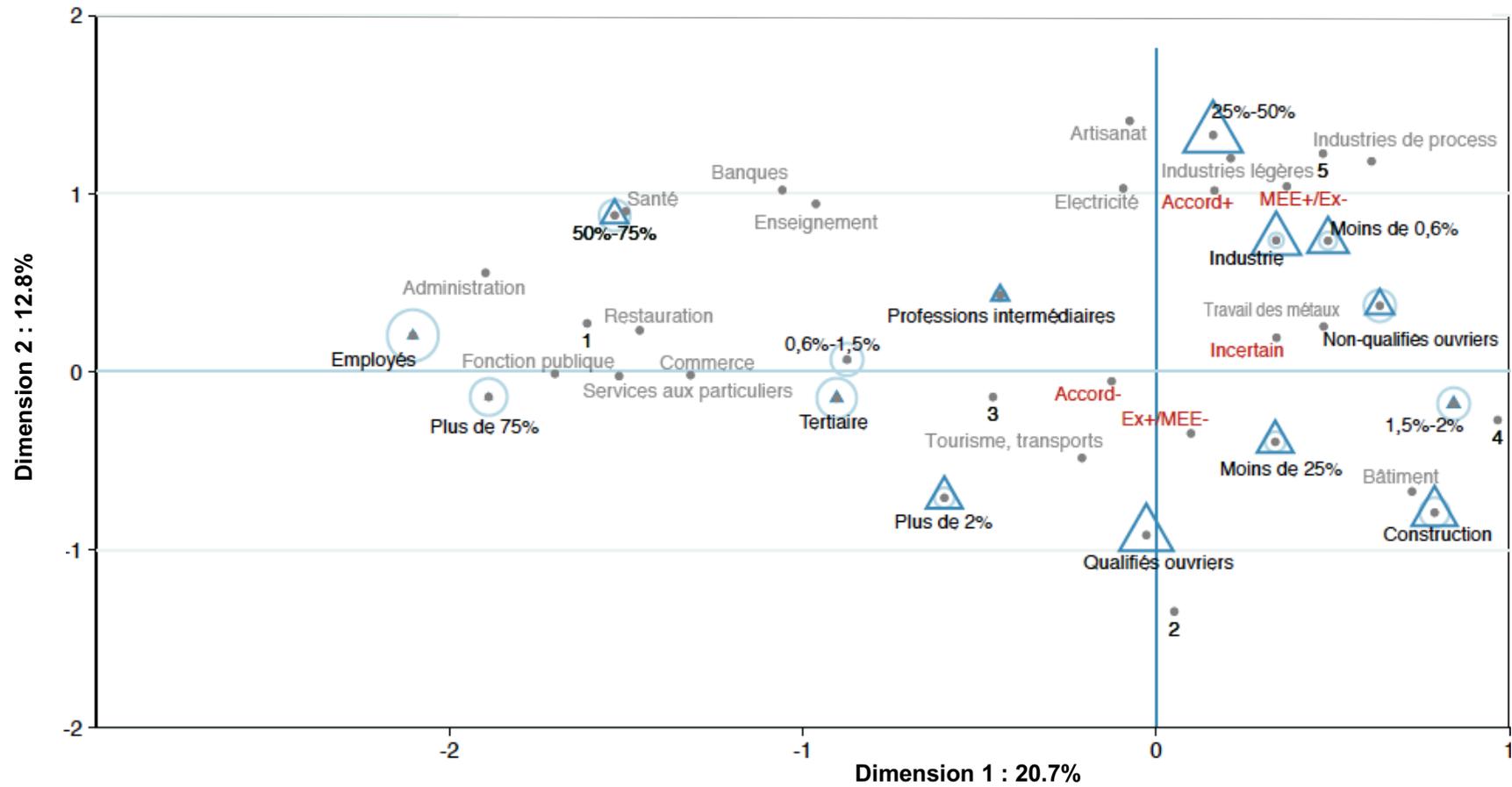
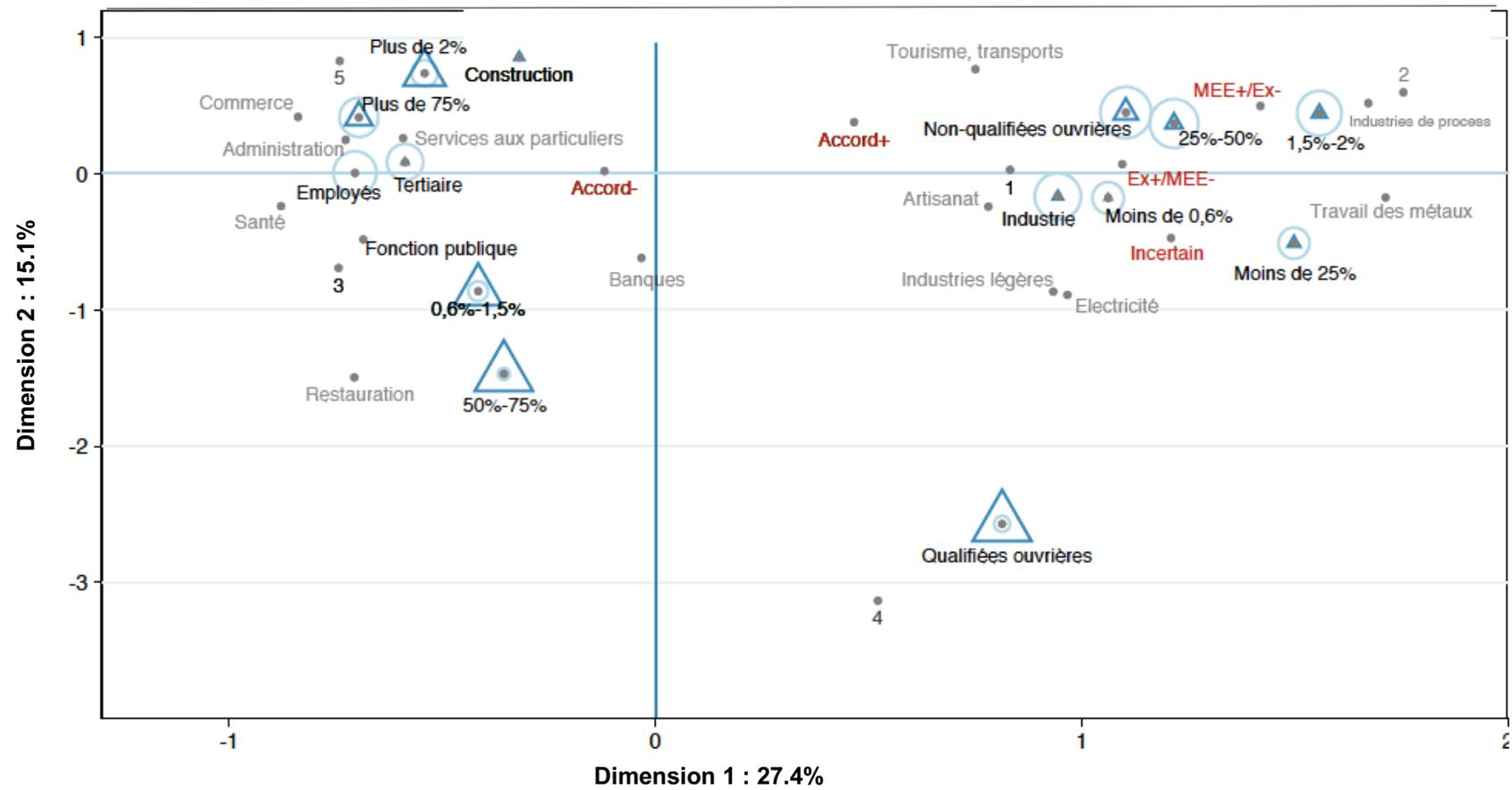


Figure 5-4

Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les femmes (Dimension 1 & 2)



Lecture Figure 5-3 et 5-4

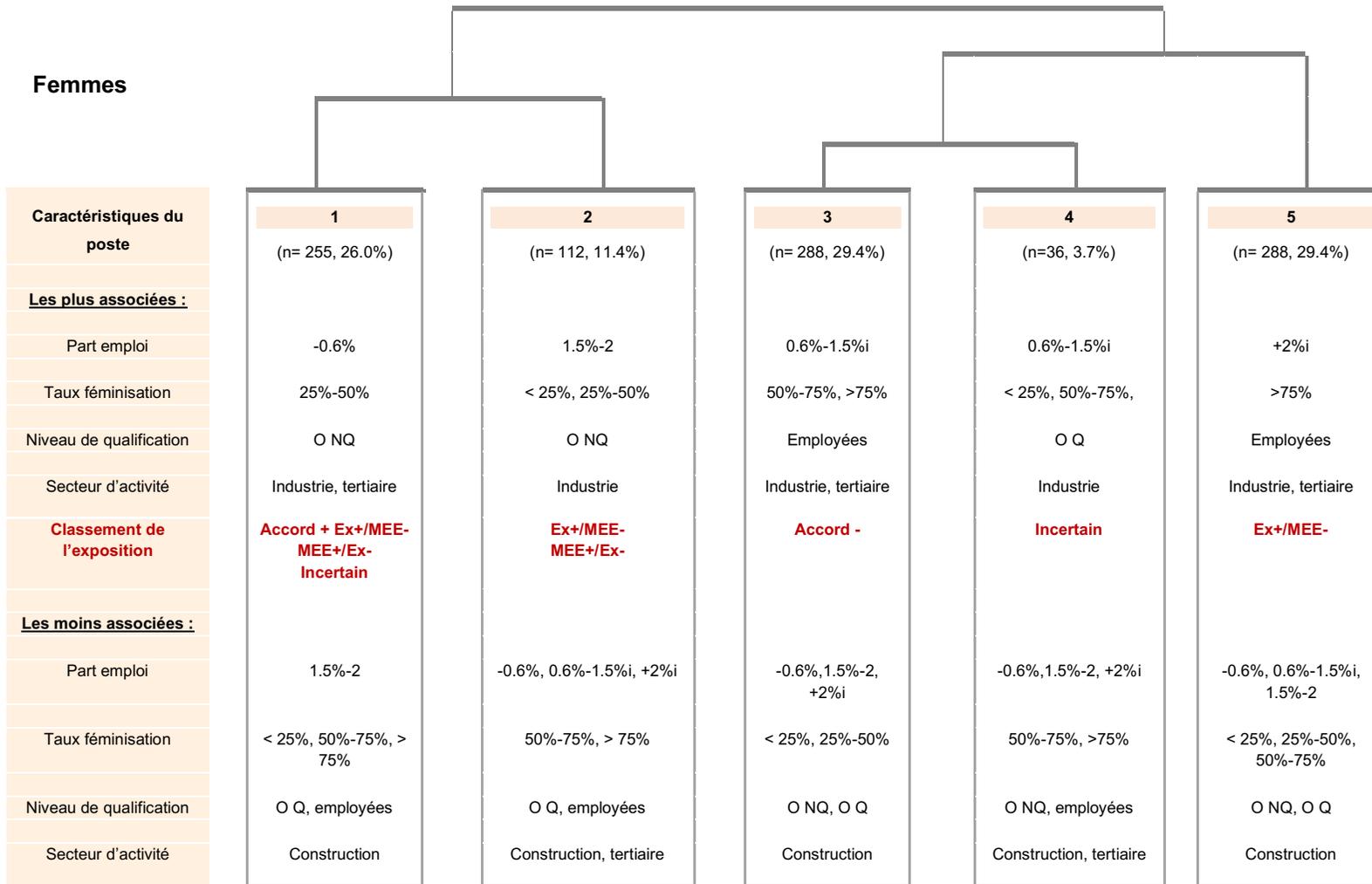
- Les lignes verticales et horizontales représentent les axes de coordonnées nulles (c'est un repère orthonormé). Elles permettent d'interpréter la distribution des modalités suivant les dimensions de l'ACM. Chaque dimension est dotée d'un thème spécifique. Ce sont : une couleur ainsi qu'une forme géométrique spécifiques autour des modalités (points gris) contribuant à sa formation. La taille de la forme géométrique est proportionnelle à la contribution de la modalité dans la formation de la dimension.
 - La **dimension 1** en bleu azur (prononcé) représente 27.4% de la variance totale. La contribution des modalités est représentée par un **triangle**.
 - La **dimension 2** en bleu ciel (clair) représente 15.1% de la variance totale. La contribution des modalités est représentée par un **cercle**.
- Les modalités sans forme géométrique sont les variables supplémentaires (elles ne contribuent pas à la formation des dimensions). Ce sont les modalités de classement de l'exposition (en rouge) et les familles professionnelles (en gris). Cette dernière a été rajoutée à simple visée informative sur la distribution des métiers dans l'espace.
- Suivant chaque dimension, plus des modalités proches, plus elles sont positivement associées. Les modalités éloignées de part et d'autre d'un axe sont, quant à elles, négativement associées. Pour la Figure 5-4 par exemple, la modalité « Plus de 75% » s'oppose fortement à la modalité « Ouvrières qualifiées » sur la dimension 1, mais est associée à la modalité « Plus de 2% ».
- Les chiffres de 1 à 5 représentent le centre des clusters définis par la classification ascendante hiérarchique (cf. Tableau 5-15)
- Les représentations graphiques des dimensions 1 & 3 et 2 & 3 sont placées en annexes (cf. annexe Chapitre 5).

Tableau 5-15

Groupes de la classification hiérarchique : postes occupés par les hommes (bleu), postes occupés par les femmes (orange)

Hommes						
Caractéristiques du poste	1	2	3	4	5	
	(n= 1 089, 17.7%)	(n= 1 122, 18.3%)	(n= 971, 15.8%)	(n=1 516, 24.7%)	(n= 1 443, 23.5%)	
Les plus associées :						
Part emploi	+2%	+2%	0.6%-1.5%	1.5%-2	-0.6%	
Taux féminisation	> 75%	< 25%		< 25%	25%-50%	
Niveau de qualification	Employés	O Q	Artisans	O NQ	O NQ	
Secteur d'activité	Tertiaire			Construction	Industrie	
Classement de l'exposition	Accord-	Ex+/MEE-	Incertain	Incertain	Accord+ ; MEE+/Ex-	
Les moins associées :						
Part emploi	1.5%-2		-0.6%, 1.5%-2, +2%	0.6%-1.5%, +2%		
Taux féminisation	< 25%	> 75%	> 75%	>75%	> 75%	
Niveau de qualification	O Q	O NQ, Employés	O NQ	O Q, Employés, Artisans		
Secteur d'activité	Industrie, Construction	Industrie, tertiaire	Construction	Tertiaire	Employés, Construction	

Femmes



Abréviations : O Q : Ouvrier·e·s qualifié·e·s ; O NQ : Ouvrier·e·s non-qualifié·e·s

Lecture : Les caractéristiques du poste le plus associées au Groupe 1 qui compte 1089 observations (soit 17.7% de l'ensemble) sont, notamment, une part de l'emploi supérieure à 2%, un taux de féminisation supérieur à 50%. Le classement de l'exposition le plus associé est l'accord-.

À noter que les modalités ne sont pas hiérarchisées suivant leur importance dans le groupe, mais elles suivent une présentation systématique indiquée par dans la colonne grisée « Caractéristiques du poste »

Le [Tableau 5-16](#) présente, pour les hommes et les femmes, quelques exemples de postes suivant les groupes de la classification hiérarchique, en particulier ceux pour lesquels on observe un désaccord entre l'expertise et la MEE. Par ailleurs, certaines catégories socioprofessionnelles (PCS) présentent des proportions particulièrement élevées de désaccord entre l'expertise et la MEE. Un des postes retrouvés dans le Groupe 5 suivant l'ACM est celui d'Ouvrier d'imprimerie pour les hommes et secrétaire chez les femmes.

Le [Tableau 5-17](#) présente les catégories socioprofessionnelles associées à des postes ayant été occupés par les hommes et par les femmes, et pour lesquelles des désaccords entre l'expertise et la MEE ont été constatés pour au moins 5 postes. Certaines de ces catégories socioprofessionnelles présentent des proportions particulièrement élevées chez les femmes. Ce sont, en PCS1994, les codes suivants : 6751 (Ouvriers non qualifiés de la chimie), 6771 (Ouvriers non qualifiés du textile et de la tannerie-mégisserie), 6799 (Ouvriers non qualifiés divers de type industriel et ouvriers mal désignés), 6891 (Nettoyeurs), 6899 (Ouvriers non qualifiés divers de type artisanal).

Tableau 5-16

Quelques exemples libellés de poste au sein des groupes

Groupe	Intitulé d'emploi (PCS1994 / NAF2000)	Libellé du poste
Hommes		
1	5217 / 75.1A Agents de service de la fonction publique (sauf écoles, hôpitaux) dans / Administration publique générale	Agent de voirie Raison du désaccord : Ex+/MEE- Intitulé NAF non présent dans la MEE
5	6799 / 22.2C Ouvriers non qualifiés divers de type industriel et ouvriers mal désignés dans / Autre imprimerie (labeur)	Ouvrier d'imprimerie Raison du désaccord : Intitulé présent dans la MEE, P _M = 5
Femmes		
1	6799 / 36.5Z Ouvriers non qualifiés divers de type industriel et ouvriers mal désignés dans / Fabrication de jeux et jouets	Monteuse Raison du désaccord : Ex+/MEE- Intitulé NAF non présent dans la MEE
	6799 / 25.2G - / Fabrication d'articles divers en matières plastiques	Ouvrière de fabrication Raison du désaccord : MEE+/Ex- Commentaire expert·e·s : Emploi exposé au Chrome hexavalent
2	6723 / 35.4A Ouvriers non qualifiés de montage, de contrôle, etc. en mécanique dans / Fabrication de motocycles	Monteuse Raison du désaccord : Ex+/MEE- Intitulé présent dans la MEE, P _M = 5
	6751 / 25.2G Ouvriers non qualifiés de la chimie dans / Fabrication d'articles divers en matières plastiques	Ouvrière du plastique Raison du désaccord : MEE+/Ex- Combinaison retrouvée pour 2 périodes : Sur la première, aucune exposition associée à ce poste selon les expert·e·s ; sur la seconde, une exposition au formol est détectée.
5	5411 / 28.4B Secrétaire dans / Découpage, emboutissage	Secrétaire Raison du désaccord : Ex+/MEE- Intitulé NAF non présent dans la MEE (Expertise : Emploi exposé aux HPA, aux poussières de fer et aux solvants chlorés)

Tableau 5-17

Catégories socioprofessionnelles comptant au moins 5 postes pour lesquels des désaccords entre l'expertise et la MEE ont été constatés (n (%) en colonne)

PCS / Total	Homme		Femme		Total		P-value
	6541	(100.0)	1161	(100.0)	7702	(100.0)	
6281							0.907
Autres	6517	(99.6)	1157	(99.7)	7674	(99.6)	
PCS	24	(0.4)	4	(0.3)	28	(0.4)	
6283							<0.001
Autres	6457	(98.7)	1160	(99.9)	7617	(98.9)	
PCS	84	(1.3)	1	(0.1)	85	(1.1)	
6721							<0.001
Autres	6310	(96.5)	1152	(99.2)	7462	(96.9)	
PCS	231	(3.5)	9	(0.8)	240	(3.1)	
6723							0.021
Autres	6294	(96.2)	1133	(97.6)	7427	(96.4)	
PCS	247	(3.8)	28	(2.4)	275	(3.6)	
6751							<0.001
Autres	6473	(99.0)	1134	(97.7)	7607	(98.8)	
PCS	68	(1.0)	27	(2.3)	95	(1.2)	
6761							0.005
Autres	6448	(98.6)	1156	(99.6)	7604	(98.7)	
PCS	93	(1.4)	5	(0.4)	98	(1.3)	
6771							0.001
Autres	6516	(99.6)	1148	(98.9)	7664	6516	
PCS	25	(0.4)	13	(1.1)	38	25	
6799							<0.001
Autres	6456	(98.7)	1099	(94.7)	7555	(98.1)	
PCS	85	(1.3)	62	(5.3)	147	(1.9)	
6891							<0.001
Autres	6435	(98.4)	1122	(96.6)	7557	(98.1)	
PCS	106	(1.6)	39	(3.4)	145	(1.9)	
6899							0.001
Autres	6463	(98.8)	1133	(97.6)	7596	(98.6)	
PCS	78	(1.2)	28	(2.4)	106	(1.4)	

Lecture : Sur l'ensemble des 7 702 postes de travail retenus, 147 sont de PCS1994 « 6799 », soit 1.9% de l'ensemble des postes. Chez les femmes, cette proportion est plus élevée, la PCS1994 « 6799 » constituant 5.3% (n= 62) de l'ensemble des postes occupés par des femmes. (Note : Cette même observation peut être faite pour les PCS dont les valeurs sont orangées).

Autres : PCS autre que la PCS d'intérêt

6281	Ouvriers de la photogravure et des laboratoires photographiques et cinématographiques
6283	Ouvriers de l'impression
6721	Ouvriers non qualifiés travaillant par enlèvement de métal
6723	Ouvriers non qualifiés de montage, de contrôle, etc. en mécanique
6751	Ouvriers non qualifiés de la chimie
6761	Ouvriers non qualifiés de la métallurgie, du verre, de la céramique et des matériaux de construction
6771	Ouvriers non qualifiés du textile et de la tannerie-mégisserie
6799	Ouvriers non qualifiés divers de type industriel et ouvriers mal désignés,
6891	Nettoyeurs
6899	Ouvriers non qualifiés divers de type artisanal

† Désaccords : Expert+/MEE-, MEE+/Expert-

5.6. Discussion

5.6.1. Rappel des principales observations

- Aucune exposition n'est identifiée par la MEE pour les postes au-dessus de 50% de taux de féminisation.
- Les désaccords Experts+/MEE- sont plus fréquents chez les hommes lorsqu'ils occupent des positions dans des secteurs très féminisés, et à l'inverse, ces désaccords sont constatés chez les femmes lorsqu'elles occupent des positions dans des secteurs très masculinisés.
- Les désaccords MEE+/Experts sont surtout constatés pour des postes représentant une faible part de métier dans l'emploi.

5.6.2. Interprétation des principaux résultats

Contexte de l'étude

La constatation majeure relevée des parcours professionnels recueillis dans l'enquête Giscop93 est celle du profil social des patient-e-s, appartenant pour la plupart à des classes populaires. Comme attendu, les hommes travaillent majoritairement en tant qu'ouvriers, tandis que les femmes occupent davantage des positions d'employées. Cette représentation, qui reflète la division sexuée du travail, est similaire à celle de la population française dans son ensemble (Insee, 2018a). Les classes moyennes traditionnelles et modernes (ou « cols blancs ») sont également présentes, mais peu représentées. Les classes supérieures, elles, ne présentent qu'une très faible proportion. Cette division sexuée du travail est également observée à travers les FAP où presque tous les secteurs d'activité sont concernés. Aussi, bien qu'il ne soit possible, dû à notre échantillonnage, d'inférer nos observations à la population française (ou même à la région d'Ile-de-France), la distribution des catégories socioprofessionnelles témoignent toutefois du gradient social généralement observé dans la distribution des cancers (Garoche, 2016) ([section 3.4.2.2](#)).

Le genre dans l'espace travail Giscop93 :

Les différences sexuées de distribution des postes présentant un désaccord dans l'évaluation

De notre analyse, quatre caractéristiques semblent être centrales à la distribution des postes de notre échantillon : le niveau de qualification du poste (dérivé des PCS), le secteur d'activité, le taux de féminisation de la FAP, et la part qu'occupe le métier (ou FAP) dans l'emploi. Ces caractéristiques sont toutes genrées *i.e.* soumises à une bicatégorisation (et à une hiérarchisation)

de sexe. En d'autres termes, elles sont matérialisées par une distribution sexuée. Bien que l'on ne retrouve pas dans notre échantillon de différence significative entre les modalités de niveau de qualification (O, E Q. vs O, E NQ) selon le sexe, cette association reste toutefois un fait social largement décrit dans la littérature (Gadrey, Jany-Catrice, & Pernod-Lemattre, 2005; Jauneau, 2009). Elle renvoie plus généralement à la ségrégation verticale. Le secteur d'activité est lui aussi traversé par la dimension de genre : on parle généralement de ségrégation horizontale (cf. [section 1.2.2](#)). Enfin, la part du métier dans l'emploi peut elle aussi être analysée de manière genrée. Cette dernière variable est usuellement peu mise en contexte dans les études. Elle semble pourtant contribuer de manière importante à la formation des axes de notre espace, *i.e.* à la variation des postes que l'on observe dans notre échantillon, et ce en particulier chez les femmes. Les postes occupés par les femmes appartiennent en effet davantage à des catégories de métiers plus larges. Nous pourrions en conjecturer qu'elles sont potentiellement plus hétérogènes. Cette observation est en cohérence avec les données de la littérature (Meron & Maruani, 2012; Stellman, 1999). Comme nous l'évoquons à titre d'hypothèse (cf. [section 5.3](#)), cet aspect peut présenter une importante conséquence du point de vue de l'utilisation des méthodes employant ces nomenclatures. Tel que le suggère nos résultats, les MEE pourraient se voir affectées. Nous reviendrons sur ce point.

Au final, ces quatre caractéristiques de poste contribuent à une importante part de la variabilité de notre échantillon dont la réduction peut se faire à trois axes. Un premier axe de notre ACM, qui pourrait être qualifié comme l'axe « compétence » en ce qu'il oppose surtout les ouvriers et ouvrières qualifié-e-s aux ouvriers et ouvrières non qualifié-e-s. Puis, un second axe qui pourrait être qualifié comme l'axe de « féminisation de l'emploi ». Il oppose les métiers fortement féminisés aux métiers faiblement féminisés. Enfin, un dernier axe qui pourrait être qualifié comme l'axe de « représentativité de l'emploi ». Ce dernier oppose les métiers à forte part dans l'emploi aux métiers à faible part. L'importance des axes diffère pour les hommes et les femmes. Pour les premiers, c'est l'axe « compétence » qui semble prépondérant. Chez les femmes, c'est davantage les axes « féminisation » et « représentativité » qui semblent influencer dans la formation de l'espace. D'après la projection des variables supplémentaires, le taux de féminisation du métier et la part du métier dans l'emploi se sont révélés être des facteurs importants dans la construction du désaccord entre l'expertise et la MEE. Chez les hommes, les postes occupés dans des secteurs très féminisés sont plus susceptibles d'être classés de façon discordante par l'évaluation d'experts et la MEE, alors que chez les femmes, ce sont les postes dans des secteurs très masculinisés. D'une manière générale, les expositions contractées à des postes occupés dans des secteurs fortement féminisés (>50% T%F) sont faiblement détectées par les MEE. En revanche, les expositions pour des postes occupés dans des secteurs masculinisés (<50% T%F) sont plus susceptibles d'être détectées, d'autant plus que la part du métier dans l'emploi est faible (<0.6%). Bien que ce résultat

soit unique dans la littérature du point de vue de l'analyse des évaluations d'exposition, nous pouvons tout même en comprendre les fondements sociaux.

Taux de féminisation, part du métier dans l'emploi :

Quelle significativité sociale pour ces deux variables ?

Dans leur ouvrage intitulé *Un siècle de travail des femmes en France. 1901-2011*, Margaret Maruani et Monique Meron rendent compte des logiques et des principes qui ont présidé à la définition des métiers au cours du XXe siècle. Elles en analysent l'impact sur le – recensement du – travail des femmes. La démonstration fournie par les auteures atteste surtout de la stabilité de l'activité professionnelle des femmes au cours du siècle ; une activité occultée du fait « d'illusions d'optique statistique » liées à la difficulté même de définir le travail, mais aussi aux changements continus des définitions en vigueur. Ces travaux dévoilent également un aspect important du recensement de l'activité professionnelle : la construction (et l'utilisation) des nomenclatures de professions. Les auteures mettent alors en lumière les différences sexuées notables dans les niveaux de stratification utilisés pour différentes professions, en particulier les catégorisations de métiers plus fines utilisées pour les activités à dominante masculine (Meron & Maruani, 2012). Ces catégories plus fines regrouperaient ainsi des effectifs moindres, une part de métier dans l'emploi moins importante. L'activité des femmes aurait, en revanche, tendance à être définie par des catégories beaucoup plus générales (Meron & Maruani, 2012; Stellman, 1999), générant de ce fait des catégories de métiers plus grandes et hétérogènes. Comme le souligne également le sociologue Thomas Amossé, les professions masculines sont, dans la nomenclature des PCS, le plus souvent décrites avec une « *précision de diamantaire* ». Les professions féminines, elles, apparaissent comme des « *agrégats statistiques aux contours et aux contenus imprécis* ». La PCS (1994) 6799⁸⁶ qui regroupe les « ouvriers non qualifiés divers de type industriel et ouvriers mal désignés » en est un exemple dans notre échantillon. Ces professions (féminines) sont trois fois moins nombreuses, et présentent en moyenne des effectifs trois fois supérieurs. Le sociologue décrit cette répartition comme relevant d'une double ségrégation qu'il explique de la manière suivante : « *La concentration statistique des emplois féminins, qui reflète une double ségrégation à la fois réelle et symbolique – d'une part les femmes accèdent peu à une majorité de professions, d'autre part celles qu'elles exercent n'occupent que peu de place dans la nomenclature –, renvoie à une construction socio-politique sexuée des métiers et qualifications qui s'exprime jusque dans la définition des catégories et règles de classement statistiques* ». Cette nomenclature, selon lui, ne fait ainsi qu'enregistrer et reproduire les inégalités de représentation professionnelle entre hommes et

⁸⁶ À noter que cet intitulé désigne dorénavant (dans l'édition PCS2003) les codes 675c (Ouvriers de production non qualifiés de l'imprimerie, presse, édition) ou 676e (Ouvriers non qualifiés divers de type industriel)

femmes (Amossé, 2004). Nous discuterons dans les lignes suivantes de la manière dont ces spécificités peuvent affecter l'évaluation des MEE.

Un biais de double standard des MEE généré par la nomenclature ?

La faible proportion d'exposés retrouvée par la MEE pourrait s'expliquer, du point de vue de leur construction, autant par un problème de validité des MEE-PG (soit un biais de classification), que par un problème de biais de sélection. La validité serait compromise ici par le découpage des nomenclatures utilisées par la MEE. Le biais de sélection serait quant à lui généré *a priori*, à la construction même de la matrice, les données métrologiques sur lesquels s'appuient la MEE ayant été recueillies de manière plus précise sur des secteurs (majoritairement) à dominante masculine. Nous ne disposons cependant pas d'éléments suffisants afin d'explorer ce second aspect. Nous nous focaliserons sur le biais lié à la précision des nomenclatures.

Les MEE sont généralement construites de telle manière que : (i) des emplois soient considérés comme non exposés si l'exposition ne concerne qu'une faible proportion de travailleur·euse·s occupant cet emploi. Toutefois, cette procédure entraînera inévitablement la classification en tant que non exposée d'une faible proportion de travailleur·euse·s qui sont en réalité exposé·e·s. De la même manière, (ii) des emplois suggérant une forte probabilité d'exposition seront considérés comme exposés, même s'ils appartiennent à la faible proportion de travailleur·euse·s non exposé·e·s sur ce poste.

Nous pourrions faire l'hypothèse que les métiers à forte part dans l'emploi soient plus enclins au cas de figure (i). Ces métiers sont également les plus susceptibles d'être fortement féminisés. En effet, nos résultats suggèrent des proportions d'exposés relativement faibles pour ces postes (si l'on se réfère à l'évaluation d'experts), ce qui pourrait être révélateur d'une forte proportion de postes non-exposés dans ces emplois, et par conséquent des évaluations de faibles indices d'exposition (ou d'exposition nulle) retenues par les MEE. Cette caractéristique peut ainsi affecter, pour ne pas dire minimiser les estimations obtenues par des évaluations réalisées pour les postes occupés par les femmes. Elle peut par ailleurs affecter les hommes travaillant dans ces secteurs fortement féminisés, et a priori, plus souvent non-exposés. Cela pourrait expliquer la proportion de désaccords Ex+/MEE- plus marquée dans cet espace. Ces emplois correspondent à des clusters de postes exposés dans des grands secteurs majoritairement administratifs. Le cas du poste de la secrétaire dans le « Découpage, emboutissage » en est une illustration (cf. [Encadré 5](#)). Le récit du·de la patient·e tel que relevé par les enquêteur·rice·s dans l'enquête Giscop93 fournit ici aux expert·e·s, plus qu'à d'autres types d'évaluation, une sensibilité particulière aux tâches et à l'environnement de travail de la patiente (Paiva, 2016, p. 159-195).

ENCADRE 5: CAS D'ETUDE SUR UNE EVALUATION DISCORDANTE (EXTRAIT D'UNE EXPERTISE GISCOP93)

Poste : Secrétaire (5411/28.4B) entre 1979 et 2004

Classement de l'exposition : Ex+/MEE-

Description de l'activité : Extrait relevé par l'enquêtrice

« Seconde le patron. Enregistrement lancement des commandes...

2 ateliers dépendent de l'entreprise

Un atelier de repoussage situé à xxxx à xxxx et un atelier mécanique de précision xxxx à xxxx

Le repoussage consiste à modeler une tôle. Les ouvriers travaillent sur un tour comme des potiers. Ils installent la tôle, l'enclenchent, tournent et travaillent le métal avec une molette.

Travail très manuel. Font des pièces en petites quantités. Il peut s'agir par exemple d'une lampe médicale (tables d'opération).

Le bureau de la patiente donne sur l'atelier de repoussage. Il est situé au fond. Elle est amenée à le traverser.

Tous les soirs, elle passe une demi-heure dans l'atelier mécanique où travaille son mari en tant que chef d'atelier.

Les ouvriers travaillent sur des tours. De l'huile est utilisée qui passe dans les circuits. Barres de métal

En profite pour distribuer des papiers dans l'atelier, aborde des questions de travail de vive voix...

Il y a des bacs pour nettoyer les pièces

Les pièces sorties ne le sont jamais en grandes séries. »

Évaluation de l'expertise Giscop93 (Indices d'exposition)

Probabilité.	Fréquence	Pics	Intensité.	Durée
2	2	2	2	25 ans

A *contrario* du premier cas de figure (i), le second (ii) est plus susceptible de concerner les métiers constituant une faible part de l'emploi total. Il est important de rappeler que cette faible part de métier indique simplement une stratification des métiers plus importante, et non une faible présence des travailleurs dans les métiers concernés. Autrement dit, ces secteurs peuvent présenter des effectifs importants, mais qui sont toutefois repartis entre plusieurs intitulés d'emploi. Ces emplois sont en général les plus masculinisés. Ils sont également ceux pour lesquels les proportions d'exposés sont les plus élevées, mais surtout, ceux pour lesquels les désaccords MEE+/Expert- sont particulièrement marquées.

Figure 5-5

Évaluation hypothétique d'une matrice emplois-expositions

(Schéma simplifié)

(i) Emplois classés non-exposés par la MEE



(ii) Emplois classés exposés par la MEE



L'espace représente un secteur professionnel. Ce secteur présente différents ateliers dont les niveaux d'expositions varient de faible - moyenne, forte - à très forte intensité. Le secteur 1 présente un niveau moyen d'intensité fort (en gras), en dépit de d'ateliers présentant un niveau d'intensité faible. Le secteur 2 en revanche présente un niveau moyen d'intensité faible (en gras), en dépit d'ateliers présentant un niveau d'intensité fort. Le secteur 1 sera privilégié au secteur 2 en termes investigations sanitaires.

5.6.3. Quelques notes supplémentaires et limites de l'étude

... Sur la collecte de données

Profil et représentativité de la population d'enquête Giscop93

L'enquête Giscop93 recrute uniquement des patient·e·s atteint·e·s de cancer dans une région (anciennement) fortement industrialisée. Les prévalences d'exposition retrouvées sont donc largement supérieures à ce qui peut se retrouver en population générale. Cela explique également le fait que la majorité des cas jugés par l'expertise aient une probabilité d'exposition certaine lorsqu'une exposition est pressentie. Notre échantillonnage ne nous permet toutefois pas d'inférer de quelconques statistiques (ex : prévalence d'exposition) à la région Seine-Saint-Denis ou à la population française.

Collecte de l'information en « non aveugle » et codage des intitulés d'emploi

Une limite inhérente à la conduite même de l'enquête Giscop93 – du point de vue de notre étude – est le fait que les enquêteur-riche-s menant l'entretien et collectant les données soient également ceux-celles qui codent pour les intitulés d'emploi. Les intitulés d'emploi ne sont donc pas codés à l'aveugle vis-à-vis du statut de la maladie du-de la patient-e dont l'enquêteur-riche possède l'information. En l'absence de documentation formelle, le codage d'un emploi est basé sur la description du poste par le-la patient-e et libre à l'interprétation du-de la codeur-euse qui fera usage de son expérience. Il n'est donc pas exclu que des rapprochements (inconscients ou non) soient faits entre des situations, par corollaire des postes et intitulés d'emploi, avec l'exposition dont a connaissance le-la codeur-euse. Une méthodologie rigoureuse aurait nécessité dans notre étude une évaluation de ces deux variables de manière indépendante. Ce point est d'autant plus important que les intitulés d'emplois sont, pour la MEE, les variables établissant directement les associations avec les expositions. Par ailleurs, la question de la cohérence du codage effectué par plusieurs enquêteur-riche-s, ainsi que la manière dont ce codage peut affecter les classifications d'exposition mérite d'être posée (Teschke, 2003), et ce notamment lorsqu'il s'agit du codage de tâches administratives et d'encadrement (plus difficiles à coder) (Wärneryd, Thorslund, & östlin, 1991).

Un point supplémentaire à noter est le fait que nous ne soyons pas à l'abri d'erreurs de codages sur les nomenclatures de postes, et ce en particulier pour les secteurs d'activités (NAF) pour lesquels les enquêteur-riche-s ne pouvaient s'appuyer que sur la description de l'entreprise fournie par le ou la patiente. Une des conséquences peut être décrite par le cas qui suit. Relevons le poste 6899-45.4J, soit une combinaison entre le code PCS 6899 (nettoyeurs) et la NAF 45.4J (Peinture). Ce poste a été classé non-exposé par la MEE Matgéné, car cet intitulé n'est pas répertorié dans cette dernière. En revanche, la MEE propose une correspondance avec un code NAF assez proche, le 45.4F (Revêtement des sols et des murs). Le dossier du patient indique en effet l'entreprise « XXX Société de peinture » comme son employeur. Toutefois, il ne serait pas inconcevable que la seconde NAF (45.4F) puisse être associée à la NAF de cette entreprise. Cela aurait changé l'évaluation de désaccord Ex+/MEE- à incertain. D'autres intitulés de NAF ou de PCS peuvent également entrer dans ce cas de figure. Cela signifie que l'on peut leur assigner des intitulés d'emploi alternatifs (et cohérents par rapport au poste occupé) qui eux définiraient des indices d'exposition différents de ceux qu'assigne l'intitulé d'emploi choisi.

... Sur la comparaison évaluation d'expert-e-s vs MEE

Plusieurs points, au regard de la comparaison entre expertise vs MEE, nous semblent pertinents à relever en parallèle de l'interprétation de nos résultats. De prime abord, il est important de noter que les objectifs et les hypothèses de recherche, ont été développés avant la sélection des outils

d'évaluation (Matgéné notamment) et ce indépendamment de ces derniers. L'expertise Giscop93 et la matrice Matgéné ont été construites dans le but d'assurer des fonctions différentes (cf. [section 5.4.1.2](#) & [5.4.1.3](#)). Toutes deux présentent par ailleurs des particularités, au regard de leur construction, comparées aux évaluations d'expert et aux MEE-PG majoritairement retrouvées dans la littérature épidémiologique. À titre d'exemple, l'expertise Giscop93 s'appuie fortement sur une reconstitution des parcours avec entretien semi-dirigé, et la MEE Matgéné sur les données d'entreprise. Compte tenu de ces spécificités, nous avons omis les analyses de validité (sensibilité, spécificité etc.) généralement effectuées dans le cadre des comparaisons entre méthodes d'évaluation d'exposition. Il est en outre utile de rappeler qu'il ne s'agissait pas pour nous d'évaluer la performance de la matrice *per se*, ou encore de déterminer quel outil classifie davantage en « exposé », mais bien de répondre à la question de savoir si les différences observées entre la MEE et l'évaluation d'experts étaient les mêmes pour toutes les catégories de postes, notamment du point de vue de leurs caractéristiques de genre.

Un second point qui nous paraît important est de rappeler que les MEE, pour la plupart, s'appuient sur des nomenclatures socio-économiques (l'axe des intitulés d'emplois) ; des nomenclatures qui sont généralement construites pour des objectifs autres que la recherche épidémiologique. Il nous semble de ce fait judicieux de faire la part entre les biais potentiellement inhérents à la méthodologie MEE et à son usage (ex : exhaustivité), et ceux qui sont contingents à sa construction (ex : précision des nomenclatures). Dans cette même optique, il est également utile de rappeler que l'évaluation d'expert-e-s Giscop93 porte sur un répertoire plus élargi de solvants chlorés (cf. [section 5.4.1.2](#)) tandis que la matrice « tous solvants » de Matgéné intègre uniquement 5 solvants chlorés (trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme) (cf. [section 5.4.1.3](#)).

... Sur la gestion des données

Le niveau d'observation, les données corrélées

Notre analyse a été effectuée à l'échelle du « poste », a contrario de l'échelle « patient-e » habituelle (cf. [Figure 5-2](#)). Cette approche a ultimement conduit à la création de multiples postes par patient-e-s, soit par définition, des données corrélées. Deux difficultés alors majeures se posent pour ces dernières : d'une part une inégale répartition des effectifs, certain-e-s patient-e-s contribuant davantage que d'autres, et d'autre part, la potentielle ressemblance (ou corrélation) entre des postes nichés dans le parcours d'un-e même patient-e. Nous n'avons pu corriger cette limitation et les données ont été traitées comme indépendantes.

Cette stratégie a quelque peu enflé nos estimations. Nous ne pensons toutefois pas que nos résultats soient significativement biaisés. Selon Jiang et Eskridge (2000), le biais due aux données corrélées serait minimal au regard de la part de variance expliquée par les variables de l'analyse par correspondance multiple. Le nombre de postes corrélés pour des fortes contributions (contribution supérieure à 12 postes par patient-e) est proportionnellement comparable chez les hommes (17.0%) et chez les femmes (18.6%). Cependant, les estimations seraient davantage biaisées chez les hommes pour les modalités d'intérêt (modalités de concordance « Experts+/MEE- », et « MEE+/Ex- »). Chez les femmes en effet, la majeure partie de ces valeurs extrêmes correspondent des modalités de concordance « accords- » ou « incertains ».

Les indicateurs de validité et de concordance

Comme précédemment évoqué, nous avons prêté peu d'attention aux mesures quantitatives de validité et de concordance entre l'expertise et la MEE. Les analyses de validité posent en effet une difficulté qui est celle de la définition de la méthode référence. Compte tenu de l'absence de standard, nous avons fait le choix de ne pas définir des indicateurs de validité (sensibilité, spécificité, etc.). En l'absence de standard et/ou de données mesurées, l'expertise est usuellement prise pour méthode référence comparée autres méthodes d'évaluation (Teschke et al., 2002b). Si ce choix peut être discutable, il pose en outre une difficulté supplémentaire – commune aux analyses de concordance –, c'est celle de la construction d'équivalences entre les indices d'exposition des deux outils. En effet, la construction d'indicateurs de validité ou de concordance (ex : coefficient kappa) suppose des modalités d'évaluation équivalentes entre les deux jugements, ce qui n'est pas le cas entre l'expertise Giscop93 et la matrice Matgéné puisque la première fournit des modalités semi-quantitatives, et la seconde des modalités par intervalles de 0 à 100 (pour ce qui est des probabilités). Des équivalences peuvent toutefois être établies par une fixation de seuils d'exposition. Ces conventions peuvent s'avérer difficiles à établir et à interpréter, et ce notamment lorsqu'il est question d'établir des équivalences pour plus d'un indice d'exposition (ex : probabilité et intensité). Les catégories alors obtenues sont intimement dépendantes des seuils d'exposition fixés pour les méthodes d'évaluation. Ces difficultés nous ont contraints à ne retenir que l'indice de probabilité d'exposition. Aussi, les seuils fixés pour notre analyse (Tableau 5-6) avaient vocation à produire, selon notre appréciation, des équivalences certaines, *i.e.* des équivalences aux deux extrémités des évaluations (ex : probabilité nulle pour l'expertise et probabilité entre 0 et 5% pour la MEE). L'inconvénient conséquent à cette stratégie a été de produire une large catégorie d'évaluations « incertaines » (*i.e.* pouvant passer de non-exposé à exposé selon le seuil fixé) difficilement interprétable. Nous avons toutefois présenté quelques indicateurs de concordance qui restent à interpréter avec circonspection.

Aussi, lorsque la prévalence des expositions professionnelles étudiées est faible, la majorité des emplois non exposés sont, de fait, faciles à identifier car la probabilité d'exposition sera largement inférieure à 50%. Par conséquent, les méthodes d'évaluation de l'exposition auront tendance à présenter une forte concordance globale due à un accord sur les non exposés. Ce degré d'accord global ne devrait pas être considéré comme une preuve de réelle concordance entre les méthodes. La véritable concordance se doit donc d'être examinée chez les exposés (notamment en comparant les indices d'exposition supplémentaires tels que l'intensité de l'exposition). Toutefois, le degré d'accord global, comme le degré d'accord positif ne prend pas en compte le fait que la concordance entre les deux outils puisse être due à la chance ; ce facteur peut lui être pris en compte par d'autres mesures de concordance telles que le coefficient Kappa. Cette mesure, par ailleurs, présente elle-même des limites, dont un paradoxe décrit par Feinstein et Cicchetti (1990), à savoir sa sensibilité à la prévalence de l'événement étudié. Une valeur élevée de la proportion observée d'accord peut être considérablement réduite par un déséquilibre important entre les effectifs marginaux (verticalement ou horizontalement). Ainsi, tel qu'observé dans nos résultats, on pourrait avoir pour deux jugements, en dépit d'une concordance très élevée, un kappa extrêmement bas.

5.6.4. Conclusion et perspectives

Nos résultats suggèrent des proportions de postes exposés aux solvants chlorés relativement faibles pour les emplois à haut taux de féminisation. Les expositions pour ces emplois semblent difficilement détectables par la MEE. Cela pose 3 interprétations alternatives : (1) ces postes sont en effet non-exposés aux solvants chlorés, *i.e.* ne présentent pas d'activités exposantes aux solvants chlorés ; (2) ces postes sont pris en compte par la MEE, *i.e.* ils ont des correspondances dans la MEE, mais ont été classés non-exposés après la fixation du seuil d'exposition ; (3) ces postes ne sont pas pris en compte par la MEE *i.e.* ils ne possèdent pas de correspondances dans la MEE. Cette dernière possibilité pose, comme nous l'évoquions précédemment, la question du codage des intitulés d'emploi, mais aussi celle d'un potentiel biais de sélection dans la construction de la MEE dont le répertoire d'intitulés d'emplois serait androcentré. Une analyse plus approfondie, dans un design d'étude épidémiologique classique (ex : étude cas-témoin), est nécessaire afin de déterminer dans quelle mesure cette construction compromet l'évaluation des intitulés d'emplois répertoriés des postes occupés (majoritairement) par des femmes, et conséquemment la validité des mesures d'association tel que le risque relatif (ex : RR, OR). En tout état de cause, nos observations nous permettent de constater que des désaccords entre l'expertise et la MEE tendent à s'exprimer pour des espaces fortement féminisés, d'où une potentielle sous-estimation (ou surestimation) du risque pour ces secteurs. Cette analyse suggère qu'une attention particulière soit ainsi apportée lors de la construction et pour l'utilisation des MEE pour les intitulés d'emploi

« larges » et/ou « ambigus ». Le biais introduit par cette construction est plus susceptible d'affecter les secteurs fortement féminisés.

TROISIEME PARTIE

6. CANCER ET INTERSECTIONNALITÉ⁸⁷ :

L'EFFET MODIFICATEUR DU SEXE ET DE LA CLASSE SOCIALE SUR LE RISQUE DE CANCER DU POUMON

ILLUSTRATION A PARTIR DE L'ÉTUDE ICARE

Ce chapitre explore l'interaction entre sexe et classe sociale dans l'analyse étiologique des risques cancérologiques en santé au travail. L'importance de l'intersectionnalité est illustrée à travers l'étude de l'association entre l'exposition aux solvants chlorés et la survenue du cancer du poumon.

6.1. Introduction

6.1.1. Quelle prise en compte de la variable sexe et des variables sociales dans l'analyse des modèles multivariés ?

L'un des « usages » de l'épidémiologie moderne, certains argueront le plus proéminent, est l'établissement d'un lien de causalité entre une exposition donnée et un événement de santé (Morris, 1955).

La causalité peut être comprise ou définie de plusieurs manières (Parascandola & Weed, 2001). En épidémiologie, le concept privilégié est celui de la « contrefactualité ». Une cause est qualifiée de contrefactuelle lorsqu'elle établit, selon sa présence ou son absence, une différence dans la survenue (ou la probabilité) d'un événement, et ce indépendamment de tout autre facteur (*ceteris paribus*). Supposons une population composée de patient·e·s atteint·e·s de cancer du poumon pour laquelle on veut déterminer le rôle causal de l'amiante. Pour un individu (ou un groupe d'individus) tiré de cette population, il s'agit de déterminer *ceteris paribus* s'il ou elle aurait été malade en l'absence d'exposition à l'amiante. Si la réponse à cette question est non, alors, l'amiante joue un rôle causal dans la survenue du cancer du poumon. Cette condition n'est évidemment pas tenable dans la réalité, un individu ne pouvant dans de mêmes temporalités être à la fois exposé et non exposé à l'amiante. Ainsi, afin d'approximer la situation de non exposition,

⁸⁷ Cf. Encadré 4

cet individu est substitué par un autre individu non exposé, possédant un profil similaire⁸⁸ (ex : âge, lieu d'habitation etc.). Ce dernier représente alors la situation contrefactuelle. On dit de ces (deux) individus qu'ils sont « interchangeables » (angl. « *exchangeability* »). Dans la pratique, il s'agit de construire des groupes interchangeables, l'analyse statistique se faisant sur des échantillons. On dit également de ces groupes qu'ils sont homogènes. Les études observationnelles – analysées dans le [Chapitre 4](#) – visent à reproduire cette interchangeabilité pour un échantillon de population donné, sans influencer les variables d'exposition, autrement dit, sans influencer les habitudes de vie des participant-e-s, comme ça peut être le cas en design expérimental⁸⁹. Lorsqu'une homogénéité (*i.e.* une comparabilité) des groupes n'est pas ou ne peut être atteinte de par le design d'étude (par des méthodes de randomisation, restriction, ou appariement), on a recours à une standardisation ou un ajustement (statistique) sur les caractéristiques jugées « confondantes » *i.e.* introduisant une hétérogénéité entre les groupes. Un facteur de confusion est un facteur qui introduit une hétérogénéité dans le(s) groupe(s) de comparaison et qui est associé à l'événement de santé dont on étudie la médiation⁹⁰. En épidémiologie de la santé au travail, la pratique de l'ajustement sur certaines variables sociales, notamment le sexe et le statut socio-économique, peut poser d'importantes mésestimations, car ces variables recouvrent des groupes très fortement hétérogènes du point de vue du travail, et donc des expositions professionnelles. Par ailleurs, elles sont associées à de nombreuses autres variables professionnelles ou para-professionnelles parfois non mesurées et pouvant jouer un rôle dans l'hétérogénéité du groupe.

Le quiproquo des variables sociales

Telle qu'employée dans la littérature épidémiologique courante, la variable sexe renvoie à la fois aux dimensions biologiques de sexe et au genre. Dans un modèle de médiation donné, la variable sexe peut ainsi être rattachée à un certain nombre de dimensions qui expliquent ou sont associées à la fois à l'exposition et à l'événement étudié, ce qui en ferait un facteur de confusion pour l'association à l'étude. Dès lors, il pourrait se justifier de manière pratique de contrôler pour cette

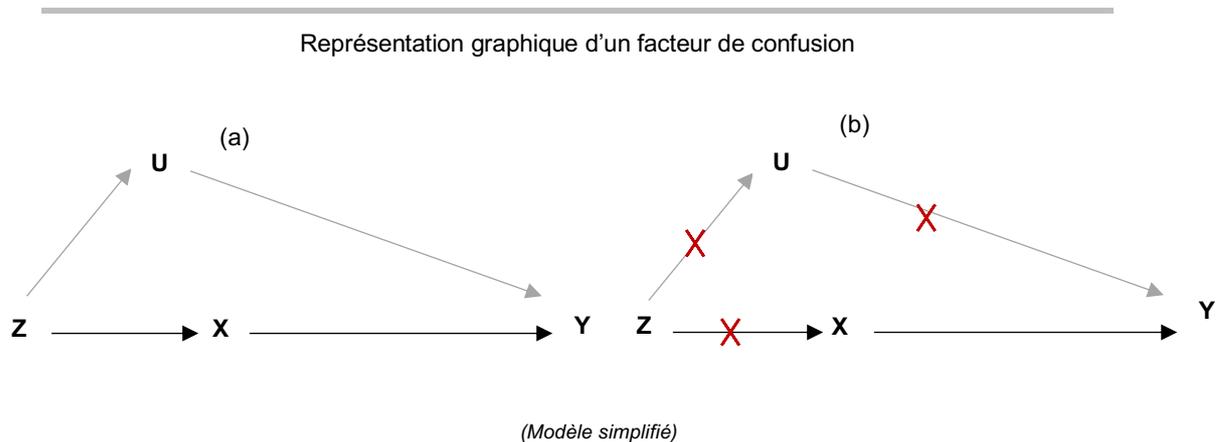
⁸⁸ Idéalement, ces deux individus ne doivent différer que par l'exposition d'intérêt. Dans la pratique, ils devraient être similaires pour des caractéristiques que l'on juge importantes pour l'étude.

⁸⁹ Dans un design expérimental, l'exposition (ex : un traitement) est assignée à la population d'étude. Ce design n'est pas applicable pour des raisons éthiques à l'étude d'expositions présumées toxiques en milieu professionnel.

⁹⁰ Le mot « médiation » est utilisé afin de désigner l'état par lequel une cause affecte un intermédiaire qui, à son tour, affecte un résultat. La médiation concerne à la fois (a) les processus par lesquels une exposition, une variable ou un état affecte un autre, et (b) un mécanisme causal (pourquoi quelque chose se produit). C'est à cette dernière définition que nous nous référons dans ce document (VanderWeele, 2015, p. 3).

dernière afin de « bloquer » ces relations et supprimer l'effet de confusion (Figure 6-1). Cette pratique peut s'avérer légitime si l'ensemble des relations, ou des chemins (angl. *pathways*) associés à la variable sexe dans le modèle de médiation est connu. Autrement dit, si tous les moyens par lesquels la variable sexe influe sur le modèle de médiation sont connus. On sait toutefois que de nombreux effets restent non mesurés. Ainsi, contrôler sur la variable sexe entraînerait le contrôle d'un certain nombre de facteurs, non mesurés, dont la relation peut être explicative ou médiatrice de l'événement étudié. Cette situation n'est pas unique à la variable sexe et se pose également lors de la prise en compte du statut socioéconomique. Comme pour la variable sexe, l'ajustement sur le statut socioéconomique est parfois pratiqué dans les modèles multivariés (Richiardi, Barone-Adesi, Merletti, & Pearce, 2008).

Figure 6-1



Soit X, une variable d'exposition (ex : le poste de peintre), Y, une variable représentant l'événement recherché (ex : cancer du poumon), Z une variable démographique (ex : sexe) et U une seconde variable d'exposition (tabagisme) inconnue ou non mesurée dans l'étude en question.

L'effet « réel » recherché est celui de X sur Y ($X \rightarrow Y$). L'association $Z \rightarrow X$ est connue. En revanche, l'effet $U \rightarrow Y$, qui est conditionné par Z est inconnu.

Un contrôle (par ajustement) est effectué sur Z. (fig.(b)). L'effet connu de Z ($Z \rightarrow X$) est alors compensé, préservant l'effet recherché $X \rightarrow Y$. Cependant, l'effet inconnu $U \rightarrow Z$ est également compensé, demeurant inconnu.

Puisque l'effet biologique passe réellement par U et non pas par Z, l'ajustement par Z aura eu le résultat d'occulter le mécanisme en jeu (passant par U) et, éventuellement, de nuire à la prévention de l'exposition X. Si la variable U (tabagisme) avait été mesurée, alors un ajustement sur les variables Z (sexe) et U auraient pu être envisagé. Cependant, comme précédemment évoqué, il est difficile de déterminer tous les « chemins » par lesquels l'effet sexe influe sur une association donnée.

Pour rappel, le statut socioéconomique (SSE) désigne la position qu'occupe un individu dans une hiérarchie sociale. S'il ne peut être mesuré directement, il existe un certain nombre d'indicateurs, à l'instar de la profession, permettant d'en fournir une approximation. La profession, ou plus précisément la catégorie socioprofessionnelle (CSP⁹¹), donne – à travers le métier, la qualification le statut – des indications sur les tâches qu'exercent les individus. D'autres aspects en lien avec le travail sont également conditionnés par le SSE : la latitude dans l'exercice du métier, la capacité à agir ou à se syndiquer, l'accès à l'information etc. Par ailleurs, le SSE est fortement associé aux comportements liés à la santé (ex : tabagisme), ou aux conditions de vie d'une manière générale. Toutes ces dimensions peuvent constituer des déterminants de morbidité chez les individus et contribuer à la formation d'un gradient social de santé (cf. [section 3.4.2](#)). De ce point de vue, il paraît, comme pour la variable sexe, impropre – voire fallacieux – de dissocier les effets du SSE des expositions professionnelles, si l'ensemble des relations du modèle de médiation ne sont pas connus. Auquel cas, des analyses de réseau spécifiques (angl. « *pathways analyses* ») permettant d'isoler les effets propres de certaines variables du modèle de médiation peuvent être envisagées.

Une question supplémentaire est en outre posée pour le SSE, c'est celle du groupe de comparaison. Comme le sexe, le SSE définit des catégories de population très distinctes au regard des activités qu'elles effectuent, et par conséquent des expositions auxquelles elles sont soumises. Cependant, la méthode usuelle d'ajustement sur le SSE (comme sur le sexe décrite précédemment (cf. [section 4.6.4.3](#)) présuppose que le SSE (ou la CSP) est un groupe homogène pour lequel la ou les variables d'exposition ont le même effet. On sait cependant, à titre d'exemple, que les ouvriers n'effectuent pas les mêmes tâches, et n'ont pas les mêmes expositions que les travailleurs des classes supérieures (professions intellectuelles, managers, etc.) (cf. [section 1.3](#)). Par ailleurs, ces deux groupes de CSP diffèrent sur de nombreuses autres dimensions (conditions de vie) potentiellement associées à l'état de santé. On pourrait de ce fait suspecter, *a priori*, des interactions, *i.e.* des effets différenciés (cf. [Encadré 6](#)), entre les variables d'expositions et la CSP. Par ailleurs à l'intérieur même d'un même groupe de SSE (ou d'une CSP selon le niveau d'agrégation), l'ajustement pour cette même variable (ou la CSP) conduit nécessairement au contrôle complet ou partiel de tous les autres facteurs sociaux – y compris non mesurés – associés à cette dernière. Cela peut conduire à masquer l'effet réel recherché. La mesure d'association serait alors biaisée vers l'hypothèse nulle⁹² (Brisson, Loomis, & Pearce, 1987).

⁹¹ Formellement PCS (professions et catégories socioprofessionnelles) en contexte français depuis 1982 (Desrosières & Thévenot, 2002)

⁹² C'est-à-dire qu'il n'y a pas d'association statistique.

La question de la prise en compte des variables sociales de sexe, mais aussi de SSE, reste peu discutée dans le domaine de l'épidémiologie d'une manière générale (Goldberg, Melchior, Leclerc, & Lert, 2002), mais encore moins dans celui des cancers d'origine professionnelle (Richiardi et al., 2008). À titre d'illustration, Richiardi *et al* (2008) dénombrèrent, dans trois revues épidémiologiques de premier plan (*American Journal of Epidemiology*, *Epidemiology*, *Cancer Causes and Control*), 16 études originales portant sur les cancers professionnels publiées en 2005. Parmi ces études, seulement 5 ont fait usage des informations sur le SSE (soit par le niveau d'études ou par le dernier emploi) dans leur analyse. Pour une seule de ces 5 études, une discussion sur l'ajustement sur le SSE a été engagée par les auteur·e·s. Toutefois, selon les informations rapportées dans la section de la méthode des articles, Richiardi *et al* ont noté que 9 articles supplémentaires (des 11 études restants) auraient pu recueillir des informations sur le SSE. Pour rappel, dans notre revue systématique, le SSE a été mobilisé dans les analyses pour seulement 51 études sur 243 (cf. [section 4.5.4](#)).

Moins étudiée encore est la prise en compte de manière simultanée des variables sociales, notamment dans le domaine des cancers (Williams et al., 2012). On réfère souvent à ce procédé comme relevant d'analyses intersectionnelles. L'intersectionnalité vise à mettre en relief dans le discours politique ou scientifique les minorités sociales situées à l'intersection de plusieurs (grands) axes de structuration des inégalités sociales tels que le genre, l'ethnicité ou la classe sociale (Jaunait & Chauvin, 2012). Des études en sciences sociales ont proposé des cadres conceptuels d'analyse applicables aux études quantitatives en santé publique (Scott & Siltanen, 2017; Sen, Iyer, & Mukherjee, 2009). Ces méthodologies mettent surtout l'accent sur la création, puis la comparaison de groupes uniques pour chaque catégorie d'intersection (ex : les femmes ouvrières etc.). Elles peuvent cependant se heurter aux problèmes de manque de puissance statistique due à la stratification des échantillons.

6.2. Objectifs

Dans ce chapitre, nous proposons de mettre en œuvre une analyse intersectionnelle tenant compte à la fois du sexe et de la catégorie socioprofessionnelle (CSP) du·de la patient·e. Les analyses sont basées sur l'enquête cas-témoins en population générale française ICARE. À partir d'une étude de l'association entre l'exposition aux solvants chlorés⁹³ et le cancer du poumon, nous

⁹³ L'expression « solvants chlorés » fera référence ici à l'exposition à au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme (cf. chapitre 4) ; le cas échéant, l'appellation spécifique du solvant sera utilisée.

avons confronté différentes hypothèses et stratégies de prise en compte des variables sociales, le sexe et la CSP, dans les modèles statistiques couramment utilisés dans la recherche étiologique, l'objectif étant de montrer que le sexe et la CSP créent des catégories hétérogènes par rapport à l'exposition. Plus précisément, il s'agit de montrer à la fois les effets du sexe et de la CSP dans la relation entre l'exposition aux solvants chlorés et le risque de cancer du poumon. Par souci de clarté, l'analyse a été effectuée en deux temps. Dans un premier temps, seul l'effet sexe a été étudié afin d'examiner la différence de risque entre les hommes et les femmes. Dans un second temps, l'effet CSP a été étudié de façon séparée chez les femmes et les hommes afin d'examiner les différences de risques selon le sexe et la CSP.

6.3. Hypothèses

- (i) Le risque de cancer du poumon dû à l'exposition aux solvants chlorés diffère selon le sexe.
- (ii) Le risque de cancer du poumon dû à l'exposition aux solvants chlorés diffère selon le sexe et la CSP.

ENCADRE 6: LA NOTION D'INTERACTION EN EPIDEMIOLOGIE

(Greenland, 2010; VanderWeele & Knol, 2014)

Le terme « interaction » est usuellement appliqué à deux phénomènes distincts. Son usage le plus courant est celui renvoyant à la variation d'une mesure d'effet donnée selon différents niveaux d'une tierce variable ; on la réfère ainsi plus spécifiquement (en épidémiologie) en tant que modification de la mesure de l'effet (angl. « effect-mesure modification »). Ce phénomène est directement lié à l'hétérogénéité introduite par une tierce variable, et est exprimé comme le produit de ces termes dans un modèle de régression. On la qualifie également d'interaction statistique. Elle est dépendante de l'échelle à laquelle la mesure de l'effet est modifiée (échelle multiplicative ou additive). Aussi, lorsque la différence de risque pour différents groupes d'une population donnée (échelle additive) dépend de la présence (prévalence) d'une tierce variable, on parle alors d'interaction de santé publique. Cette interaction est ainsi qualifiée, car le coût ou le bénéfice en termes de santé publique dépend de l'altération de ce facteur, i.e. de l'intervention sur ce dernier.

Le second usage de l'interaction est celui renvoyant à une modification du mécanisme de l'effet avec une tierce variable ; on la qualifie d'interaction biologique.

Les interactions statistiques et biologiques sont des phénomènes distincts et ne partagent que quelques aspects communs. La première peut être qualifiée de contextuelle, car pour une association donnée, elle peut exister à une échelle (multiplicative ou additive) ou à l'autre, tandis que la seconde est présente ou non indifféremment des contextes.

6.4. Matériel et méthodes

6.4.1. Source des données : L'étude ICARE

Note : Les bases données relatives à l'enquête ICARE utilisées dans cette étude ont été mises à disposition par Isabelle Stücker et Danièle Luce (Équipe ICARE, INSERM, CESP U1018).

6.4.1.1. Design de l'étude

L'Investigation sur les Cancers Respiratoires et Environnement (ICARE) est une étude cas-témoins multicentrique en population générale, menée en France entre 2001 et 2007 (Luce, Stücker, & ICARE Study Group, 2011). Elle inclut des cas de cancers du poumon, des cas de cancers des voies aérodigestives supérieures (VADS), et un groupe de contrôles communs à ces deux groupes. Les cas incidents ont été identifiés en collaboration avec les registres généraux des cancers en France (le réseau FRANCIM) (FRANCIM, 2017). Dix registres généraux, sur les 11 registres opérant au moment de la mise en œuvre de l'étude, ont participé à l'étude : Bas-Rhin (67), Calvados (14), Doubs et territoire de Belfort (25 et 29), Haut-Rhin (68), Hérault (34), Isère (38), Manche (50), Somme (80), Loire Atlantique (44) et Vendée (85). Ces registres regroupaient alors environ 13% de la population française métropolitaine (7,6 millions d'habitants). La distribution par statut socioéconomique de ces régions est comparable à celle de la population générale française (cf. [annexe, Tableau 0-16](#)). Le groupe témoin est un échantillon aléatoire de la population de ces régions.

Sélection des cas

Les cas étaient tous des patient·e·s diagnostiqué·e·s entre 2001 et 2007, dans l'un des 11 départements indiqués, avec une tumeur maligne primitive du poumon ou des organes des voies aérodigestives supérieures (VADS) (cavité buccale, pharynx, cavités naso-sinusiennes, larynx) (Classification internationale des maladies, 10e révision, codes C30-C34 ; C00-C14). Tou·te·s les patient·e·s âgé·e·s de moins de 75 ans ont été inclu·se·s quel que soit les types histologiques.

Les cas ont été identifiés à partir de laboratoires de pathologie et de services hospitaliers. Une liste des services de santé ayant signalé des cas de cancer du poumon et des VADS au cours des deux années précédant l'étude a été établie pour chaque registre. Les enquêteur·rice·s ont contacté de manière régulière ces laboratoires et ces hôpitaux afin de collecter les noms et les adresses des patient·e·s admissibles, ainsi que ceux de leur médecin traitant. Une fois l'accord du·de la médecin obtenu, les patient·e·s ont été sollicité·e·s pour une participation à l'étude par le biais d'une lettre

envoyée à leur domicile, ou remise à l'hôpital s'ils-elles étaient hospitalisé-e-s. En cas d'accord du-de la patient-e, un contact direct était établi afin d'organiser une entrevue et de recueillir un consentement écrit. L'entretien en face-à-face a été mené par des enquêteur-ric-e-s au domicile des patient-e-s ou à l'hôpital.

Sélection des témoins

Des témoins sans antécédents de cancers respiratoires ont été sélectionnés en population générale à l'aide d'une procédure de tirage au sort sur des listes téléphoniques provenant des départements auxquels appartenaient les cas. Ce recrutement a été réalisé par un institut de sondage spécialisé dans ce type de procédure. De prime abord, un échantillonnage aléatoire a été effectué sur la base de 53 000 numéros de téléphone listés dans l'annuaire téléphonique national. Pour chaque département, le recrutement des témoins s'est effectué suivant la distribution sexuée des cas, ainsi que celle de leur âge. Elle a, par la suite, été ajustée sur la distribution (selon le sexe et l'âge) des cas recrutés au moment de l'étude. Une stratification supplémentaire a été effectuée sur la catégorie socioprofessionnelle afin de rendre comparable la distribution des témoins à celle de la population générale des départements.

Dans la présente étude, nous avons restreint notre analyse aux cas de cancer du poumon. Les taux de participation pour les cas étaient déclinés de la manière suivante : sur les 4 865 cas admissibles identifiés, 489 (10%) n'ont pu être localisés, 781 (16%) sont décédés avant tout contact, et 238 (5%) n'ont pas pu être interrogés en raison de leur état de santé. Parmi les 3 357 sujets restants, 2 966 ont accepté de participer : 2 276 hommes et 650 femmes (87% pour les deux sexes).

Pour les témoins, parmi les 4 673 éligibles, (230 n'ont pas pu être localisés, 5 sont décédés avant avoir pu être contactés, et 27 n'ont pas été interrogés du fait de leur état de santé. Parmi 4 411 personnes contactées (94%), 3 555 (81%) ont accepté de participer. Au final, parmi les hommes, 3 406 contrôles admissibles ont été contactés et 2 780 ont accepté de participer (82%) ; parmi les 1 005 femmes admissibles, 775 ont donné leur accord (77%).

6.4.1.2. Collecte de données

Les participant-e-s ont été interrogé-e-s en face-à-face suivant un questionnaire standardisé afin de recueillir les informations suivantes : les caractéristiques sociodémographiques ; l'historique résidentiel ; les caractéristiques anthropométriques ; les antécédents médicaux des participant-e-s (cancer et autres maladies), ainsi que ceux des parents de premier degré ; la consommation de tabac (vie entière), le tabagisme passif ; la consommation d'alcool ; et enfin l'histoire professionnelle. Les parties du questionnaire utilisées pour nos analyses sont décrites en détail ci-après.

Histoire professionnelle

Le questionnaire d'histoire professionnelle a été conçu avec la collaboration d'une hygiéniste industrielle⁹⁴.

Dans la première partie du questionnaire, chaque emploi exercé pendant une durée d'au moins un mois du début de la vie professionnelle jusqu'à la date d'entretien a été décrit. Toutes les différentes activités tenues au cours de la carrière ont été considérées, y compris les emplois non rémunérés, les emplois non officiels, les emplois exercés durant le service militaire, ainsi que les stages d'apprentissage et de formations techniques. **Chaque épisode professionnel est défini par (i) les dates de début et de fin d'emploi, (ii) l'intitulé du poste de travail, et (iii) le nom et l'adresse de l'entreprise au sein de laquelle l'emploi a été exercé.** Tout changement pour l'une de ces variables a donné lieu à un nouvel épisode professionnel. Toute période de non-emploi a également été renseignée.

Dans la deuxième partie du questionnaire, chaque épisode professionnel a été décrit en détail, avec notamment : (i) des informations sur la production et les activités de l'entreprise, (ii) une description des tâches réalisées (nature, fréquence, matériel utilisé) et (iii) une description de l'environnement de travail.

Tabagisme

La partie du questionnaire relative à l'histoire de consommation à vie de tabac a permis de déterminer la consommation de chaque participant-e. L'histoire de consommation de tabac a été recueillie en détail, incluant les informations sur l'âge au début de la consommation, la consommation de tabac au moment de l'entretien (type, quantité) et, le cas échéant, l'âge à l'arrêt de la consommation.

Version réduite du questionnaire

En cas d'inconfort (ou d'absence⁹⁵) ne permettant pas à certain-e-s patient-e-s de répondre au questionnaire complet, les enquêteur-ric-e-s ont fait usage d'une version réduite du questionnaire. Cette version réduite a été soumise à 262 hommes (202 cas et 60 témoins) et 54 femmes (40 cas et 14 témoins), qui représentaient respectivement 5% et 4% des hommes et des femmes dans l'échantillon. Ce questionnaire comprenait principalement des informations sur la consommation de tabac et l'histoire professionnelle.

⁹⁴ Joëlle Févotte

⁹⁵ Questionnaire administré à un-e proche du-de la patient-e

6.4.1.3. Gestion des données

Note : Sauf indiqué autrement, la gestion des données suit les méthodologies précédemment effectuées dans les études portant sur ICARE (Guida, 2012; Mattei, 2015). Ce sont notamment : le choix du codage des secteurs d'activité, les indices des variables d'exposition, et la construction des variables démographiques.

Codage des secteurs d'activité

Pour chaque participant-e, tous les emplois occupés durant la durée complète de vie professionnelle ont été codés selon la CIP⁹⁶ 1968 (ILO, 1969) pour les professions, et la NAF pour les secteurs d'activité (Insee, 1999).

Définition des variables utilisées dans les analyses

L'événement étudié : le cancer du poumon

Le diagnostic de cancer du poumon représente notre événement étudié. Codée en binaire, il est défini par les cas (malade) et les témoins (non malades).

Les variables d'exposition

Note : Les variables d'exposition incluent les solvants chlorés (au moins un des solvants parmi le trichloréthylène, le perchloroéthylène, le dichlorométhane, le tétrachlorure de carbone et le chloroforme), l'amiante et le tabac. Le calcul des différents indices (indices d'exposition, indice cumulé d'exposition) a été effectué par les équipes ICARE d'Isabelle Stücker et de Danièle Luce.

Les solvants chlorés, l'amiante

Toutes les expositions professionnelles ont été évaluées à l'aide des matrices d'exposition professionnelle Matgéné (cf. [section 5.4.1.3](#)). Les indices suivants ont été estimés pour chaque sujet : le statut d'exposition ; la valeur maximale de la probabilité, de la fréquence et de l'intensité de l'exposition pendant l'intégralité de la carrière ; la durée totale cumulée de l'exposition (en années) ; un indice cumulé d'exposition.

⁹⁶ Classification internationale type des professions

Pour notre analyse, nous avons fait usage du seul **statut d'exposition**. Il s'agit d'une variable codée en binaire : exposé et non exposé. Un sujet est considéré comme exposé si la probabilité d'exposition est non nulle pour au moins un épisode professionnel.

Le tabagisme

La consommation de cigarette vie entière a été évaluée par le *comprehensive smoking index* (CSI). Proposé par Leffondré et al. (2006), cet indice permet de résumer la consommation de cigarettes vie entière, prenant compte de la durée, du délai depuis l'arrêt, et de la quantité consommée. L'application de cet indice aux données de l'étude ICARE a fait l'objet d'une étude antérieure (Papadopoulos, 2012). Une variable binaire (Non-exposé/Exposé) a été également définie pour le tabagisme : un individu étant classé exposé si $CSI > 0$.

Les variables démographiques

Département d'habitation

Les départements correspondaient au lieu de résidence des participant·e·s à l'inclusion. Au total, 10 départements ont été retenus après un regroupement entre les départements du Doubs et le Territoire de Belfort.

Âge à l'entretien

L'âge des participant·e·s a été calculé comme la différence entre la date de l'entretien et la date de naissance telle qu'indiquée par le·la patient·e. Cette variable a été recomposée en une variable catégorielle de 4 modalités : <50, 50-59, 60-69, >70.

Statut socioéconomique

Une variable proxy du statut socioéconomique a été utilisée : la catégorie socioprofessionnelle de la période de travail la plus longue recodée en PCS 1994 niveau 1. Elle a été préférée à la catégorie socioprofessionnelle de la première période de travail, et au niveau de diplôme atteint ; cette dernière variable n'étant accessible que pour un nombre plus réduit de participant·e·s. La catégorie référence utilisée pour l'ensemble de nos analyses a été celle des « cadres », contrairement à Guida (2012) et Mattei (2015) qui ont utilisé la catégorie des « professions intermédiaires ».

Nombre d'emplois

Le nombre d'emplois exercés au cours de la vie professionnelle a été calculé pour chaque participant·e sur l'ensemble des emplois décrits. Les périodes d'inactivité, le service militaire et les

périodes de formation n'ont pas été pris en compte. Une variable en 6 classes a été définie : 0, 1, 2, 3, 4, et $5 \leq$ emplois.

6.4.2. Méthodes d'analyse statistiques

Modèles de régression logistique

Note : Le modèle et les variables ont été retenus afin d'assurer une comparabilité des résultats de notre étude avec ceux des études précédentes (Mattei, 2015).

L'association entre l'exposition aux solvants chlorés et le cancer du poumon a été étudiée à travers différents modèles de régression logistique inconditionnelle multivariée (Hosmer, Lemeshow, & Sturdivant, 2013). Le Odds Ratio (OR) (IC 95%) (cf. [Encadré 7](#)) du cancer du poumon a été estimé pour différents groupes (ex : les hommes) et sous-groupes de population (ex : les ouvriers). Afin d'analyser l'effet de modification par les variables sociales, le sexe et la CSP, différents modèles ont été comparés.

Pour le modèle initial (Modèle 1), l'OR pour le cancer du poumon est ajusté pour le département d'habitation, l'âge à l'entretien, le nombre d'emplois effectué (les participant-e-s dont l'histoire professionnelle était inconnue, ou n'ayant jamais travaillé ont été exclu-e-s des analyses), l'exposition aux solvants chlorés, l'exposition à l'amiante et la consommation de tabac (CSI). De ce modèle initial est construit chacun des modèles suivants, adaptés suivant les hypothèses concernant le rôle des variables sociales dans le modèle de médiation.

Hypothèse 1.1 : Le « sexe » comme facteur de confusion

Le Modèle 2 est construit suivant l'hypothèse de la variable sexe comme facteur de confusion. Un ajustement du Modèle 1 est effectué sur le sexe.

Hypothèse 1.2 : Le « sexe » comme facteur de modification

Dans cette seconde hypothèse, une interaction a été considérée entre le sexe et la variable principale d'exposition (Modèle 3). Un terme d'interaction entre ces deux variables a été introduit dans le Modèle 1.

Hypothèse 2.1 : La catégorie socioprofessionnelle comme facteur de confusion

Ce Modèle 4 est construit sur l'hypothèse *a priori* (ou confirmée) d'une interaction entre la variable sexe et la variable principale d'exposition. Le Modèle 1 est ainsi stratifié sur la variable sexe. Une nouvelle hypothèse est formulée pour la catégorie socioprofessionnelle comme facteur de confusion. La CSP retenue pour chaque patient-e est la CSP de l'emploi occupé sur la plus longue période. Un ajustement du Modèle 1 est donc effectué, pour hommes et femmes séparément, sur la CSP. Les professions « cadres » sont prises comme base de référence.

Hypothèse 2.2 : La catégorie socioprofessionnelle comme facteur de modification

Pour cette ultime hypothèse, une interaction est considérée entre la CSP et la variable principale d'exposition. Un terme d'interaction entre ces deux variables est introduit dans le Modèle 1 (stratifié sur le sexe) (Modèle 5).

L'ensemble des analyses a été réalisé sous *Stata v14.2* (StataCorp, 2015).

Tableau 6-1

Récapitulatif des modèles de régression présentés

Variables introduites dans le modèle		
Échantillon total		
Modèle 0 (vide)	(OR0)	Exposition aux solvants chlorés (x_1)
Modèle 1	(OR1)	Exposition aux solvants chlorés (x_1), département d'habitation, âge à l'entretien, nombre d'emplois, exposition à l'amiante ; tabagisme
Modèle 2	(OR2)	Modèle 1 ajusté sur le sexe
Modèle 3	(OR3)	Modèle 1 et interaction entre x_1 et sexe
Stratification sur le sexe		
Modèle 0'	(OR0')	Modèle 0 (stratifié sur le sexe)
Modèle 1'	(OR1')	Modèle 1 (stratifié sur le sexe)
Modèle 4	(OR4)	Modèle 1 (stratifié sur le sexe) ajusté sur la CSP
Modèle 5	(OR5)	Modèle 1 (stratifié sur le sexe) et interaction entre x_1 et CSP
Stratification sur le sexe et la CSP		
Modèle 0''	(OR0'')	Modèle 0 (stratifié sur le sexe et la CSP)
Modèle 1''	(OR1'')	Modèle 1 (stratifié sur le sexe et la CSP)

X_1 : Exposition d'intérêt ; CSP : catégorie socioprofessionnelle

ENCADRE 7: L'INTERPRETATION DU ODDS RATIO (OR)

(Andrade, 2015; Bland & Altman, 2000; Pearce, 1993)

L'odds ratio (OR), également appelé rapport des chances ou rapport des côtes, est une mesure statistique exprimant la force de l'association entre des variables aléatoires qualitatives.

Une « chance » (ou « côte ») est le rapport de deux probabilités complémentaires : la probabilité de survenue d'un événement - divisée par la probabilité que cet événement ne survienne pas. Ainsi, le rapport des chances d'un événement entre deux groupes donnés (A) et (B) est le rapport entre la chance de survenue de cet événement pour le groupe (A) et la chance de survenue de cet événement pour le groupe (B).

Dans le cadre d'une étude épidémiologique, l'événement correspond généralement à un événement de santé (angl. « *outcome* »). Supposons cet événement binaire, malade et non-malade. Les groupes, que l'on va également supposer binaires, correspondent quant à eux au groupe d'individus exposés au facteur de risque d'intérêt (A), et au groupe d'individus non-exposés à ce facteur (B).

→ Si la proportion de malades par rapport aux non-malades ne varie pas en fonction de l'exposition, *i.e.* que l'exposition a autant de chances d'être présente chez les malades que chez les non-malades, alors le ratio des chances de la maladie dû à cette exposition serait égal à 1. Cette valeur représente le point de référence pour la mesure de l'effet :

- Si l'**OR=1**, alors l'exposition ne change pas la proportion de malades, elle n'a aucun effet sur risque de la maladie.
- Si l'**OR > 1**, alors l'exposition augmente la proportion de malades, elle est néfaste.
- Si l'**OR < 1**, alors, l'exposition diminue la proportion de malade, elle est « protectrice ».

Un odds ratio de 1.25 signifie que l'odds de l'exposition dans le groupe de malades est 1.25 fois plus élevé que dans le groupe de non malades. À noter cependant que cette mesure s'accompagne toujours d'un degré de précision ou d'incertitude, en général un **intervalle de confiance (IC)**. Un large IC indique un faible niveau de précision de la mesure d'association, tandis qu'un IC restreint indique une précision plus grande.

Pour une étude de l'association entre solvants chlorés et cancer du poumon, un OR= 1.25 (95% IC= 1.08-1.33) indique que l'odds d'avoir été exposé aux solvants chlorés dans le groupe de malades est 1.25 fois plus élevé que celui d'avoir été exposé dans le groupe de non malades. Cet odds a 95% de chances d'être compris entre 1.08 et 1.33.

→ Autrement exprimé, ce résultat indique que les malades ont en moyenne 25% de plus de chance d'avoir été exposés aux solvants chlorés que les non-malades, avec une chance réelle estimée entre 8% et 33%.

6.5. Résultats

6.5.1. Description de l'échantillon

Le [Tableau 6-2](#) présente, pour hommes et femmes, la distribution des cas et témoins selon les variables démographiques. Au total, 6 434 participant·e·s ont été inclus·e·s dans les analyses, soit 5 052 hommes (78.5%) dont 2 273 cas, et de 1 382 femmes (21.5%) dont 622 cas.

La répartition par âge est différente entre les cas et les témoins, les cas masculins étant légèrement plus âgés que les témoins. L'inverse est observé chez les femmes.

Prenant pour référence les taux des cadres, les cas, hommes et femmes, étaient plus susceptibles d'avoir travaillé en tant qu'ouvrier·e·s sur la plus longue période de leur vie professionnelle (hommes : OR= 3.00, 95% IC= 2.51-3.58 ; femmes : OR= 1.95, 95% IC=1.24 - 3.07) et indépendant·e·s (hommes : OR= 2.00, 95% IC= 1.51 - 2.65; femmes : OR= 2.22, 95% IC= 1.13-4.37)

Tableau 6-2

Caractéristiques sociodémographiques de la population d'étude, analyses stratifiées sur le sexe

n (% en colonne)	Hommes (n= 5 052)				Femmes (n= 1 382)							
	Cas (n= 2 273)		Témoins (n= 2 779)		OR	95% IC	Cas (n= 622)		Témoins (n=760)		OR	95%IC
Classe d'âge												
<50	279	(12.3)	636	(22.9)	-	-	138	(22.2)	158	(20.8)	-	-
50-60	840	(37.0)	938	(33.7)	-	-	244	(39.2)	175	(23.0)	-	-
61-70	824	(36.2)	909	(32.7)	-	-	157	(25.2)	269	(35.4)	-	-
>70	330	(14.5)	296	(10.6)	-	-	83	(13.3)	158	(20.8)	-	-
Val. manquantes	0	(0.0)	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	0	(0.0)	-	-
Moyenne [DS]	60.3	[9.0]	58.0	[9.9]	-	-	57.4	[10.1]	60.2	[11.1]	-	-
Cat. socioprof.^b					OR ^a		OR ^a					
Agriculteur·rice·s	69	(3.0)	168	(6.0)	0.93	0.67 - 1.30	8	(1.23)	29	(3.8)	0.59	0.24 - 1.46
Indépendant·e·s	139	(6.1)	152	(5.5)	2.00	1.51 - 2.65	28	(4.3)	25	(3.3)	2.22	1.13 - 4.37
Cadres	237	(10.4)	544	(19.6)	1.00	-	50	(8.0)	74	(9.7)	1.00	-
Pr. intermédiaires	314	(13.8)	563	(20.3)	1.31	1.06 - 1.62	73	(11.7)	131	(17.2)	0.89	0.55 - 1.43
Employés	218	(9.6)	297	(10.7)	1.81	1.43 - 2.30	321	(51.6)	375	(49.3)	1.47	0.98 - 2.20
Ouvriers	1 267	(55.7)	1 053	(37.9)	3.00	2.51 - 3.58	135	(21.7)	125	(16.4)	1.95	1.24 - 3.07
Val. Manquantes ^c	29	(1.3)	2	(0.1)			7	(1.1)	1	(0.1)		

Champ : Enquêté·e·s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

Abréviations : IC : Intervalle de confiance ; OR : Odds Ratio ; Val : valeur ; DS : déviation standard ; Pr : Profession

a. OR ajusté sur l'âge à l'interview et le département

b. Catégorie socioprofessionnelle représentée par l'emploi sur la plus longue durée.

c. Inconnue, inactivité, Incluant les femmes au foyer.

6.5.2. Distribution des expositions d'intérêt

Le [Tableau 6-3](#) présente pour les hommes et les femmes la distribution des cas et témoins selon les variables d'exposition de l'étude. D'une manière générale, on observe, pour les expositions d'intérêt, une proportion d'exposition plus grande chez les cas que chez les témoins. Cette différence est particulièrement prononcée chez les femmes pour l'exposition aux solvants chlorés et au tabagisme, et chez les hommes pour l'exposition à l'amiante. Pour les solvants chlorés, 16.1% des cas femmes contre 9.5% des témoins ($p < 0.001$) ont été évalués comme étant exposés. Chez les hommes, ces proportions étaient de 43.8% des cas, contre 38.3% des témoins ($p < 0.001$). Pour l'amiante, 70.2% des cas hommes (contre 58.1% des témoins ($p < 0.001$)) ont été évalués comme étant exposés, et 20.7% des cas femmes (contre 20.3% des témoins ($p = 0.154$)). Enfin, pour le tabagisme, 71.1% des cas femmes (contre 33.9% des témoins ($p < 0.001$)) et 96.3% des cas hommes (contre 70.4% des témoins ($p < 0.001$)) ont rapporté une consommation de tabac.

Tableau 6-3

Distribution des effectifs selon le statut de l'exposition pour différents agents professionnels, analyses stratifiées sur le sexe

n (% en colonne)	Hommes (n= 5 052)				Femmes (n= 1 382)			
	Cas (n= 2 273)		Témoins (n= 2 779)		Cas (n= 622)		Témoins (n= 760)	
Solvants chlorés^{a b}								
								<0.001
Non-exposé	1 242	(54.6)	1 704	(61.3)	508	(81.7)	678	(89.2)
Exposé	995	(43.8)	1 064	(38.3)	100	(16.1)	72	(9.5)
Val. manquantes	36	(1.6)	11	(0.4)	14	(2.2)	10	(1.3)
Amiante^a								
								<0.001
Non-exposé	663	(29.2)	1 165	(41.9)	490	(78.8)	606	(79.7)
Exposé	1 596	(70.2)	1 614	(58.1)	129	(20.7)	154	(20.3)
Val. manquantes	14	(0.6)	0	(0.0)	3	(0.5)	0	(0.0)
Tabagisme								
								<0.001
Non-exposé	59	(2.6)	813	(29.3)	177	(28.5)	500	(65.8)
Exposé	2 189	(96.3)	1 957	(70.4)	442	(71.1)	258	(33.9)
Val. manquantes	25	(1.1)	9	(0.3)	3	(0.5)	2	(0.3)

Champ : Enquête-e-s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

Lecture : Chez les hommes, un total de 995 cas, soit 43.8% des cas ont été évalués par la matrice Matgéné comme étant exposés aux solvants chlorés.

a. Un sujet est considéré comme exposé si la probabilité d'exposition est non nulle pour au moins un épisode professionnel.

b. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

c. Un sujet est considéré comme exposé si CSI>0

‡ Déterminé par un test bilatéral de Fisher

Val : Valeur

6.5.3. Association entre exposition aux solvants chlorés et cancer du poumon

Hypothèse 1 : Le risque diffère selon le sexe.

Lorsque évaluée sur l'ensemble de la population d'étude, l'exposition aux solvants chlorés ne présente pas d'association statistiquement significative avec le cancer du poumon (OR1=1.05, 95% IC= 0.89-1.22, Modèle 1). Suivant l'hypothèse 1.1. (*i.e.* le « sexe » comme facteur de confusion) et l'ajustement effectué sur la variable « sexe », aucune association n'est montrée statistiquement significative entre l'exposition aux solvants chlorés et la présence de cancer du poumon (OR2= 1.11, 95% IC= 0.95-1.31, Modèle 2) (Tableau 6-4).

Tableau 6-4

Association entre exposition aux solvants chlorés ^a et cancer du poumon, population totale						
Statut de l'exposition	OR0	95% IC (<i>p-value</i>)	OR1	95% IC (<i>p-value</i>)	OR2	95% IC (<i>p-value</i>)
Non-exposé ^b	1.00	-	1.00	-	1.00	-
Exposé	1.31	1.18 - 1.46 (<i><0.001</i>)	1.05	0.89 - 1.22 (<i>0.577</i>)	1.11	0.95 - 1.31 (<i>0.182</i>)

Champ : Enquête-e-s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

b. Non-exposé : aucun poste ne présentant une probabilité d'exposition >30%

OR0 : Modèle 0, vide (solvants chlorés)

OR1 : Modèle 1, ajusté sur l'âge à l'interview, le département de résidence, le nombre d'emploi, le tabagisme, amiante

OR2 : Modèle 2, ajusté sur les variables du Modèle 1 et le sexe

Suivant l'hypothèse 1.2 (*i.e.* le « sexe » comme facteur de modification), on observe une modification de la mesure d'association pour les hommes et pour les femmes lorsque le terme d'interaction est placé uniquement entre la variable d'exposition principale, les solvants chlorés, et le sexe. Cette association reste toutefois non statistiquement significative pour les deux sexes (hommes, OR3= 1.11 (95% IC= 0.93-1.31) ; femmes, OR3= 1.19 (95% IC= 0.77-1.83), Modèle 3) (Tableau 6-5). On révèle également que la mesure de la modification de l'effet des solvants chlorés par le sexe reste statistiquement non significative à l'échelle multiplicative (OR= 1.08, 95% IC= 0.68-1.69), comme à l'échelle additive (RERI= 0.43, 95% IC= -0.98-1.83).

Tableau 6-5

Effet des solvants chlorés ^a sur le cancer du poumon selon le sexe

Sexe	Non-exposé ^b		Exposé		Exposé vs non-exposé	
	OR ^c	95% IC (p-value)	OR ^c	95% IC (p-value)	OR3 ^c	95% IC (p-value)
Hommes	1.00	-	1.11	0.93 - 1.31 (0.242)	1.11	0.93 - 1.31 (0.242)
Femmes	2.80	2.30 - 3.41 (<0.001)	3.34	2.20 - 5.05 (<0.001)	1.19	0.77 - 1.83 (0.428)

Lecture : Pour ce tableau, la catégorie « hommes non-exposés » représente le groupe de référence commun aux « non-exposés » et aux « exposés ». Ainsi les femmes non-exposées ont un OR = 2.80 (95% IC= 2.30 - 3.41) par rapport aux hommes non-exposés.

Champ : Enquête-e-s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

Mesure de la modification de l'effet à l'échelle additive (IC 95%) : RERI= 0.43 (-0.98 - 1.83)

Mesure de la modification de l'effet à l'échelle multiplicative (IC 95%) = 1.08 (0.68 - 1.69)

b. Non-exposé : jamais exposé

c. OR3 : Modèle 3 ajusté sur l'âge à l'interview, le département de résidence, le nombre d'emploi, le tabagisme, amiante, avec un terme d'interaction entre l'exposition aux solvants chlorés et le sexe

Hypothèse 2 : Le risque diffère selon la CSP

Après stratification sur le sexe, l'association entre l'exposition aux solvants chlorés et cancer du poumon demeure statistiquement non significative pour les hommes (OR1'=1.07, IC=0.90-1.27, Modèle 1'), comme pour les femmes (OR1'=1.48, 95% IC= 0.95-2.30, Modèle 1'). Suivant l'hypothèse 2.1 (i.e. la CSP comme facteur de confusion), les ORs précédemment décrits restent statistiquement non significatifs après ajustement sur la CSP. Une baisse du OR est observée pour les deux sexes (hommes : OR4=0.94, 95% IC= 0.79-1.13 ; femmes : OR4=1.33, 95% IC= 0.84-2.10, Modèle 4) (Tableau 6-6).

Tableau 6-6

Association entre exposition aux solvants chlorés ^a et cancer du poumon, analyses stratifiées sur le sexe

Statut de l'exposition	Hommes					
	OR0'	95% IC (p-value)	OR1'	95% IC (p-value)	OR4	95% IC (p-value)
Non-exposé ^b	1.00	-	1.00	-	1.00	-
Exposé	1.28	1.15 - 1.44 (<0.001)	1.07	0.90 - 1.27 (0.453)	0.94	0.79 - 1.13 (0.518)

Statut de l'exposition	Femmes					
	OR0'	95% IC (p-value)	OR1'	(95% IC) (p-value)	OR4	95% IC (p-value)
Non-exposé ^b	1.00	-	1.00	-	1.00	-
Exposé	1.86	1.35 - 2.57 (<i><0.001</i>)	1.48	0.95 - 2.30 (<i>0.083</i>)	1.33	0.84 - 2.10 (<i>0.226</i>)

Champ : Enquêté-e-s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

b. Non-exposé : jamais exposé

OR0 : Modèle 0, vide (solvants chlorés) stratifié sur le sexe

OR1' : Modèle 1', Modèle 0 stratifié sur le sexe et ajusté sur l'âge à l'interview, le département de résidence, le nombre d'emploi, le tabagisme, amiante

OR4 : Modèle 4, Modèle 1'ajusté sur la CSP

Lorsque la CSP est introduite en interaction avec la variable d'exposition principale (hypothèse 2.2), on note une variation des OR selon la CSP. Ces derniers restent toutefois statistiquement non significatifs pour toutes les CSP chez les hommes, prenant les cadres comme référence (OR5) (Tableau 6-7). Chez les femmes en revanche, l'effet de la CSP qui se traduit également par une variation des OR selon la CSP (OR5), et en particulier une augmentation du OR pour la catégorie des ouvrières (OR5= 3.05, 95% IC= 1.51-6.16, Modèle 5) (Tableau 6-8). En stratifiant l'analyse sur le sexe et la CSP, on observe un OR supérieur à 1 et statistiquement significatif pour cette seule catégorie socioprofessionnelle (OR1''=3.45, 95%IC= 1.42-8.37, Modèle 1'') (Tableau 6-9).

Tableau 6-7

Modification de l'effet des solvants chlorés ^a sur le cancer du poumon selon la catégorie socioprofessionnelle chez les hommes

	<i>Non-exposé ^b</i>		<i>Exposé</i>		<i>Exposé vs non-exposé</i>	
	OR ^c	95% IC (<i>p-value</i>)	OR ^c	95% IC (<i>p-value</i>)	OR ^c	95% IC (<i>p-value</i>)
Cadres	1.00	-	1.01	0.60 - 1.70 (0.973)	1.01	0.60 - 1.70 (0.973)
Agriculteurs	1.03	0.66 - 1.63 (0.887)	1.56	0.35 - 6.88 (0.561)	1.50	0.33 - 6.84 (0.597)
Indépendants	1.45	0.92 - 2.27 (0.106)	1.14	0.63 - 2.07 (0.666)	0.79	0.40 - 1.53 (0.481)
Professions inter.	1.11	0.80 - 1.54 (0.534)	1.18	0.79 - 1.76 (0.420)	1.06	0.72 - 1.58 (0.763)
Employés	1.26	0.88 - 1.81 (0.210)	1.55	0.90 - 2.70 (0.117)	1.23	0.69 - 2.19 (0.475)
Ouvriers	2.21	1.63 - 3.00 (<i><0.001</i>)	1.93	1.43 - 2.61 (<i><0.001</i>)	0.87	0.69 - 1.10 (0.254)

Lecture : Pour ce tableau, la catégorie « cadres non-exposés » représente le groupe de référence commun aux « non-exposés » et aux « exposés ». Ainsi les ouvriers non-exposés ont un OR = 2.21 (95% IC= 1.63 - 3.00) par rapport aux cadres non-exposés.

Champ : Enquête-e-s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)
Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

b. Non-exposé : jamais exposé

c. OR est ajusté sur l'âge à l'interview, le département de résidence, le nombre d'emploi, le tabagisme, amiante

Tableau 6-8

Modification de l'effet des solvants chlorés ^a sur le cancer du poumon selon la catégorie socioprofessionnelle chez les femmes

	<i>Non-exposé^b</i>		<i>Exposé</i>		<i>Exposé vs non-exposé</i>	
	OR ^c	95% IC (<i>p-value</i>)	OR ^c	95% IC (<i>p-value</i>)	OR5 ^c	95% IC (<i>p-value</i>)
Cadres	1.00	-	1.22	0.20 - 7.28 (0.828)	1.22	0.20 - 7.28 (0.828)
Agricultrices	1.85	0.66 - 5.21 (0.242)	0.00	0.00 - 0.00 (0.982)	0.00	0.00 - 0.00 (0.980)
Indépendantes.	4.62	1.94 - 11.00 (0.001)	1.04	0.16 - 7.00 (0.963)	0.23	0.03 - 1.64 (0.142)
Professions inter.	1.60	0.87 - 2.94 (0.127)	1.26	0.35 - 4.60 (0.722)	0.79	0.22 - 2.76 (0.710)
Employées	2.39	1.41 - 4.06 (0.001)	2.04	0.85 - 4.91 (0.111)	0.85	0.40 - 1.82 (0.681)
Ouvrières	2.25	1.20 - 4.23 (0.012)	6.85	3.06 - 15.30 (<i><0.001</i>)	3.05	1.48 - 6.24 (0.002)

Lecture : Pour ce tableau, la catégorie « cadres non-exposées » représente le groupe de référence commun aux « non-exposées » et aux « exposées ». Ainsi les ouvrières non-exposées ont un OR = 2.25 (95% IC= 1.20 - 4.23) par rapport aux cadres non-exposées.

Champ : Enquêtés de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

b. Non-exposé : jamais exposé

c. OR est ajusté sur l'âge à l'interview, le département de résidence, le nombre d'emploi, le tabagisme, amiante

Tableau 6-9

Association entre cancer du poumon et exposition aux solvants chlorés ^a selon la catégorie socioprofessionnelle, analyses stratifiées sur le sexe

Cat. socioprofessionnelle	Hommes				Femmes			
	OR0''	95% IC (p-value)	OR1''	95% IC (p-value)	OR0''	95% IC (p-value)	OR1''	95% IC (p-value)
Cadres	1.10	0.76-1.61 (0.597)	1.03	0.59 - 1.80 (0.751)	1.96	0.50-7.70 (0.335)	1.40	0.12 -16.26 (0.788)
Agriculteur·rice·s	2.58	0.87-7.66 (0.088)	4.80	0.61 - 38.14 (0.137)	-	-	-	-
Indépendant·e·s.	0.91	0.55-1.50 (0.702)	0.88	0.39 - 1.98 (0.751)	0.63	0.13-3.14 (0.573)	-	-
Pr. intermédiaires	1.22	0.92-1.62 (0.174)	1.06	0.67 - 1.68 (0.807)	0.65	0.22-1.90 (0.433)	0.62	0.15 - 2.53 (0.504)
Employé·e·s	1.07	0.71-1.65 (0.757)	1.01	0.51 - 2.01 (0.974)	1.33	0.77-2.31 (0.304)	0.83	0.38 - 1.84 (0.650)
Ouvrier·e·s	0.87	0.74-1.03 (0.098)	0.89	0.70 - 1.13 (0.335)	3.32	1.89-5.84 (<0.001)	3.45	1.42 - 8.37 (0.006)

Champ : Enquêté·e·s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

OR0'' : Modèle 0'', vide (solvants chlorés)

OR1'' : Modèle 0'', ajusté sur l'âge à l'interview, le département de résidence, le nombre d'emploi, le tabagisme, amiante

6.5.4. Quelques résultats additionnels

Le [Tableau 6-10](#) présente, pour le groupe des femmes et celui plus restreint des ouvrières, les mesures d'association (OR) entre le cancer du poumon et l'exposition à deux solvants chlorés spécifiques : le trichloréthylène et le perchloroéthylène. Tel que présenté précédemment, l'effet associé à l'exposition aux solvants chlorés n'est statistiquement pas significatif chez les femmes (OR1'=1.48, 95%IC= 0.95 - 2.30, (Modèle 1') ; OR4 = 1.33, 95% IC= 0.84-2.10, (Modèle 4)). Chez les ouvrières en revanche, on note que le OR associé à cette association est statistiquement significatif (OR1''= 3.45, 95%IC= 1.42-8.37, (Modèle 1'')). Une observation similaire est faite pour le trichloréthylène, à savoir un effet associé à l'exposition aux solvants chlorés non statistiquement significatif chez les femmes (OR4= 1.31, 95%IC= 0.80-2.15) et statistiquement significatif chez les ouvrières (OR1''= 3.83, 95%IC= 1.54-9.50). Pour le perchloroéthylène, le OR associé est doublé, en dépit d'un large intervalle de confiance (OR1''=6.75, 95%IC= 1.80-25.36), comparé à celui de l'ensemble des femmes (OR4= 3.14, 95%IC= 1.33-7.44).

Tableau 6-10

Association entre cancer du poumon et exposition à divers solvants chlorés, comparaison entre les femmes et les ouvrières

	Femmes (n= 1 382)						Ouvrières (n= 260)					
	Cas n (%)	Témoins n (%)	OR0'	95% IC (p-value)	OR4	95% IC (p-value)	Cas n (%)	Témoins n (%)	OR0'	95% IC (p-value)	OR1''	95% IC (p-value)
Tous solvants ^a												
Non-exposé	508 (81.7)	678 (89.2)	1	-	1	-	72 (53.3)	99 (79.2)	1	-	1	-
Exposé	100 (16.1)	72 (9.5)	1.86	1.35 - 2.57 (<0.001)	1.33	0.84 - 2.10 (0.226)	58 (43.0)	24 (19.2)	3.32	1.89 - 5.84 (<0.001)	3.45	1.42 - 8.37 (0.006)
Val. manquantes	14 (2.3)	10 (1.3)					5 (3.7)	2 (1.6)				
Trichloréthylène												
Non-exposé	519 (83.4)	689 (90.7)	1	-	1	-	73 (54.1)	101 (80.8)	1	-	1	-
Exposé	89 (14.3)	60 (7.9)	1.97	1.39 - 2.78 (<0.001)	1.31	0.80 - 2.15 (0.281)	57 (42.2)	22 (17.6)	3.58	2.01 - 6.38 (<0.001)	3.83	1.54 - 9.50 (0.004)
Val. manquantes	14 (2.3)	11 (1.4)					5 (3.7)	2 (1.6)				
Perchloroéthylène												
Non-exposé	580 (93.2)	736 (96.8)	1	-	1	-	110 (81.5)	117 (93.6)	1	-	1	-
Exposé	26 (4.2)	13 (1.7)	2.54	1.29 - 4.98 (0.007)	3.14	1.33 - 7.44 (0.009)	18 (13.3)	6 (4.8)	3.19	1.22 - 8.33 (0.018)	6.75	1.80 - 25.36 (0.005)
Val. manquantes	16 (2.6)	11 (1.4)					7 (5.2)	2 (1.6)				

Champ : Enquête e-s de l'étude ICARE (cas de cancers des VADS exclus)

Source : ICARE, 2012

a. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

OR0' : Modèle vide, x₁ (x₁ = Tous solvants, Trichloréthylène, Perchloroéthylène)

OR4 : Modèle 0 ajusté sur âge à l'interview, département de résidence, nombre d'emploi, tabagisme, amiante

6.6. Discussion

6.6.1. Rappel des principaux résultats

- L'association entre l'exposition aux solvants chlorés et le risque de cancer du poumon varie fortement selon le sexe et la catégorie socioprofessionnelle.
- L'exposition aux solvants chlorés et en particulier au trichloréthylène est associée à un OR élevé de cancer de poumon chez les ouvrières.

6.6.2. Interprétation des principaux résultats

6.6.2.1. Un risque davantage porté par les ouvrières

Nos résultats suggèrent que la mesure de l'association (OR) entre exposition aux solvants chlorés et cancer du poumon varie selon le sexe et la CSP pour la population d'étude de l'enquête ICARE. Les travaux rapportés par Mattei et al (2015; 2014) relevaient déjà une élévation du OR chez les femmes, comparées aux hommes, pour certaines combinaisons de solvants chlorés (Mattei, 2015; Mattei et al., 2014). Notre étude contribue à davantage spécifier la population des travailleuses concernées par ce risque : les ouvrières.

Les analyses présentées par Mattei et al (2015; 2014) nous fournissent des estimations de mesures d'association produites sur la base de deux types de variable d'exposition: une première estimation employant une variable d'exposition binaire (exposé vs jamais exposé), puis une seconde utilisant un indice cumulé d'exposition, reclassé en variable catégorielle ordinaire (ICE1, ICE2). La première estimation a ainsi révélé un OR élevé chez les femmes pour l'exposition au seul perchloroéthylène lorsqu'un ajustement sur la CSP est effectué ($OR^{97} = 2.74$, 95% IC= 1.23-6.09). La seconde estimation confirme ce résultat dans une relation dose-réponse⁹⁸ pour le perchloroéthylène (ICE1 : $OR = 3.80$, 95%IC= 1.41 to 10.24), mais relève également un OR élevé pour tous les solvants chlorés* (ICE2 : $OR^{99} = 1.93$, 95%IC= 1.13-3.31). Les auteur-e-s présentent également une série d'analyses, testant différentes combinaisons d'exposition aux cinq solvants chlorés étudiés. Pour ces analyses, seule la combinaison entre le perchloroéthylène, le trichloréthylène, et le

⁹⁷ Sans ajustement sur la CSP : $OR = 3.02$, 95% IC= 1.37-6.64

⁹⁸ Augmentation de l'effet suivant l'intensité de l'exposition.

⁹⁹ Sans ajustement sur la CSP : $OR = 4.15$, 95%IC= 1.55 to 11.07

dichlorométhane s'est révélée présenter un OR significativement élevé chez les femmes (sans ajustement sur la CSP : OR=5.16, IC=1.30-20.54 ; et avec ajustement sur la CSP : OR= 4.57, 95% IC=1.14-18.34). Aucune mesure d'association statistiquement significative n'a été trouvée pour l'exposition au trichloréthylène seul ou au trichloréthylène en combinaison avec le dichlorométhane ; ceci conduisant les auteur·e·s à conclure que l'augmentation du OR observée était probablement due au perchloroéthylène. D'autres combinaisons d'exposition aux solvants chlorés ont, pour certaines, montré des effets, mais ultimement rendus non statistiquement significatifs après ajustement sur la CSP. Dans l'ensemble, l'ajustement par le SSE a moins affecté les analyses chez les femmes que chez les hommes, pour lesquels une confusion résiduelle liée à l'exposition à l'amiante ou/et au tabagisme serait plus forte selon les auteur·e·s.

Contrairement aux résultats présentés par Mattei et al (2015; 2014) pour lesquels des augmentations – à l'exception du perchloroéthylène – ne sont révélées qu'avec des analyses dose-réponse (suivant un indice cumulé d'exposition), nos résultats suggèrent davantage de mesures d'associations statistiquement significatives, même lorsque la variable d'exposition est binaire (suivant le statut de l'exposition). En plus du perchloroéthylène, une stratification sur le sexe et la CSP révèle ainsi, chez les ouvrières, une augmentation de OR associée à l'exposition aux solvants chlorés, mais également une augmentation de OR pour le seul trichloréthylène. Le choix de l'ajustement de l'ajustement sur la CSP, opéré ici par Mattei et al (2015; 2014), s'avère masquer les effets des solvants chlorés pour certaines catégories socioprofessionnelles.

6.6.2.2. Un risque masqué par l'ajustement statistique

Comme nous le soulignons en introduction, les modalités – conceptuelles et statistiques – de prise en compte du SSE restent sujettes à débat en épidémiologie. Peu d'études, à notre connaissance, se sont toutefois penchées, de manière conceptuelle, sur cette question. Les travaux notables, incluent particulièrement l'article proposé par Richiardi *et al* (2008). Sur la base de plusieurs scénarios communs aux études sur les cancers d'origine professionnelle, les auteurs proposent un arbre de décision évaluant les circonstances pour lesquelles un ajustement sur le SSE serait approprié ou non (cf. [annexe, Figure 0-3](#)). Dans certains scénarios, l'ajustement pour le SSE ne modifie pas la donne des résultats (RR), pour d'autres, il élimine le biais créé le SSE, pour d'autres scénarios encore, il peut tout simplement introduire un biais dans l'estimation du RR. Cet arbre de décision ne décrit toutefois – pour les 3 scénarios étayés les auteurs – qu'une situation particulière d'étude : celle d'une association entre une profession spécifique (celle de serveur (angl. *waiter*)) et un nombre limité d'événements de santé (cancer des testicules, mésothéliome et cancer du poumon). Ce point est d'importance car, le risque relatif de cancer ainsi estimé est celui étant donné pour cette profession spécifique (serveur). Autrement dit, les auteurs évaluent le risque (de

cancer) pour cette profession spécifique (serveur) par rapport au risque pour d'autres professions (non serveur). Si ajustement sur le SSE, il viserait à produire une estimation du risque pour les serveurs par rapport aux non serveurs, à SSE constant (*ceteris paribus*). Notre modèle est beaucoup moins spécifique. Il permet l'estimation d'un OR du cancer du poumon entre les exposés aux solvants chlorés (toutes professions confondues) et les non-exposés (toutes professions confondues). Autrement dit, si ajustement sur la CSP (proxy du SSE), il viserait à produire une estimation du odds de cancer pour tou-te-s les travailleur-euse-s confondu-e-s exposé-e-s aux solvants chlorés par rapport au odds des non-exposé-e-s, à CSP constante. L'effet moyen des solvants est donc ici supposé constant à travers les différentes catégories de CSP ; une prémisse qui s'avère non admissible. Sur la base de l'interaction statistique observée et de la plausibilité « sociale » d'un risque plus élevé pour certaines catégories de professions, nous avons fait le choix d'effectuer une stratification supplémentaire sur la CSP. La présence d'un effet statistiquement significatif dans un sous-groupe (chez les ouvrières) en dépit de l'absence d'effet pour l'ensemble d'une population d'étude (chez les femmes) n'est pas une aberration dans le champ des études épidémiologiques (Abrahamowicz, Beauchamp, Fournier, & Dumont, 2013). Le revers majeur de cette stratégie d'analyse reste toutefois une perte considérable de puissance statistique¹⁰⁰. Les estimations produites demandent ainsi une interprétation prudente (Pocock, Assmann, Enos, & Kasten, 2002).

Aussi, l'effet de la variable sexe n'est apparent que lorsque la CSP est prise en compte. La méthodologie alors initialement présentée – *i.e.* d'abord l'étude d'une interaction entre la variable d'exposition (les solvants chlorés) et la variable sexe, puis l'étude d'une interaction avec la CSP pour chaque sexe – n'a pas permis de statistiquement déceler d'emblée un effet du sexe, aussi bien à l'échelle multiplicative qu'à l'échelle additive. En dépit de ce résultat¹⁰¹, une stratification a été effectuée, montrant une différence d'OR entre les hommes et les femmes (OR4= 1.09, IC=0.91-1.30 et OR4=1.30, IC=0.82-2.06). Ce résultat suggère un rôle de médiation multiple joué par le sexe ; la variable sexe formerait ainsi de nombreuses autres interactions au-delà de la principale variable d'exposition.

¹⁰⁰ Des estimations relatives au calcul de puissance statistique sont présentées par Mattei, (2015, p. 92). Selon la taille de l'échantillon ICARE, les OR minimaux détectables, correspondant à une association positive, ont été calculés pour une puissance statistique de 80%, avec un test bilatéral et une erreur de type I de 5%. Les estimations sont présentées pour différentes tranches de prévalence d'exposition chez les témoins allant de 1 à 50%.

¹⁰¹ Une stratification est généralement opérée lorsque la modification de la mesure d'un effet est statistiquement significative.

6.6.2.3. Un risque masqué par une mauvaise interchangeabilité des groupes de comparaison

Comme précédemment évoqué (cf. [section 2.1](#)), le risque associé à une exposition est difficile à établir dans une population pour laquelle cette exposition est fortement répandue, et en particulier si elle affecte autant les malades que les non-malades. Inversement, un risque sera détectable plus aisément si une différence d'exposition existe entre les malades et les non-malades. Ce principe est illustré par la distribution des effectifs cas et témoins selon les expositions pour lesquelles un OR statistiquement élevé a été observé, comparée à celle des effectifs pour lesquels des OR non statistiquement significatifs ont été observés. Une des interprétations également apportée par Mattei et al (2015; 2014) afin d'expliquer le résultat (OR) significatif de la combinaison entre le trichloréthylène, le perchloroéthylène et le dichlorométhane, était celle d'une potentielle interaction chimique ou d'une synergie biologique « à élucider » qui pourrait rendre l'effet cancérigène de ce mélange beaucoup plus fort. Bien que nous n'écartions pas cette hypothèse, il nous semble qu'il s'agisse davantage d'un effet d'optique statistique que d'un effet de synergie des solvants. L'effet des solvants chlorés (comme celui de tout autre facteur de risque), alors « dilué » dans une moyenne pour l'ensemble, ne peut être détecté que lorsqu'il est évalué au sein d'une population hétérogène (*i.e.* la plus hétérogène possible) pour laquelle il existe des différences significatives entre les proportions d'exposés et de non-exposés. Cette hétérogénéité est ici atteinte pour le groupe des ouvrières.

6.6.3. Quelques notes supplémentaires sur les limites (et forces) de l'étude

L'analyse étiologique en épidémiologie passe par la création, puis la comparaison de groupes interchangeables ne différant que par la ou les expositions d'intérêt. Cet objectif est difficilement atteignable dans le cadre des études observationnelles du fait de potentiels facteurs de confusion *i.e.* des facteurs introduisant une hétérogénéité dans les groupes de comparaison (cf. [section 6.1](#)). Dès lors, afin de contrôler ces facteurs, une série de procédés méthodologiques doivent être mis en place à travers le design d'étude et l'analyse des données. À défaut de correction, des biais de sélection ou d'information pourraient survenir et biaiser les estimations obtenues. Les limites relatives aux biais « classiques » observés dans les études observationnelles ont été discutées dans précédents travaux (Mattei, 2015; Mattei et al., 2014). Notre attention s'est quant à nous davantage portée sur les biais potentiellement genrés.

6.6.3.1. Les biais de sélection

Pour rappel, un biais de sélection peut survenir lorsque l'échantillon étudié n'est pas représentatif de la population source (cf. [section 2.3.2.1](#)). Plusieurs sources de biais peuvent être identifiées du point de vue de la sélection des participant·e·s.

Chez les cas

(1) Le biais de survie

Le cancer du poumon présente d'une manière générale un taux de survie relativement faible (INCa, 2017; Schottenfeld & Fraumeni, 2006, p. 640-641). L'équipe ICARE s'est ainsi employée à repérer les cas en amont, et à limiter (à 3 mois) le délai moyen entre le diagnostic et l'entretien. Les cas repérés ont par la suite été confirmés ou non par les registres. En effet, un biais de survie peut survenir lorsque les cas décédés (et donc non-inclus dans l'étude) présentent des caractéristiques d'exposition différentes de celles des cas inclus. Ce biais, si présent, reste cependant minimal selon la documentation ICARE. Du point de vue du genre, on sait par ailleurs que la survie nette standardisée sur l'âge à 5 ans¹⁰² est comparable, en France, pour les deux sexes (INCa, 2017). Une différence, entre les hommes et les femmes, selon les types histologiques de cancers est également notée dans l'étude. La proportion de cancers à petite cellule, la forme la plus agressive, est cependant la même pour les deux sexes (15%). Aussi, les résultats présentés par Mattei et al (2015, p. 116-117), ne suggèrent aucune association entre les solvants chlorés et les types histologiques de cancers.

(2) Biais de participation

Une autre source de biais peut également être liée aux personnes ayant refusé de participer à l'étude. Selon l'équipe ICARE, l'étude a été présentée aux potentiel·le·s participant·e·s comme une enquête portant sur la santé et sur des expositions à des facteurs environnementaux en général, sans jamais faire référence à la pathologie des patient·e·s ou encore à l'intérêt particulier pour les expositions professionnelles. Ainsi, il est peu probable que la majorité des refus aient été motivés par le fait que les personnes contactées aient pu faire le lien (ou non) entre leur parcours professionnel et leur maladie. Cependant, il n'a pas été possible de déterminer si, ou dans quelle mesure ces refus pourraient être distribués de manière sexuée.

¹⁰² Sur la période 2005-2010 : 16 % chez l'homme et 20 % chez la femme

Chez les témoins

Le groupe témoin doit, idéalement, être représentatif de la population source de laquelle est issu le groupe de cas. Il fournit ainsi une référence de base pour la fréquence (ou prévalence) du facteur de risque étudié. Standardisé sur l'âge, le sexe, et la distribution par catégorie socioprofessionnelle, la distribution des témoins est comparable à celle de la population générale des départements inclus. Le taux de participation des témoins était satisfaisant (88% pour les hommes et 77% pour les femmes).

6.6.3.2. Les biais d'information

Les enquêteur·rice·s avaient connaissance du statut de cas ou de témoin des participant·e·s qu'ils·elles interrogeaient. Cette pratique peut parfois conduire à des biais d'information (le biais de l'interviewer) (Delgado-Rodríguez & Llorca, 2004). Cependant, ni les participant·e·s inclus·es, ni les enquêteur·rice·s n'étaient informé·e·s des hypothèses de l'étude. Les questionnaires avaient été conçus avec de nombreuses questions fermées et ciblées laissant peu de place à l'interprétation de l'enquêteur·rice et de l'enquêté·e. En outre, les biais de mémoire sont considérés comme négligeables par les enquêteur·rice·s. Les informations sources utilisées pour définir l'exposition (par les intitulés d'emploi ou l'exposition), sont issues du calendrier professionnel codé. Le recueil et le codage des calendriers professionnels a lui été réalisé à l'aveugle du statut cas ou témoin. Des biais supplémentaires peuvent survenir de par la construction et l'utilisation des MEE (cf. [chapitre 5](#)).

On note également une différence moyenne de 0.2 épisodes professionnels entre les cas et les témoins. La durée totale en emploi était également plus faible pour les cas que pour les témoins (Mattei, 2015). Conformément au modèle développé par Mattei et al (2015; 2014), un ajustement statistique a été effectué sur le nombre d'emplois.

6.6.3.1. Le rôle différentiel du tabac pour hommes et femmes

La nature de l'interaction entre le tabagisme et les expositions professionnelles reste controversée depuis de nombreuses décennies (Steenland & Thun, 1986). Elle dépend également de la mesure d'association considérée (le risque relatif, l'effet dose-réponse) (Thomas & Whittemore, 1988). Des études récentes, notamment des revues systématiques, ont montré qu'il n'y a pas d'interactions multiplicatives entre le tabagisme et les cancérigènes pulmonaires professionnels, en particulier l'amiante, la silice cristalline et les gaz d'échappement des moteurs diesel (El Zoghbi et al., 2017) (Lee, 2001; Liddell & Armstrong, 2002). Cependant, et d'une manière générale, des interactions (notamment additives) ne peuvent être trouvées que lorsque les groupes de comparaison

présentent des différences de distribution du risque. Cela implique deux choses : (1) les interactions sont contextuelles, et ne peuvent (être) généralisables pour l'ensemble des situations de travail ; (2) la possibilité de mettre en évidence des interactions dépend des groupes de comparaison. Par souci de clarté, aucune interaction entre tabac et cancérogènes professionnels n'a été considérée dans notre modèle multivariée.

6.6.4. Notes de conclusion et perspectives : L'importance du genre et de la classe sociale dans l'épidémiologie des cancers d'origine professionnelle

L'augmentation du risque de cancer du poumon, chez les femmes, associé à une exposition aux solvants chlorés a précédemment été décrite par Mattei et al (2015; 2014). Notre étude contribue surtout à montrer que ce risque est principalement porté par les ouvrières. Cette observation nous semble cohérente au regard de la littérature, mais aussi compte tenu de la division sexuée et sociale que présentent les professions pour lesquelles les expositions aux solvants chlorés sont les plus marquées. Atramont et al (2016) ont par ailleurs, à partir de cette même enquête ICARE, mis en lumière des augmentations de risque chez les femmes exerçant une profession d'agent nettoyage ou d'entretien pour une période de temps supérieure à 7 ans (OR=1.76, IC 1.09-2.87) (Atramont et al., 2016). Ce résultat souligne l'importance du groupe de comparaison. La méthode de standardisation (ou d'ajustement) corrige des différences de distribution entre les groupes, mais si et seulement si elles ne sont pas associées à des différences d'effet. Enfin, cette étude encourage à la mise en œuvre d'une approche intersectionnelle, encore peu présente dans le domaine de l'épidémiologie de la santé au travail, ou de l'épidémiologie des cancers (Williams et al., 2012).

Issue de l'histoire des mouvements politiques minoritaires, puis théorisée par les sciences sociales, la notion d'intersectionnalité pose au premier chef la question de la « représentativité » sociale de minorités situées à l'intersection de rapports de domination. Elle s'attaque ainsi à l'évidence supposée d'une « oppression commune » subie par chaque individu à l'intérieur d'un même groupe minoritaire (Jaunait & Chauvin, 2012). Par analogie, et par réflexivité par rapport à notre sujet, nous dirions que l'intersectionnalité s'attaque à l'évidence d'un risque commun, d'un risque moyen. Cette notion pourrait se voir liée à celle de l'interaction (cf. [Encadré 6](#)). Toutes deux sont mobilisées sur le postulat d'une différence d'effet qu'un même facteur causera sur deux groupes, servant ainsi à identifier le groupe (puis les sous-groupes) de population les plus à risque. Cependant, contrairement à l'intersectionnalité mobilisée dans des modèles de réflexion constructivistes, la notion d'interaction a tendance à n'être mobilisée dans le champ des sciences biomédicales que dans un cadre réductionniste, limitant ainsi la portée de son utilité en santé publique.

CONCLUSION GENERALE

7. POUR UNE CONSTRUCTION INTERSECTIONNELLE DES ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES EN SANTE AU TRAVAIL

Ce chapitre présente une synthèse des observations présentées tout au long de la thèse. Il aborde également les limites de l'analyse dans son ensemble, ainsi que les questionnements qui découlent des hypothèses traitées.

7.1. Résumé analytique : Les principales observations

Les questions de santé au travail s'inscrivent dans une sphère au sein de laquelle s'imbriquent divers rapports sociaux, et où se confrontent intérêts économiques et humains. Dans cette dynamique, les bénéfices, comme les risques, sont généralement répartis de façon inégale parmi les différent·e·s acteur·rice·s. Dans cette thèse, nous nous sommes intéressés à la question des risques cancérogènes en milieu professionnel chez les travailleuses. En santé au travail, la prise en compte du sexe dans l'analyse reste en effet non systématique dans les corpus de travaux visant à produire de l'information scientifique. Dans le cadre d'une analyse épidémiologique, notre réflexion s'est portée sur l'évaluation du lien entre expositions professionnelles et cancer chez les femmes. Plus précisément, nous nous sommes intéressés aux manières dont la non prise en compte de la différence des sexes peut affecter de façon différenciée l'estimation du risque de cancer chez les femmes par rapport aux hommes. Afin de (re)formuler cette problématique dans un cadre interdisciplinaire, nous nous sommes appuyés sur le concept de genre tel qu'il a été défini par les sciences sociales. Nous avons ainsi laissé en second plan de notre analyse le rôle des interactions biologiques (cf. Encadré 6) entre le sexe et les agents toxiques dans l'étiologie du cancer. À trois étapes majeures de la démarche épidémiologique, à savoir le choix du périmètre d'investigation, l'évaluation de l'exposition, et l'analyse statistique, nous nous sommes attelés à identifier et à analyser diverses pratiques scientifiques susceptibles d'induire un biais de genre dans l'estimation du risque de cancer. Certaines pratiques introduisent en effet une distorsion dans l'estimation des risques professionnels cancérogènes chez les femmes par rapport aux hommes. Les biais de genre générés participent non seulement de la mésestimation du différentiel de santé entre les hommes et les femmes, mais ils contribuent également à l'invisibilisation des conditions de travail pour l'ensemble des travailleur·se·s, et donc des inégalités sociales au travail. Ces biais peuvent s'articuler suivant différentes étapes du processus de processus de connaissance.

Le premier biais notable est le nombre limité d'études s'intéressant à l'étiologie des cancers d'origine professionnelle chez les femmes, comparées aux hommes. Tel que démontré dans notre revue systématique portant sur le cancer du poumon, les risques cancérogènes chez les femmes restent largement sous-étudiés dans les études observationnelles. Ce manque d'études est

directement lié au choix du périmètre des investigations – soit des agents ou des secteurs d'activité étudiés – qui tend à s'orienter vers des expositions rencontrées à des niveaux d'intensité importants dans des secteurs typiquement masculins. Nous relevons cependant que ce biais persiste, quand bien même les travailleuses sont potentiellement concernées par l'exposition à l'étude. Ce manque d'information se répercute dans les revues systématiques, les méta-analyses, et divers autres indicateurs, tels que les fractions de risque attribuable, nécessaires à l'estimation du fardeau des cancérogènes professionnels.

Le second aspect notable de l'influence du genre peut être apprécié dans l'évaluation de l'exposition. Ce procédé est central à la démarche épidémiologique, car il permet de séparer les individus que l'on considère comme « exposés » de ceux que l'on considère « non-exposés » ; une classification permettant entre autres de calculer les différences ou les rapports de risque. Cette étape s'appuie sur des outils d'évaluation qui peuvent eux-mêmes être sujets à des biais de genre. Dans notre étude, une comparaison pour les solvants chlorés entre une évaluation d'expert·e·s et une matrice emplois-expositions en population générale (MEE-PG) semble indiquer des désaccords entre les deux outils dans les indices d'exposition produits. Ces désaccords varient selon le niveau de qualification, le taux de féminisation ou encore la part du métier dans l'emploi – qui sont autant de caractéristiques liées au genre. Nos résultats suggèrent également une moins bonne performance des MEE dans les secteurs fortement féminisés, secteurs pour lesquels les nomenclatures de profession sont moins bien définies.

En troisième point, notre étude aborde la prise en compte des variables sociales – le sexe et la catégorie socioprofessionnelle – dans les modèles de régression multivariés. Les résultats ainsi relevés de l'enquête ICARE suggèrent que le risque de cancer du poumon dû à l'exposition aux solvants chlorés diffère de manière considérable selon le sexe, mais aussi selon la catégorie socioprofessionnelle. Ainsi, ce sont les seules ouvrières qui semblent porter l'intégralité du risque lié aux solvants chlorés. Si ce résultat relève l'importance de l'intersectionnalité dans les études en santé au travail, elle soulève également de nombreuses questions qui pourraient s'avérer capitales dans la production des connaissances, en particulier celles concernant la validité des estimations de risque (RR, OR, RSM) communément acceptées dans la littérature. Les risques attribués aux travailleur·euse·s dans les revues systématiques et méta-analyses ne seraient-ils pas mésestimés en raison de la structure de l'échantillonnage et de l'absence d'intérêt pour les conditions de vie des enquêté·e·s ? Le fait de ne pas stratifier les analyses sur les conditions sociales et professionnelles d'existence ne risque-t-il pas d'attribuer un risque moyen qui négligerait les contextes particuliers dans lesquels les personnes vivent, et notamment les conditions de santé des populations évoluant dans les contextes sociaux les plus précaires ? Pour le dire autrement, les estimations, lorsqu'évaluées sur des populations hétérogènes (en profession par exemple), ne devraient-elles pas être rapportées à la population concernée par le risque sanitaire ? Ainsi, quelle proportion

d'agents seraient classés différemment par le CIRC (et d'autres institutions) si le risque rapporté était celui des catégories sociales (les plus) affectées par l'exposition à l'étude ? Nous savons en effet que les lignes directrices utilisées par le Programme des monographies du CIRC s'appuient principalement sur la synthèse des études épidémiologiques relatives à un agent donné pour évaluer la cancérogénicité humaine, et dans le cas des cancers d'origine professionnelle, sur la synthèse des études observationnelles. Comment les nouvelles estimations proposées affecteraient-elles alors l'estimation globale du fardeau des expositions professionnelles ?

7.2. L'intersectionnalité et les rapports de pouvoir dans le champ des études en santé au travail

Les conditions de travail diffèrent d'un-e travailleur-euse à l'autre. Les risques d'exposition peuvent ainsi s'additionner, se multiplier, selon les situations. Deux formes d'accumulation peuvent être distinguées dans notre cadre d'étude : d'une part, une accumulation d'expositions physiques ; et d'autre part, une accumulation que l'on peut attribuer à des situations d'intersectionnalité sociales.

La première forme d'accumulation est liée à ce que l'on réfère comme la multi-exposition. Les travailleur-euse-s ne sont en effet que rarement soumis-e-s à des expositions uniques. Paradoxalement, la majorité des études étiologiques aborde la question du lien entre exposition professionnelle et risque de cancer en se centrant sur un agent unique, considérant les autres facteurs de risque comme potentiels facteurs de confusion (Paris & Stücker, 2016). Cette multi-exposition peut se produire sur un même environnement de travail ou/et tout au long du parcours professionnel (Bertin, Thebaud-Mony, & Counil, 2016). Bien que notre analyse n'ait pas abordé ces aspects, ils présentent tout de même des enjeux majeurs en santé au travail. Selon un récent rapport de l'Observatoire européen des risques, la multi-exposition à des expositions professionnelles (dont cancérogènes) serait davantage prononcée dans le secteur des services (EU-OSHA, 2013), un secteur employant particulièrement les femmes et les travailleur-euse-s de citoyenneté étrangère. Les effets des expositions multiples en lien avec le risque de cancer restent encore à explorer.

La seconde forme d'accumulation relève de l'intersectionnalité ; elle est beaucoup plus structurelle. Comme le suggèrent les [chapitres 4 et 6](#), de nombreuses études effectuent un ajustement sur la variable sexe et sur les variables relatives au statut socioéconomique. Ce faisant, elles rapportent un risque moyen, au mieux pour les hommes et les femmes, au pire, pour l'ensemble des travailleur-euse-s. Il n'existe néanmoins rien de tel qu'un « *travailleur générique* » rappelait l'épidémiologiste états-unienne Nancy Krieger. Les conditions de travail diffèrent d'un individu (ou d'un groupe d'individus) à l'autre, et se doivent d'être rapportées, lors des analyses,

aux différents aspects de leur situation sociale au sein de leur environnement. Ces aspects sont nombreux et conditionnent l'expérience des travailleur·euse·s : le genre, la position socioéconomique, l'âge, l'ethnicité, le statut de citoyenneté, le statut migratoire (entre autres) (Krieger, 2010). Ces derniers aspects sont particulièrement d'importance dans le contexte présent, du fait notamment de la progression du travail informel et de l'augmentation l'emploi dans les secteurs des soins à domicile, du nettoyage. Ces secteurs emploient pour une partie importante des travailleuses de citoyenneté étrangère (Pailhé, 2013).

La question de la citoyenneté des travailleur·euse·s peut, à certains égards, s'inscrire dans la question plus large de la mondialisation du marché du travail. Mais elle peut également s'inscrire dans la question plus distincte de la mondialisation des risques sanitaires. Largement abordée dans le domaine des sciences sociales (Boudia & Henry, 2015), cette problématique suscite peu à peu l'intérêt des épidémiologistes en santé au travail comme le soulignent les récents rapports de la conférence EPICOH¹⁰³ (Stayner et al., 2017; Wegman, 2014). Si cette question présente des enjeux nouveaux en épidémiologie de la santé au travail, elle est d'autant plus importante dans le cadre des expositions cancérigènes, du fait notamment des processus de « transfert des risques ». Ce transfert peut s'effectuer par les personnes (ex : travailleur·euse·s détaché·e·s), mais aussi par l'activité. C'est généralement le cas des régions dans lesquelles les législations sanitaires sont les plus restrictives. Ces dernières ont tendance à transférer/déléguer leurs activités à risques vers les régions « plus clémentes » où les législations sont plus souples, voire non existantes, en l'occurrence les pays les moins industrialisés (Thébaud-Mony, 2008b, p. 231-265). Comme peut l'indiquer notre revue systématique, ces régions à revenu faible et intermédiaire, qui comptent pour 70% des décès par cancer (Stewart & Wild, 2014), restent largement en déficit d'études. Ces questions de transfert des risques relèvent alors du juridique et du (géo)politique, et par conséquent, elles sont intimement liées aux questions de rapports de pouvoir.

La question des rapports de pouvoir ne peut être écartée de la formulation des problématiques en santé au travail, comme peut le suggérer l'existence d'une « *loi inverse de danger* » (angl. « *inverse hazard law* »¹⁰⁴), à savoir le fait que « *l'accumulation de risques pour la santé a tendance à varier*

¹⁰³ EPICOH (angl. *Epidemiology in Occupational Health*) est une organisation internationale, faisant partie de la Commission Internationale de la Santé au Travail (angl. *International commission on occupational health* (ICOH)) et ayant pour mission de promouvoir la communication entre les épidémiologistes, les hygiénistes industriels et les autres spécialistes de la santé au travail dans le monde.

¹⁰⁴ Inspiré de la « loi inverse des soins » (« *inverse care law* ») formulée par Julian Tudor Hart en 1971, décrivant une disponibilité de soins médicaux ayant tendance à varier inversement avec la nécessité pour la population servie.

inversement avec le pouvoir et les ressources des populations affectées » (Krieger et al., 2011; Krieger et al., 2008). Dans une étude bostonienne¹⁰⁵, les corrélations les plus élevées entre les risques professionnels et les risques d'ordre social ont été observées parmi les groupes sociaux avec le moins de pouvoir et de ressources pour les contester. En France, suite au scandale de l'amiante, le rapport d'information du sénat en 2005, relevait d'ailleurs entre autres « *le fait que l'exposition [...] concernait pour l'essentiel le monde ouvrier [...] qui n'avait pas les moyens de mesurer les risques* » (Dériot & Godefroy, 2005), les phénomènes d'« *invisibilisation* » jouant pleinement leur rôle (Thébaud-Mony, 2008a). C'est également cette invisibilité sociale que décrit la chercheuse canadienne Karen Messing dans son ouvrage « *Les souffrances invisibles* ». L'ergonome et spécialiste du travail rappelle également la communauté scientifique au besoin de réflexivité, lors de leur travail, sur le rapport (social) entre les chercheur·e·s et leurs populations d'étude (Messing, 2016). Nous savons par ailleurs que les preuves scientifiques seules ne suffisent pas à motiver l'action. À titre d'exemple, la *Radium corporation* ne mettra pas un terme à ses activités à la suite du scandale des Radium Girls à la fin des années 1930. Au contraire, sur la décennie suivante, elle agrandit ses installations et son personnel technique et de gestion de 1600% (Boesch, Raber, Weinstein, & Flagg, 1999). Ce constat de nécessité d'une mobilisation sociale n'est en effet pas récent. Comme le notait déjà Hamilton (cf. [section 1.1.1.3](#)), la capacité d'action collective joue un rôle primordial dans la mise en visibilité d'une maladie professionnelle. Mais cette capacité est elle-même liée au poids social d'un groupe d'individus. De fait, les positions des femmes dans la division sexuée du travail (moindre salaire, moindre temps de travail, moindres responsabilités etc.) conditionnent leur capacité à agir, mais aussi leur statut social d'une manière générale.

7.3. Les biais de genre

Les différences entre les hommes et les femmes restent insuffisamment prises en compte dans le champ de l'épidémiologie de la santé au travail. Si cet aspect a été mis au centre de notre réflexion, l'une des forces de notre étude a été de l'appréhender à partir du concept de genre, tel qu'il a été formulé en sciences sociales. Cela signifiait de proposer une analyse qui, au-delà d'une stratification sexuée, s'intéresserait à ce qui définit, oppose et hiérarchise le masculin et le féminin. Elle s'est notamment matérialisée par les oppositions : ouvriers vs ouvrières ; métiers à faible taux de féminisation vs métiers à haut taux de féminisation ; secteur de la construction vs secteur du

¹⁰⁵ Dans une enquête transversale menée à Boston aux États-Unis entre 2003 et 2004 sur 1202 travailleurs, des investigations ont ainsi porté sur le lien conjoint entre un événement de santé (la tension artérielle), et des facteurs de risques professionnels (poussières, fumées, produits chimiques, le bruit, la contrainte physique) et d'ordre social (discrimination raciale, harcèlement sexuel, abus en milieu de travail).

tertiaire ou encore métiers représentant une faible part de l'emploi total vs métiers représentant une forte part. Il s'agissait alors d'appréhender, à travers les méthodologies employées, la manière par laquelle ces pôles (masculins et féminins) étaient analysés dans les pratiques épidémiologiques. Étaient-ils traités différemment ? Pourquoi considérons-nous qu'ils l'étaient ? Et pourquoi cela pourrait générer un biais sexué de l'estimation du risque. Ces pôles offrent également – en plus de l'opposition classique homme vs femme – des bases nouvelles d'analyse et d'interprétation pour les études d'épidémiologie en santé au travail.

Les biais de genre peuvent survenir à différentes étapes de l'enquête épidémiologique, y compris dès la formulation même des hypothèses de recherche. Nos travaux se sont essentiellement appuyés sur des analyses secondaires. Autrement dit, nous n'avions que peu de possibilité d'intervenir en amont des études, en particulier sur les hypothèses conduisant à la collecte des données. Dans ce contexte, un jeu de données unique ne pouvait concourir à l'examen de nos différentes hypothèses. Notre stratégie a ainsi été de procéder à des analyses séparées pour différentes étapes de l'investigation épidémiologique que nous jugions majeures, associant à chacune des (bases de) données permettant de répondre à des questions de recherche précises. S'il eût été intéressant d'effectuer une étude unique, à savoir quantifier les impacts successifs des biais de genre au sein d'une même étude afin d'apprécier le potentiel effet d'accumulation sur l'estimation du risque, nous pensons néanmoins que la perspective adoptée nous a permis d'explorer davantage d'hypothèses de recherche.

Un autre élément d'importance de notre analyse a été le choix du cancer étudié. Nos analyses se sont essentiellement portées sur le cancer du poumon. Trois raisons justifient ce choix. La première est simplement liée à la disponibilité des données. Durant le processus de construction de notre étude, les données se rapportant au cancer du poumon se sont avérées les plus disponibles et les plus à même de répondre à nos hypothèses de recherche. Cela nous semble logique compte tenu de l'importance de la maladie — qui constitue d'ailleurs la seconde raison de ce choix. Comme nous l'avions précédemment évoqué, le cancer du poumon est en voie de devenir, dans de nombreux pays, surtout industrialisés (dont la France), la première cause de mortalité féminine par cancer devant le cancer du sein (INCa, 2017; Malvezzi et al., 2015). Il est également la localisation présentant le plus d'associations établies avec des cancérogènes professionnels (Marant Micallef et al., 2018). Ce cancer constitue donc un enjeu majeur de santé publique. Si cette évolution est largement rattachée à l'augmentation du tabagisme chez la gent féminine, il serait inconséquent de le considérer comme le seul facteur de risque la maladie (cf. [section 3.4.2.3](#), [chapitre 4](#)). Ce point est essentiel ; il constitue la troisième raison de notre *focus* sur cette localisation, la distribution sociale de la maladie.

La distribution du cancer du cancer du poumon est associée à de nombreux facteurs biologiques et sociaux : le sexe, l'âge, l'ethnicité, le statut socioéconomique, le lieu d'habitation, des facteurs de migration) (Williams et al., 2012). Il convient ainsi parfaitement à une analyse intersectionnelle. De nombreuses autres pathologies répondent toutefois à cette multi-causalité sociale. Des localisations de cancers particulièrement importantes (en nombre) chez les femmes, à l'instar du sein, du côlon, de la thyroïde, de l'endomètre, et liés à des facteurs environnementaux et professionnels, auraient également pu faire l'objet d'investigation. En effet, l'existence de biais de genre pour le cancer du poumon chez les femmes peut également interroger sur l'existence de biais similaires pour d'autres cancers. Pour le cancer du sein, le plus incident chez les femmes, les facteurs de risque rapportés dans la littérature impliquent surtout (à l'exception des rayonnements ionisants) des facteurs relatifs à la reproduction¹⁰⁶, les mutations génétiques, les antécédents familiaux et le mode de vie. Selon le CIRC, aucun cancérigène professionnel ne présente à ce jour de preuves suffisantes pouvant conduire à une classification en tant que « cancérigène pour l'homme » (Groupe 1). Parmi les facteurs le plus à l'étude, le travail posté qui implique une perturbation circadienne, est classé « probablement cancérigène pour l'humain » par le CIRC (Stevens et al., 2011). Si l'association était avérée, le travail posté pourrait devenir la principale cause de cancer professionnel chez les femmes. Ce cancer est également présent chez les hommes, même s'il est relativement moins incident comparés aux femmes (de l'ordre de 1/100). Cependant, dans la dernière édition de son rapport sur « Les cancers en France », l'INCa ne fait aucune mention du cancer du sein chez les hommes, ne présentant que des chiffres exclusivement « féminins ». La même observation peut être faite pour le rapport Globocan 2012 du CIRC. Pourquoi ces omissions ?

- Parce que la maladie est statistiquement moins importante ?

Moins plausible. Des cancers dont les chiffres sont comparables à ceux du cancer du sein chez les hommes sont tout de même présentés dans ces rapports, à l'instar de celui de l'œsophage ou du larynx¹⁰⁷ chez les femmes (IARC, 2012; INCa, 2017) ;

- Parce que l'organe du sein est difficilement rattachable à la masculinité ?

¹⁰⁶ Diéthylstilbestrol, contraceptifs œstrogéno-progestatifs, traitement hormonal substitutif œstrogène progestatif

¹⁰⁷ Selon l'ACS aux États-Unis, le nombre de nouveaux cas de cancer de l'œsophage pour l'année 2017 s'élèverait à 13 360 chez les hommes et **3 580** chez les femmes. Le nombre de nouveaux cas de cancer du sein chez les hommes s'élèverait lui à **2 470** (252 710 cas chez les femmes) (ACS, 2017).

En France, le nombre de nouveaux cas de cancer du larynx pour l'année 2015 est estimé à **485** cas chez les femmes (2 611 chez les hommes). Le nombre de cas de cancer du sein chez les hommes est estimé à moins de 1% de l'ensemble des cancers du sein. Pour rappel, le nombre de nouveaux cas chez les femmes pour l'année 2015 s'élèverait à **54 062** (INCa, 2017).

Cette interrogation mérite d'être posée. D'une manière générale, l'existence de biais de genre chez les femmes peut également interroger sur l'existence de biais analogues chez les hommes.

7.4. Pour un autre paradigme de recherche ?¹⁰⁸

L'épidémiologie contemporaine est une science nouvelle. Ses paradigmes sur les causes et la distribution des maladies sont en constante mutation, et ses pratiques sont variées et hétérogènes. Telle que définie aujourd'hui, l'épidémiologie est la résultante, au cours de l'histoire, de divers courants et théories sur la distribution des maladies (Pearce, 1996; Susser & Susser, 1996). Ainsi selon l'époque, les théories mises en exergue et les contextes politiques ont non seulement orienté ses domaines de recherche – en même temps que ceux de la santé publique et de la médecine, mais ont également influencé ses modèles explicatifs quant à l'étiologie des maladies. La discipline se construit ainsi à partir de différentes visions de l'approche sanitaire et de la démarche scientifique. S'appuyant sur diverses disciplines, elle est de ce fait soumise à des logiques théoriques et explicatives concurrentes et qui se matérialisent dans la construction même de ses objets d'étude, de ses hypothèses, et dans le choix de ses variables d'intérêt. Nous considérons cet aspect comme l'une des sources de l'absence de prise en compte des variables sociales telles que le genre ou encore la classe sociale. En effet, la discipline reste tiraillée entre ses approches *dowstream* (études des déterminants proximaux de la maladie) et *upstream* (études des déterminants distaux) ; la première privilégiant des causes biologiques de la maladie, la seconde, les causes contextuelles. Cette confrontation dans le champ de la recherche tend généralement à voir s'imposer la première. Le modèle de causalité biologique est privilégié au modèle de causalité sociale. En d'autres termes, plus l'on s'éloigne du « proximal » et des « causes directes », plus on perd en légitimité scientifique. Et cette vision n'est pas sans affecter ses objets d'étude. Ainsi en santé au travail, les approches réductionnistes (et majoritaires) assimileront le travail à une exposition spécifique dont elles étudieront principalement l'association et la relation « dose-réponse » avec un événement de santé. Cette exposition est modulée par des facteurs (ou modes de vie) propres à chaque individu, restreignant ainsi le déterminisme causal à un niveau individuel, parfois même génétique. Si des approches novatrices d'évaluation du risque – telles que l'utilisation des scores polygéniques¹⁰⁹ – essaient de combiner des approches génétiques et populationnelles, leur essentiel n'en demeure

¹⁰⁸ Cette section constitue un résumé de l'article original « Quelle(s) épidémiologie(s) pour la santé au travail ? Réflexions à partir des cancers professionnels » Betansedi et al, (2018) Pistes, voir annexe.

¹⁰⁹ Un score polygénique permet de quantifier la variance génétique (suivant les régions ou loci du gène) à l'intérieur d'une large population, ce permettant notamment de conjecturer des associations avec des événements de santé donnés.

pas moins fondé sur une « biologisation » du risque.

Ces aspects théoriques, *i.e.* du cadre intellectuel dans lequel s'inscrit la production de la connaissance revêt une importance fondamentale qui est somme toute peu discutée dans le domaine de la santé au travail. Pourtant, comme le signifiait Krieger, une meilleure qualité des données seule ne suffira pas ; une clarté intellectuelle sur les théories sera fondamentale afin d'améliorer la compréhension et l'application des outils méthodologiques (Krieger, 2017).

BIBLIOGRAPHIE

- Abrahamowicz, M., Beauchamp, M.-E., Fournier, P., & Dumont, A. (2013). Evidence of subgroup-specific treatment effect in the absence of an overall effect: is there really a contradiction? *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*, 22(11), 1178-1188.
- ACS. (2017). *Cancer Facts & Figures 2017*. Atlanta: American Cancer Society.
- Adams, E. E., & Brues, A. M. (1980). Breast cancer in female radium dial workers first employed before 1930. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 22(9), 583-587.
- Ahn, Y.-S., Park, R. M., Stayner, L., Kang, S.-K., & Jang, J.-K. (2006). Cancer morbidity in iron and steel workers in Korea. *American Journal of Industrial Medicine*, 49(8), 647-657.
- Amossé, T. (2004). Professions au féminin. Représentation statistique, construction sociale. *Travail, genre et sociétés*, (11), 31-46.
- Amossé, T., & Chardon, O. (2006). Les travailleurs non qualifiés : une nouvelle classe sociale ? *Économie et Statistiques*, (393-394), 203-229.
- Amossé, T., Daubas-Letourneux, V., Le Roy, F., Meslin, K., & Barragan, K. (2012). *Les accidents du travail et problèmes de santé liés au travail dans l'enquête SIP. (In)visibilités et inscriptions dans les trajectoires professionnelles*. Centre d'études de l'emploi.
- Amr, S., Wolpert, B., Loffredo, C. A., Zheng, Y.-L., Shields, P. G., Jones, R., & Harris, C. C. (2008). Occupation, Gender, Race, and Lung Cancer: *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 50(10), 1167-1175.
- Andrade, C. (2015). Understanding relative risk, odds ratio, and related terms: as simple as it can get. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 76(7), e857-861.
- Anglian Breast Cancer Study Group. (2000). Prevalence and penetrance of BRCA1 and BRCA2 mutations in a population-based series of breast cancer cases. Anglian Breast Cancer Study Group. *British Journal of Cancer*, 83(10), 1301-1308.
- Anses. (2016). Substances cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR).
- Argouarc'h, J., & Calavrezo, O. (2013). La répartition des hommes et des femmes par métiers. Une baisse de la ségrégation depuis 30 ans. *Dares Analyses*, (079).
- Artazcoz, L., Borrell, C., Cortas, I., Escriba-Aguir, V., & Cascant, L. (2007). Occupational epidemiology and work related inequalities in health: a gender perspective for two complementary approaches to work and health research. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 61(Supplement 2), ii39-ii45.
- Aschebrook-Kilfoy, B., Ward, M. H., Valle, C. T. D., & Friesen, M. C. (2014). Occupation and Thyroid Cancer. *Occupational and environmental medicine*, 71(5), 366-380.
- Atramont, A., Guida, F., Mattei, F., Matrat, M., Cenée, S., Sanchez, M., ... Icare study group. (2016). Professional Cleaning Activities and Lung Cancer Risk Among Women: Results From the ICARE Study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 58(6), 610-616.
- Ba Gning, S. (2013). Les femmes dans le secteur informel. In M. Maruani (Éd.), *Travail et genre dans le monde, l'état des savoirs* (p. 336-344). Paris: La Découverte.
- Ba, Y., Huang, H., Lerro, C. C., Li, S., Zhao, N., Li, A., ... Zhang, Y. (2016). Occupation and thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 58(3), 299-305.
- Battagliola, F. (2008). *Histoire du travail des femmes* (3e édition). Paris: La Découverte.

- Benke, G., Sim, M., Forbes, A., & Salzberg, M. (1997). Retrospective assessment of occupational exposure to chemicals in community-based studies: validity and repeatability of industrial hygiene panel ratings. *International Journal of Epidemiology*, 26(3), 635-642.
- Benke, G., Sim, M., Fritschi, L., Aldred, G., Forbes, A., & Kauppinen, T. (2001). Comparison of occupational exposure using three different methods: hygiene panel, job exposure matrix (JEM), and self reports. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16(1), 84-91.
- Benke, G., Sim, M., Fritschi, L., & Aldred, G. (2000). Beyond the job exposure matrix (JEM): the task exposure matrix (TEM). *Annals of Occupational Hygiene*, 44(6), 475-482.
- Bercot, R. (2011). La santé des femmes au travail en France. *Revue multidisciplinaire sur l'emploi, le syndicalisme et le travail*, 6(2), 26-49.
- Bereni, L., Chauvin, S., Jaunait, A., & Revillard, A. (2012). *Introduction aux études sur le genre* (2e édition revue et augmentée). Louvain-la-Neuve: De Boeck.
- Bertin, M., Thebaud-Mony, A., & Counil, E. (2016). Multi-exposition aux cancérogènes professionnels : profils genrés. Résultats à partir d'une cohorte de patients atteints de cancers broncho-pulmonaires en Seine-Saint-Denis. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 77(3), 512-513.
- Beveridge, R., Pintos, J., Parent, M.-E., Asselin, J., & Siemiatycki, J. (2010). Lung cancer risk associated with occupational exposure to nickel, chromium VI, and cadmium in two population-based case-control studies in Montreal. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(5), 476-485.
- Bhatti, P., Stewart, P. A., Linet, M. S., Blair, A., Inskip, P. D., & Rajaraman, P. (2011). Comparison of occupational exposure assessment methods in a case-control study of lead, genetic susceptibility and risk of adult brain tumours. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(1), 4-9.
- Birk, T., Mundt, K. A., Dell, L. D., Luippold, R. S., Miksche, L., Steinmann-Steiner-Haldenstaett, W., & Mundt, D. J. (2006). Lung cancer mortality in the German chromate industry, 1958 to 1998. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(4), 426-433.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (2000). Statistics notes. The odds ratio. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 320(7247), 1468.
- Blanpain, N. (2016). Les hommes cadres vivent toujours 6 ans de plus que les hommes ouvriers. *Insee Première*, (1584).
- Blot, W. J., Harrington, J. M., Toledo, A., Hoover, R., Heath, C. W., & Fraumeni, J. F. (1978). Lung cancer after employment in shipyards during World War II. *The New England Journal of Medicine*, 299(12), 620-624.
- Blot, William J., & Tarone, R. E. (2015). Doll and Peto's quantitative estimates of cancer risks: holding generally true for 35 years. *Journal of the National Cancer Institute*, 107(4).
- Boesch, E. J., Raber, M. S., Weinstein, G., & Flagg, T. R. (1999). *U.S. Radium Corporation. Photographs, Written Historical and Descriptive Data* (p. 98). Philadelphia: Historic American Building Survey.
- Boffetta, P., Autier, P., Boniol, M., Boyle, P., Hill, C., Aurengo, A., ... Tubiana, M. (2010). An estimate of cancers attributable to occupational exposures in France. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 52(4), 399-406.
- Boudia, S., & Henry, E. (2015). *La mondialisation des risques : Une histoire politique et transnationale des risques sanitaires et environnementaux*. PU Rennes.
- Bourgard, E., Wild, P., Gonzalez, M., Févotte, J., Penven, E., & Paris, C. (2013). Comparison of exposure assessment methods in a lung cancer case-control study: performance of a lifelong task-based questionnaire for asbestos and PAHs. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(12), 884-891.

- Bouyer, J., Dardenne, J., & Hémon, D. (1995). Performance of odds ratios obtained with a job-exposure matrix and individual exposure assessment with special reference to misclassification errors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 21(4), 265-271.
- Bouyer, J., & Hémon, D. (1993). Studying the performance of a job exposure matrix. *International Journal of Epidemiology*, 22 Suppl 2, S65-71.
- Brisson, C., Loomis, D., & Pearce, N. (1987). Is social class standardisation appropriate in occupational studies? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 41(4), 290-294.
- Brown, J. R., & Thornton, J. L. (1957). Percivall Pott (1714-1788) and Chimney Sweepers' Cancer of the Scrotum. *British Journal of Industrial Medicine*, 14(1), 68-70.
- Bruno, A.-S. (2008). Quelques perspectives sur les travaux récents en « santé et travail ». Les approches développées dans les revues de sciences sociales (2001-2007). *Revue française des affaires sociales*, (2), 71-96.
- Bruno, A.-S., Geerkens, E., Hatzfeld, N., & Omnès, C. (2011). *La santé au travail, entre savoirs et pouvoirs : 19e et 20e siècle*. Rennes: PU Rennes.
- Bryere, J., Dejardin, O., Launay, L., Colonna, M., Grosclaude, P., Launoy, G., & French Network of Cancer Registries (FRANCIM). (2018). Socioeconomic status and site-specific cancer incidence, a Bayesian approach in a French Cancer Registries Network study. *European Journal of Cancer Prevention: The Official Journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)*, 27(4), 391-398.
- Burnod, G., & Chenu, A. (2001). Employés qualifiés et non qualifiés : Une proposition d'aménagement de la nomenclature des catégories socioprofessionnelles. *Travail et Emploi*, (86), 87-105.
- Caliński, T., & Harabasz, J. (1974). A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics*, 3(1), 1-27.
- Cambois, E. (2016). Des inégalités sociales de santé moins marquées chez les femmes que chez les hommes : une question de mesure ? *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, 64 Suppl 2, S75-85.
- Campos-Serna, J., Ronda-Pérez, E., Artazcoz, L., Moen, B. E., & Benavides, F. G. (2013). Gender inequalities in occupational health related to the unequal distribution of working and employment conditions: a systematic review. *International Journal for Equity in Health*, 12, 57.
- Canguilhem, G. (2013). *Le normal et le pathologique* (12e édition). Paris : Presses Universitaires de France - PUF.
- Carton, M., Barul, C., Menvielle, G., Cyr, D., Sanchez, M., Pilorget, C., ... ICARE Study Group. (2017). Occupational exposure to solvents and risk of head and neck cancer in women: a population-based case-control study in France. *BMJ Open*, 7(1), e012833.
- CDC, Epi Info™. (2011). *Epi Info™, A database and statistics program for public health professionals*. Consulté à l'adresse <https://www.cdc.gov/epiinfo/user-guide/getting-started/Acknowledgements.html>
- Chappert, F., & Théry, L. (2016). Égalité entre les femmes et les hommes et santé au travail. Comment le genre transforme-t-il l'intervention sur les conditions de travail? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (18-2).
- Clark, C. (1997). *Radium Girls: Women and Industrial Health Reform, 1910-1935* (1 edition). Chapel Hill, NC: The University of North Carolina Press.
- Cnamts. (2017). *L'Essentiel. Santé et sécurité au travail 2016* (p. 20). Paris: Caisse nationale de l'Assurance Maladie des travailleurs salariés (Cnamts).
- Cobb, W. N. W. (2017). *The Politics of Cancer: Malignant Indifference*. Santa Barbara, California: Praeger Publishers Inc.
- Cogliano, V. J., Baan, R., Straif, K., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., El Ghissassi, F., ... Wild, C. P. (2011). Preventable Exposures Associated With Human Cancers. *Journal of the National Cancer Institute*, 103(24), 1827-1839.

- Corn, J. K. (1976). Alice Hamilton, M.D., and Women's Welfare. *New England Journal of Medicine*, 294(6), 316-318.
- Coste, J. (2002). *La littérature des erreurs populaires. une ethnographie médicale a l'époque moderne*. Paris: Honoré Champion.
- Coughlin, S. S., & Chiazze, L. (1990). Job-exposure matrices in epidemiologic research and medical surveillance. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, 5(3), 633-646.
- Counil, E., & Henry, E. (2016). Produire de l'ignorance plutôt que du savoir ? L'expertise en santé au travail. *Travail et Emploi*, 4(148), 5-29.
- Couraud, S., Zalcmán, G., Milleron, B., Morin, F., & Souquet, P.-J. (2012). Lung cancer in never smokers – A review. *European Journal of Cancer*, 48(9), 1299-1311.
- Danø, H., Hansen, K. D., Jensen, P., Petersen, J. H., Jacobsen, R., Ewertz, M., & Lyngø, E. (2004). Fertility pattern does not explain social gradient in breast cancer in Denmark. *International Journal of Cancer*, 111(3), 451-456.
- Dares, 2009. (s. d.).
- Delépine, A., Chapouthier-Guillon, A., Jacquin-Brisbart, C., Nolland, X.-B., & Vidal, V. (2016). *Les maladies professionnelles. Guide d'accès aux tableaux du régime général et du régime agricole de la Sécurité sociale* (No. ED 835) (p. 338). Paris: INRS.
- Delgado-Rodríguez, M., & Llorca, J. (2004). Bias. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 58(8), 635-641.
- Dériot, G., & Godefroy, J.-P. (2005). *Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur le bilan et les conséquences de la contamination par l'amiante* (p. 333). Paris: Sénat. e
- Desrosières, A. (2014). *Prouver et gouverner*. Paris: La Découverte.
- Desrosières, A., & Thévenot, L. (2002). *Les catégories socioprofessionnelles* (5e éd.). Paris: La Découverte.
- Doherty, R. E. (2000a). A History of the Production and Use of Carbon Tetrachloride, Tetrachloroethylene, Trichloroethylene and 1,1,1-Trichloroethane in the United States: Part 1—Historical Background; Carbon Tetrachloride and Tetrachloroethylene. *Environmental Forensics*, 1(2), 69-81.
- Doherty, R. E. (2000b). A History of the Production and Use of Carbon Tetrachloride, Tetrachloroethylene, Trichloroethylene and 1,1,1-Trichloroethane in the United States: Part 2—Trichloroethylene and 1,1,1-Trichloroethane. *Environmental Forensics*, 1(2), 83-93.
- Doll, R., & Peto, R. (1981). The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *Journal of the National Cancer Institute*, 66(6), 1191-1308.
- Doll, R. (2008). *The Prevention of Cancer: Pointers from Epidemiology* (1 edition). Aldine Transaction.
- Dos Santos Silva, I., & Beral, V. (1997). Socioeconomic differences in reproductive behaviour. In Kogevinas, N., Pearce, M., Susser, & P. Boffetta (Éd.), *Social Inequalities and Cancer* (IARC, p. 285-308). Lyon.
- Doyal, L. (2001). Sex, gender, and health: the need for a new approach. *BMJ: British Medical Journal*, 323(7320), 1061-1063.
- Dumas, O., Donnay, C., Heederik, D. J. J., Héry, M., Choudat, D., Kauffmann, F., & Le Moual, N. (2012). Occupational exposure to cleaning products and asthma in hospital workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(12), 883-889.
- East, L., Jackson, D., O'Brien, L., & Peters, K. (2012). Stigma and stereotypes: women and sexually transmitted infections. *Collegian (Royal College of Nursing, Australia)*, 19(1), 15-21.
- Eichler, M., & Burke, M. A. (2006). The "BIAS FREE" Framework: A New Analytical Tool for Global Health Research. *Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Santé Publique*, 63-68.
- Eichler, M., Reisman, A. L., & Manace Borins, E. (1992). Gender Bias in Medical Research. *Women & Therapy*, 12(4), 61-70.

- El Zoghbi, M., Salameh, P., Stücker, I., Brochard, P., Delva, F., & Lacourt, A. (2017). Absence of multiplicative interactions between occupational lung carcinogens and tobacco smoking: a systematic review involving asbestos, crystalline silica and diesel engine exhaust emissions. *BMC Public Health*, *17*(1), 156.
- Eng, A., 't Mannetje, A., McLean, D., Ellison-Loschmann, L., Cheng, S., & Pearce, N. (2011). Gender differences in occupational exposure patterns. *Occupational and Environmental Medicine*, *68*(12), 888-894.
- Epstein, S. S. (1979). *The Politics of Cancer* (Revised edition). New York: Doubleday.
- EU-OSHA (Éd.). (2003). *Gender issues in safety and health at work: a review*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- EU-OSHA. (2013). *New risks and trends in the safety and health of women at work*. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work.
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis* (5 edition). Chichester: Wiley.
- Feinstein, A. R., & Cicchetti, D. V. (1990). High agreement but low kappa: I. The problems of two paradoxes. *Journal of Clinical Epidemiology*, *43*(6), 543-549.
- Felini, M., Preacely, N., Shah, N., Christopher, A., Sarda, V., Elfaramawi, M., ... Johnson, E. S. (2012). A case-cohort study of lung cancer in poultry and control workers: occupational findings. *Occupational and Environmental Medicine*, *69*(3), 191-197.
- Fell, A. K. M., Abrahamsen, R., Henneberger, P. K., Svendsen, M. V., Andersson, E., Torén, K., & Kongerud, J. (2016). Breathing jobs: a case-control study of respiratory work disability by occupation in Norway. *Occup Environ Med*, *73*(9), 600-606.
- Fellinger, A. (2010). Femmes, risque et radioactivité en France. *Travail, genre et sociétés*, (23), 147-165.
- Ferlay, J., Soerjomataram, I., Dikshit, R., Eser, S., Mathers, C., Rebelo, M., ... Bray, F. (2015). Cancer incidence and mortality worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012: Globocan 2012. *International Journal of Cancer*, *136*(5), E359-E386.
- Fernández-Navarro, P., García-Pérez, J., Ramis, R., Boldo, E., & López-Abente, G. (2012). Proximity to mining industry and cancer mortality. *The Science of the Total Environment*, *435-436*, 66-73.
- Ferrante, D., Mirabelli, D., Tunesi, S., Terracini, B., & Magnani, C. (2016). Pleural mesothelioma and occupational and non-occupational asbestos exposure: a case-control study with quantitative risk assessment. *Occup Environ Med*, *73*(3), 147-153.
- Févotte, J., Dananche, B., Delabre, L., Ducamp, S., Garras, L., Houot, M., ... Imbernon, E. (2011). Matgene: A Program to Develop Job-Exposure Matrices in the General Population in France. *Annals of Occupational Hygiene*, *55*(8), 865-878.
- Field, R. W., & Withers, B. L. (2012). Occupational and Environmental Causes of Lung Cancer. *Clinics in chest medicine*, *33*(4).
- FRANCIM. (2017). Le réseau FRANCIM | Registre des cancers.
- Franco, G. (2012). Bernardino Ramazzini and women workers' health in the second half of the XVIIth century. *Journal of Public Health*, *34*(2), 305-308.
- Fréry, N., Moisan, F., Schwaab, Y., & Garnier, R. (2017). Exposition des salariés à de multiples nuisances cancérigènes en 2010. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, (13), 242-249.
- Friesen, M. C. (2003). Validation of a Semi-quantitative Job Exposure Matrix at a Soderberg Aluminum Smelter. *Annals of Occupational Hygiene*, *47*(6), 477-484.

- Friesen, M. C., Pronk, A., Wheeler, D. C., Chen, Y.-C., Locke, S. J., Zaubst, D. D., ... Katki, H. A. (2013). Comparison of Algorithm-based Estimates of Occupational Diesel Exhaust Exposure to Those of Multiple Independent Raters in a Population-based Case-Control Study. *Annals of Occupational Hygiene*, 57(4), 470-481.
- Fussinger, C. (2010). Genre, médecine et santé : quelques repères. *Revue Médicale Suisse*, 6, 1429-1432.
- Gadeyne, S., Menvielle, G., Kulhanova, I., Bopp, M., Deboosere, P., Eikemo, T. A., ... Mackenbach, J. P. (2017). The turn of the gradient? Educational differences in breast cancer mortality in 18 European populations during the 2000s. *International Journal of Cancer*, 141(1), 33-44.
- Gadrey, N., Jany-Catrice, F., & Pernod-Lemattre, M. (2005). Genre et emplois non qualifiés. In *Le travail non qualifié* (p. 197-207). Paris: La Découverte. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/le-travail-non-qualifie--9782707144683-p-197.htm>
- Gadrey, N., Jany-Catrice, F., & Pernod-Lemattre, M. (2009). Employés non-qualifiés : la catégorie oubliée des politiques d'égalité professionnelle. *Économie et Société, tome XLII*(30), 57-86.
- Galerand, E., & Kergoat, D. (2013). Le travail comme enjeu des rapports sociaux (de sexe). In M. Maruani (Éd.), *Travail et genre dans le monde. L'état des savoirs* (p. 44-51). Paris: La Découverte.
- Gardey, D. (2013a). Comment écrire l'histoire des relations corps, genre, médecine au xxe siècle? *Clio. Femmes, Genre, Histoire*, (37), 143-162.
- Gardey, D. (2013b). Le travail des femmes en France et en Grande-Bretagne de la révolution industrielle à la Seconde Guerre mondiale. In *Travail et genre dans le monde* (p. 318-326). Paris: La Découverte.
- Garoche, B. (2016). L'exposition des salariés aux maladies professionnelles. L'importance toujours prépondérante des troubles musculo-squelettiques. *Dares Résultats*, (081), 8.
- Gilbert, E. S., Koshurnikova, N. A., Sokolnikov, M. E., Shilnikova, N. S., Preston, D. L., Ron, E., ... others. (2004). Lung cancer in Mayak workers. *Radiation research*, 162(5), 505-516.
- Gilg Soit Ilg, A., Houot, M., & Pilorget, C. (2016). *Estimation de parts de cancers attribuables à certaines expositions professionnelles en France. Utilisation des matrices emplois-expositions développées dans le cadre du programme Matgéné*. Saint-Maurice: Santé publique France.
- Giscop93. (2018). Chiffres clés. Des différences notables entre homme et femmes.
- Gjerdingen, D., McGovern, P., Bekker, M., Lundberg, U., & Willemssen, T. (2000). Women's work roles and their impact on health, well-being, and career: comparisons between the United States, Sweden, and The Netherlands. *Women & Health*, 31(4), 1-20.
- Gochfeld, M. (2007). Framework for gender differences in human and animal toxicology. *Environmental Research*, 104(1), 4-21. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.12.005>
- Gold, E. B., Lasley, B. L., & Schenker, M. B. (1994). Introduction: rationale for an update. Reproductive hazards. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, 9(3), 363-372.
- Goldberg, M., Kromhout, H., Guénel, P., Fletcher, A. C., Gérin, M., Glass, D. C., ... Ponti, A. (1993). Job Exposure Matrices in Industry. *International Journal of Epidemiology*, 22(Supplement_2), S10-S15.
- Goldberg, M., Melchior, M., Leclerc, A., & Lert, F. (2002). Les déterminants sociaux de la santé : apports récents de l'épidémiologie sociale et des sciences sociales de la santé. *Sciences sociales et santé*, 20(4), 75-128. <https://doi.org/10.3406/sosan.2002.1570>
- Gollac, M., Volkoff, S., & Wolff, L. (2014). *Les conditions de travail* (3e édition). Paris: La Découverte.
- Graber, J. M., Stayner, L. T., Cohen, R. A., Conroy, L. M., & Attfield, M. D. (2014). Respiratory disease mortality among US coal miners; results after 37 years of follow-up. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(1), 30-39.

- Grasswick, H. (2016). Feminist Social Epistemology. In E. N. Zalta (Éd.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016). Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Guida, F. (2012). *Rôle de l'exposition professionnelle aux laines minérales dans les cancers broncho-pulmonaires : analyse de l'étude cas-témoins icare* (Santé Publique - Epidémiologie). Université Paris Sud - Paris XI.
- Guignon, N. (2008). Risques professionnels : les femmes sont-elles à l'abri? *Dares, ministère du Travail, des Relations sociales et de la Solidarité*, (Risques professionnels).
- Gun, R., Pratt, N. L., Roder, D. M., & Ryan, P. (2006). Asbestos-related cancers in refinery workers in the Australian petroleum industry. *Archives of environmental & occupational health*, 61(1), 11–16.
- Hamilton, A. (2007). *Exploring the Dangerous Trades - The Autobiography of Alice Hamilton, M.D.* Miller Press.
- Härenstam, A. (2009). Exploring gender, work and living conditions and health - suggestions for contextual and comprehensive approaches. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 35(2), 127-133.
- HAS. (2012). Comment établir un certificat médical initial (CMI).
- Henry, E. (2017). *Ignorance scientifique et inaction publique. Les politiques de santé au travail*. Paris: Presses de Sciences Po.
- Hill, A. B. (1965). The Environment and Disease: Association or Causation? *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 58(5), 295-300.
- Hill, J. (2010). *Cautions against the immoderate use of snuff. Founded on the known qualities of the tobacco plant; and enforced by instances of persons who have perished miserably of diseases*. Place of publication not identified: Gale ECCO, Print Editions.
- Hoar, S. K., Morrison, A. S., Cole, P., & Silverman, D. T. (1980). An occupation and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 22(11), 722-726.
- Hohenadel, K., Raj, P., Demers, P. A., Zahm, S. H., & Blair, A. (2015). The Inclusion of Women in Studies of Occupational Cancer: A Review of the Epidemiologic Literature From 1991-2009: Women in Studies of Occupational Cancer. *American Journal of Industrial Medicine*, 58(3), 276-281.
- Hollins, D. M., Paustenbach, D. J., Clark, K., & Mangold, C. A. (2009). A visual historical review of exposure to asbestos at puget sound naval shipyard (1962-1972). *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*, 12(2), 124-156.
- Hoosain, M., Jewkes, R., & Maphumulo, S. (1998). Gender audit of health research--10 years of the South African Medical Journal. *South African Medical Journal = Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Geneeskunde*, 88(8), 982-985.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression* (Third edition). Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Hughes, K. D. (1990). Trading places: men and women in non-traditional occupations, 1971-1986. *Perspectives*, (Statistics Canada Summer), 58-68.
- Hughes, K. D. (1995). Women in non-traditional occupations. *Perspectives*, 75-001E(Statistics Canada).
- Hunt, V. R. (1979). A brief history of women workers and hazards in the workplace. *Feminist Studies: FS*, 5(2), 274-285.
- IARC. (2006). *IARC Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Preamble*. Lyon: International Agency for Research on Cancer.
- IARC. (2012). GLOBOCAN, 2012.

- IARC. (2014). *Trichloroethylene, Tetrachloroethylene, and Some Other Chlorinated Agents* (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans No. Volume 106). Lyon: IARC.
- IARC. (2017). IARC Monographs- Classifications.
- IARC. (2018). *Les cancers attribuables au mode de vie et à l'environnement en France métropolitaine*. (p. 100-115). Lyon: International Agency for Research on Cancer.
- ILO. (1969). *International Standard Classification of Occupations, Revised Edition*. Geneva: International Labour Office.
- ILO. (2013). *Women and Men in the Informal Economy: A Statistical Picture* (Second Edition). Geneva: International Labour Office.
- ILO. (2016). *Women at Work: Trends 2016*. Geneva: International Labour Office.
- INCa. (2009). *Cancers et substances chimiques* (Fiches repère). Paris: Institut national du cancer.
- INCa. (2017). *Les cancers en France* (Collection Les Données). Paris: Institut national du cancer.
- Insee. (1999). *Nomenclature d'activités et de produits françaises (NAF)*. Paris: Institut national de la statistique et des études économiques.
- Insee. (2016). Population active, Tableaux de l'Économie Française, Edition 2016.
- Insee. (2018a). Catégorie socioprofessionnelle selon le sexe et l'âge en 2017.
- Insee. (2018b). Nomenclature d'activités française.
- Insee, 2016. (s. d.).
- James, B. C., Mitchell, J. M., Jeon, H. D., Vasilottos, N., Grogan, R. H., & Aschebrook-Kilfoy, B. (2018). An update in international trends in incidence rates of thyroid cancer, 1973-2007. *Cancer Causes & Control: CCC*, 29(4-5), 465-473.
- Jaunait, A., & Chauvin, S. (2012). Représenter l'intersection, Les théories de l'intersectionnalité à l'épreuve des sciences sociales. *Revue française de science politique*, 62(1), 5-20.
- Jauneau, Y. (2009). Les employés et ouvriers non qualifiés Un niveau de vie inférieur d'un quart à la moyenne des salariés. *Insee Première*.
- Jemal, A., Center, M. M., DeSantis, C., & Ward, E. M. (2010). Global patterns of cancer incidence and mortality rates and trends. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 19(8), 1893-1907.
- Jiang, H., & Eskridge, K. (2000). Bias in principal components analysis due to correlated observations. Présenté à Conference on Applied Statistics in Agriculture, Manhattan, Kansas: Kansas State University Libraries.
- Joffe, M. (1992). Validity of exposure data derived from a structured questionnaire. *American Journal of Epidemiology*, 135(5), 564-570.
- Johnson, P. A., Fitzgerald, T., Salganicoff, A., Wood, S. F., & Goldstein, J. M. (2014). *Sex-Specific Medical Research. Why Women's Health Can't Wait. A Report of the Mary Horrigan Connors Center for Women's Health & Gender Biology at Brigham and Women's Hospital*.
- Kane, P. (1999). *Women and occupational health*. World Health Organization.
- Kauppinen, T. P., Mutanen, P. O., & Seitsamo, J. T. (1992). Magnitude of misclassification bias when using a job-exposure matrix. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 18(2), 105-112. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1604>
- Kauppinen, T., Toikkanen, J., & Pukkala, E. (1998). From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems: A new job-exposure matrix. *American Journal of Industrial Medicine*, 33(4), 409-417.

- Kennedy, S., Le Moual, N., Choudat, D., & Kauffmann, F. (2000). Development of an asthma specific job exposure matrix and its application in the epidemiological study of genetics and environment in asthma (EGEA). *Occupational and Environmental Medicine*, 57(9), 635-641.
- Kennedy, S. M., & Koehoorn, M. (2003). Exposure assessment in epidemiology: does gender matter? *American Journal of Industrial Medicine*, 44(6), 576-583.
- Kergoat, D. (2004). Division sexuelle du travail et rapports sociaux de sexe. In H. Hirata, F. Laborie, H. L. Doaré, & D. Sénotier (Éd.), *Dictionnaire critique du féminisme* (2e éd. augm, p. 33-44). Paris: Presses Universitaires de France - PUF.
- Kergoat, D. (2005). Rapports sociaux et division du travail entre les sexes. In M. Maruani (Éd.), *Femmes, genre et sociétés. L'état des savoirs* (p. 94-101). Paris: La Découverte.
- Koo, D., & Thacker, S. B. (2010). In snow's footsteps: Commentary on shoe-leather and applied epidemiology. *American Journal of Epidemiology*, 172(6), 737-739.
- Kreuzer, M., Schnelzer, M., Tschense, A., Walsh, L., & Grosche, B. (2010). Cohort profile: the German uranium miners cohort study (WISMUT cohort), 1946-2003. *International Journal of Epidemiology*, 39(4), 980-987.
- Krieger, N. (2001). A glossary for social epidemiology. *Journal of epidemiology and community health*, 55(10), 693-700.
- Krieger, N. (2003). Genders, sexes, and health: what are the connections--and why does it matter? *International Journal of Epidemiology*, 32(4), 652-657. <https://doi.org/10.1093/ije/dyg156>
- Krieger, N. (2005). Embodiment: a conceptual glossary for epidemiology. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 59(5), 350-355.
- Krieger, N. (2010). Workers are people too: societal aspects of occupational health disparities--an ecosocial perspective. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(2), 104-115.
- Krieger, N. (2013). *Epidemiology and the People's Health: Theory and Context* (1 edition). Oxford: Oxford University Press.
- Krieger, N. (2017). Health Equity and the Fallacy of Treating Causes of Population Health as if They Sum to 100%. *American Journal of Public Health*, 107(4), 541-549.
- Krieger, N., Chen, J. T., Waterman, P. D., Hartman, C., Stoddard, A. M., Quinn, M. M., ... Barbeau, E. M. (2008). The inverse hazard law: Blood pressure, sexual harassment, racial discrimination, workplace abuse and occupational exposures in US low-income black, white and Latino workers. *Social Science & Medicine*, 67(12), 1970-1981.
- Krieger, N., & Fee, E. (1994). Social class: the missing link in U.S. health data. *International Journal of Health Services: Planning, Administration, Evaluation*, 24(1), 25-44.
- Krieger, N., Kaddour, A., Koenen, K., Kosheleva, A., Chen, J. T., Waterman, P. D., & Barbeau, E. M. (2011). Occupational, social, and relationship hazards and psychological distress among low-income workers: implications of the « inverse hazard law ». *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65(3), 260-272.
- Kuhn, T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions – 50th Anniversary Edition* (50th anniversary ed). Chicago ; London: University of Chicago Press.
- Kvålseth, T. O. (2010). Kappa Coefficient of Agreement. In M. Lovric (Éd.), *International Encyclopedia of Statistical Science* (2011 edition, p. 710-713). Berlin: Springer.
- La Vecchia, C., Malvezzi, M., Bosetti, C., Garavello, W., Bertuccio, P., Levi, F., & Negri, E. (2015). Thyroid cancer mortality and incidence: a global overview. *International Journal of Cancer*, 136(9), 2187-2195.
- Labrèche, F., Duguay, P., Boucher, A., & Arcand, R. (2013). *Estimation du nombre de cancers d'origine professionnelle au Québec* (Études et recherches No. R-789). Montréal: IRSST (Québec).

- Labrèche, F., Duguay, P., Ostiguy, C., Boucher, A., Roberge, B., & Baril, M. (2012). *Substances cancérigènes. Portrait de l'exposition des travailleurs québécois* (Études et recherches No. R-732) (p. 89). Montréal: IRSST (Québec).
- Labrèche, F., Lacourt, A., & Lavoué, J. (2014). *Expositions professionnelles à des contaminants chimiques et physiques. Analyse différenciée selon le sexe* (Studies and Research Projects No. R-842). Montréal: IRSST (Québec).
- Lacourt, A., Gramond, C., Rolland, P., Ducamp, S., Audignon, S., Astoul, P., ... Brochard, P. (2014). Occupational and non-occupational attributable risk of asbestos exposure for malignant pleural mesothelioma. *Thorax*, 69(6), 532-539.
- Lanna, F. (2013). Du travailleur au malade: retour sur la reconstitution du parcours professionnel de patients atteints de cancer en Seine-Saint-Denis. *La nouvelle revue du travail*, (2).
- Laufer, J. (2014). *L'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes*. Paris: La Découverte.
- Le Feuve, N. (2014). Quelques défis pour l'appréhension sociologique des souffrances au travail sous l'angle du genre. In R. Bercot (Éd.), *La santé au travail au prisme du genre: épistémologie, enquêtes et perspectives internationales* (Première édition, p. 105-125). Toulouse: Octares Editions.
- Le Moual, N., Bakke, P., Orłowski, E., Heederik, D., Kromhout, H., Kennedy, S. M., ... Kauffmann, F. (2000). Performance of population specific job exposure matrices (JEMs): European collaborative analyses on occupational risk factors for chronic obstructive pulmonary disease with job exposure matrices (ECOJEM). *Occupational and environmental medicine*, 57(2), 126-132.
- Lee, P. N. (2001). Relation between exposure to asbestos and smoking jointly and the risk of lung cancer. *Occupational and Environmental Medicine*, 58(3), 145-153.
- Leffondré, K., Abrahamowicz, M., Xiao, Y., & Siemiatycki, J. (2006). Modelling smoking history using a comprehensive smoking index: application to lung cancer. *Statistics in Medicine*, 25(24), 4132-4146.
- Lemerle, S. (2016). Trois formes contemporaines de biologisation du social. *Socio. La nouvelle revue des sciences sociales*, (6).
- Leux, C., Colonna, M., Guizard, A. V., Uhry, Z., Velten, M., Ganry, O., ... le réseau Francim. (2009). [Time trends in the geographic variation of thyroid cancer incidence by tumor size from 1983 to 2000 in France]. *Revue D'épidémiologie Et De Santé Publique*, 57(6), 403-410.
- Leux, C., & Guénel, P. (2010). Risk factors of thyroid tumors: role of environmental and occupational exposures to chemical pollutants. *Revue D'épidémiologie Et De Santé Publique*, 58(5), 359-367.
- Li, N., Du, X. L., Reitzel, L. R., Xu, L., & Sturgis, E. M. (2013). Impact of enhanced detection on the increase in thyroid cancer incidence in the United States: review of incidence trends by socioeconomic status within the surveillance, epidemiology, and end results registry, 1980-2008. *Thyroid: Official Journal of the American Thyroid Association*, 23(1), 103-110.
- Liddell, F. D. K., & Armstrong, B. G. (2002). The combination of effects on lung cancer of cigarette smoking and exposure in quebec chrysotile miners and millers. *The Annals of Occupational Hygiene*, 46(1), 5-13.
- Lindor, N. M., Lindor, C. J., & Greene, M. H. (2006). Hereditary Neoplastic Syndromes. In D. Schottenfeld & J. F. Fraumeni (Éd.), *Cancer Epidemiology and Prevention* (3 edition, p. 567). Oxford: Oxford University Press.
- Lope, V., Pérez-Gómez, B., Aragónés, N., López-Abente, G., Gustavsson, P., Plato, N., ... Pollán, M. (2009). Occupational exposure to chemicals and risk of thyroid cancer in Sweden. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82(2), 267-274.
- Lopez-Abente, G., Aragones, N., Ramis, R., Hernandez-Barrera, V., Perez-Gomez, B., Escolar-Pujolar, A., & Pollan, M. (2006). Municipal distribution of bladder cancer mortality in Spain: possible role of mining and industry. *BMC Public Health*, 6, 17.
- Löwy, I. (2013). Le genre du cancer. *Clio. Femmes, Genre, Histoire*, (37), 65-83.

- Luce, D., Fevotte, J., DST, & UMRESTTE. (2006). *Le programme Matgéné. Matrices emplois-expositions en population générale. Etat d'avancement-septembre 2005.*
- Luce, D., Gérin, M., Berrino, F., Pisani, P., & Leclerc, A. (1993). Sources of discrepancies between a job exposure matrix and a case by case expert assessment for occupational exposure to formaldehyde and wood-dust. *International journal of epidemiology*, 22(Supplement 2), S113–S120.
- Luce, D., Stücker, I., & ICARE Study Group. (2011). Investigation of occupational and environmental causes of respiratory cancers (ICARE): a multicenter, population-based case-control study in France. *BMC Public Health*, 11, 928.
- Malvezzi, M., Bertuccio, P., Rosso, T., Rota, M., Levi, F., La Vecchia, C., & Negri, E. (2015). European cancer mortality predictions for the year 2015: does lung cancer have the highest death rate in EU women? *Annals of Oncology: Official Journal of the European Society for Medical Oncology*, 26(4), 779-786.
- Mannetje, A. 't, & Kromhout, H. (2003). The use of occupation and industry classifications in general population studies. *International Journal of Epidemiology*, 32(3), 419-428.
- Marant Micallef, C., Shield, K. D., Baldi, I., Charbotel, B., Fervers, B., Gilg Soit Ilg, A., ... Soerjomataram, I. (2018). Occupational exposures and cancer: a review of agents and relative risk estimates. *Occupational and Environmental Medicine*.
- Marchand, A. (2016). Quand les cancers du travail échappent à la reconnaissance. Les facteurs du non-recours au droit. *Sociétés contemporaines*, 102(2), 103-128.
- Marchand, O. (2010). 50 ans de mutations de l'emploi. *Insee Première*, (1312).
- Marmot, M., & Brunner, E. (2005). Cohort Profile: The Whitehall II study. *International Journal of Epidemiology*, 34(2), 251-256.
- Marmot, M. (2005). *The Status Syndrome: How Social Standing Affects Our Health And Longevity* (Reprint). New York, NY: St. Martin's Press.
- Marrett, L. D., Froom, J., Nishri, D., Ugnat, A.-M., & Cancer in Young Adults in Canada (CYAC) Working Group. (2002). Cancer incidence in young adults in Canada: preliminary results of a cancer surveillance project. *Chronic Diseases in Canada*, 23(2), 58-64.
- Marry, C., Bereni, L., Jacquemart, A., Pochic, S., & Revillard, A. (2017). *Le plafond de verre et l'État - La construction des inégalités de genre dans la fonction publique*. Malakoff: Armand Colin.
- Maruani, M. (2013). *Travail et genre dans le monde, l'état des savoirs*. Paris: La Découverte.
- Maruani, M., & Meron, M. (2013). Mouvements de l'activité des femmes dans le temps et l'espace. In *Travail et genre dans le monde* (p. 237-257). Paris: La Découverte.
- Mattei, F. (2015). *Role of Occupational Exposure to Organic Solvents in Lung Cancer Risk: a Multidimensional Analysis in the ICARE Study* (Santé Publique - Epidémiologie). Université Paris-Saclay.
- Mattei, F., Guida, F., Matrat, M., Cenée, S., Cyr, D., Sanchez, M., ... Stücker, I. (2014). Exposure to chlorinated solvents and lung cancer: results of the ICARE study. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(10), 681-689.
- Mattei, F., Liverani, S., Guida, F., Matrat, M., Cenée, S., Azizi, L., ... ICARE Study Group. (2016). Multidimensional analysis of the effect of occupational exposure to organic solvents on lung cancer risk: the ICARE study. *Occupational and Environmental Medicine*, 73(6), 368-377.
- McCulloch, J. (2006). Saving the asbestos industry, 1960 to 2006. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, 121(5), 609-614.
- Menvielle, G., Leclerc, A., Chastang, J.-F., & Luce, D. (2006). Social inequalities in breast cancer mortality among French women: disappearing educational disparities from 1968 to 1996. *British Journal of Cancer*, 94(1), 152-155.

- Menvielle, G., Luce, D., Févotte, J., Bugel, I., Salomon, C., Goldberg, P., ... Goldberg, M. (2003). Occupational exposures and lung cancer in New Caledonia. *Occupational and Environmental Medicine*, *60*(8), 584-589.
- Menvielle, G., Rey, G., Jougl, E., & Luce, D. (2013). Diverging trends in educational inequalities in cancer mortality between men and women in the 2000s in France. *BMC Public Health*, *13*, 823.
- Mergler, D. (2012). Neurotoxic exposures and effects: gender and sex matter! Hänninen Lecture 2011. *Neurotoxicology*, *33*(4), 644-651.
- Merletti, F., Galassi, C., & Spadea, T. (2011). The socioeconomic determinants of cancer. *Environmental Health*, *10*(Suppl 1), S7.
- Meron, M., & Maruani, M. (2012). *Un siècle de travail des femmes en France*. Paris: La Découverte.
- Messing, K. (1999). One-eyed science: scientists, workplace reproductive hazards, and the right to work. *International Journal of Health Services: Planning, Administration, Evaluation*, *29*(1), 147-165.
- Messing, K. (1998). *One-Eyed Science: Occupational Health and Women Workers*. Philadelphia: Temple University Press, U.S.
- Messing, K. (2016). *Les souffrances invisibles - Pour une science du travail à l'écoute des gens*. Ecosociété.
- Messing, K., Dumais, L., & Romito, P. (1993). Prostitutes and chimney sweeps both have problems: towards full integration of both sexes in the study of occupational health. *Social Science & Medicine* (1982), *36*(1), 47-55.
- Messing, K., & Mergler, D. (2006). Introduction: women's occupational and environmental health. *Environmental Research*, *101*(2), 147-148.
- Messing, K., Punnett, L., Bond, M., Alexanderson, K., Pyle, J., Zahm, S., ... de Grosbois, S. (2003). Be the fairest of them all: Challenges and recommendations for the treatment of gender in occupational health research. *American Journal of Industrial Medicine*, *43*(6), 618-629.
- Messing, K., & Silverstein, B. A. (2009). Gender and occupational health. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, *35*(2), 81-83.
- Messing, K., & Stellman, J. M. (2006). Sex, gender and women's occupational health: the importance of considering mechanism. *Environmental Research*, *101*(2), 149-162.
- Molinié, A.-F., Volkoff, S., & Blum-Girardeau, C. (1980). Les conditions de travail des ouvriers... et des ouvrières. *Economie et Statistique*, *118*(1), 25-39.
- Money, A., Robinson, C., Agius, R., & de Vocht, F. (2016). Wishful Thinking? Inside the Black Box of Exposure Assessment. *The Annals of Occupational Hygiene*, *60*(4), 421-431.
- Moore, K. (2017). *The Radium Girls: The Dark Story of America's Shining Women* (1 edition). Naperville, Illinois: Sourcebooks.
- Morris, J. N. (1955). Uses of epidemiology. *British medical journal*, *2*(4936), 395.
- Morris, L. G. T., Sikora, A. G., Tosteson, T. D., & Davies, L. (2013). The increasing incidence of thyroid cancer: the influence of access to care. *Thyroid: Official Journal of the American Thyroid Association*, *23*(7), 885-891.
- Moye, W. T. (1986). BLS and Alice Hamilton: pioneers in industrial health. *Monthly Labor Review*.
- Mukherjee, S. (2011). *The Emperor of All Maladies: A Biography of Cancer*. London: Fourth Estate Ltd.
- Musk, A. W., de Klerk, N. H., Eccles, J. L., & Hobbs, M. S. T. (1993). Mesothelioma: the Wittenoom experience. *Lung Cancer*, *9*(1), 405-408.

- Nam, J., Rice, C., & Gail, M. H. (2005). Comparison of asbestos exposure assessments by next-of-kin respondents, by an occupational hygienist, and by a job-exposure matrix from the National Occupational Hazard Survey. *American Journal of Industrial Medicine*, 47(5), 443-450.
- Nations Unies. (2009). *Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI)*. New York: Nations Unies.
- NCI. (2018a). Light Work (Code C95545).
- NCI. (2018b). SEER Cancer Statistics Review 1975-2015: Table 4.17 Cancer of the Female Breast (Invasive).
- Nichols, F. H. (2000). History of the Women's Health Movement in the 20th century. *Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing: JOGNN*, 29(1), 56-64.
- Niedhammer, I., Saurel-Cubizolles, M.-J., Piciotti, M., & Bonenfant, S. (2000). How is sex considered in recent epidemiological publications on occupational risks? *Occupational and environmental medicine*, 57(8), 521-527.
- Nieuwenhuijsen, M. J. (2005). Design of exposure questionnaires for epidemiological studies. *Occupational and Environmental Medicine*, 62(4), 272-280.
- OECD. (2017). Part-time employment rate (indicator).
- Offermans, N. S. M., Vermeulen, R., Burdorf, A., Peters, S., Goldbohm, R. A., Koeman, T., ... van den Brandt, P. A. (2012). Comparison of expert and job-exposure matrix-based retrospective exposure assessment of occupational carcinogens in the Netherlands Cohort Study. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(10), 745-751.
- O'Grady, T. J., Gates, M. A., & Boscoe, F. P. (2015). Thyroid cancer incidence attributable to overdiagnosis in the United States 1981-2011. *International Journal of Cancer*, 137(11), 2664-2673.
- OMS. (2018a). Cancer, Aide-mémoire N°297.
- OMS. (2018b). Déterminants sociaux de la santé.
- Ostiguy, C., Morin, S., Bensimon, G., & Baril, M. (2011). *Résultats des analyses de substances chimiques produites à l'IRSST pour la période 2001-2008* (Études et recherches No. R-712) (p. 92). Montréal: IRSST (Québec).
- Pailhé, A. (2013). 34. Travail, genre et migrations internationales. In *Travail et genre dans le monde* (p. 357-369). Paris: La Découverte.
- Paiva, M. (2016). *De l'invisibilité des cancers d'origine professionnelle à l'invisibilisation des risques cancérigènes dans le travail des femmes. Une analyse à partir de l'enquête permanente du GISCOP93*. Université Paris 8 Vincennes Saint-Denis.
- Papadopoulos, A. (2012). *Facteurs de risque de cancer du poumon chez la femme*. Université Paris Sud - Paris XI.
- Parascandola, M., & Weed, D. L. (2001). Causation in epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55(12), 905-912.
- Paris, C., & Stücker, I. (2016). Multi-expositions et risque de cancer : approche épidémiologique. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 77(3), 494-495.
- Pearce, N. (1993). What does the odds ratio estimate in a case-control study? *International Journal of Epidemiology*, 22(6), 1189-1192.
- Pearce, N. (1996). Traditional epidemiology, modern epidemiology, and public health. *American journal of public health*, 86(5), 678-683.
- Pearce, N., Blair, A., Vineis, P., Ahrens, W., Andersen, A., Anto, J. M., ... Zahm, S. H. (2015). IARC Monographs: 40 Years of Evaluating Carcinogenic Hazards to Humans. *Environmental Health Perspectives*, 123(6), 507-514.

- Petticrew, M., & Roberts, H. (2003). Evidence, hierarchies, and typologies: horses for courses. *Journal of epidemiology and community health, 57*(7), 527–529.
- Pira, E., Pelucchi, C., Piolatto, P. G., Negri, E., Discalzi, G., & La Vecchia, C. (2007). First and subsequent asbestos exposures in relation to mesothelioma and lung cancer mortality. *British Journal of Cancer, 97*(9), 1300-1304.
- Pochic, S., & Guillaume, C. (2013). Syndicalisme et représentation des femmes au travail. In M. Maruani (Éd.), *Travail et genre dans le monde, l'état des savoirs* (p. 379-387). Paris: La Découverte.
- Pocock, S. J., Assmann, S. E., Enos, L. E., & Kasten, L. E. (2002). Subgroup analysis, covariate adjustment and baseline comparisons in clinical trial reporting: current practice and problems. *Statistics in Medicine, 21*(19), 2917-2930.
- Poole, C. (2015). A history of the population attributable fraction and related measures. *Annals of Epidemiology, 25*(3), 147-154.
- Proctor, R. N. (1995). *The Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know And Don't Know About Cancer* (First Edition edition). New York, NY: Basic Books.
- Proctor, R. N. (1996). *Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know And Don't Know About Cancer*. New York: Basic Books.
- Purdue, M. P., Freeman, L. E. B., Anderson, W. F., & Tucker, M. A. (2008). Recent trends in incidence of cutaneous melanoma among US Caucasian young adults. *The Journal of Investigative Dermatology, 128*(12), 2905-2908.
- Purdue, M. P., Hutchings, S. J., Rushton, L., & Silverman, D. T. (2015). The proportion of cancer attributable to occupational exposures. *Annals of Epidemiology, 25*(3), 188-192.
- Rage, E., Caër-Lorho, S., Drubay, D., Ancelet, S., Laroche, P., & Laurier, D. (2015). Mortality analyses in the updated French cohort of uranium miners (1946-2007). *International Archives of Occupational and Environmental Health, 88*(6), 717-730.
- Reed, J. V., & Harcourt, A. K. (1941). *The Essentials of Occupational Diseases*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas.
- Reid, A., Heyworth, J., de Klerk, N. H., & Musk, B. (2007). Cancer incidence among women and girls environmentally and occupationally exposed to blue asbestos at Wittenoom, Western Australia. *International Journal of Cancer, 122*(10), 2337-2344.
- Reynaud, J.-D. (1967). Guilbert M., Les fonctions des femmes dans l'industrie. *Revue française de sociologie, 8*(-2), 249-250.
- Richiardi, L., Barone-Adesi, F., Merletti, F., & Pearce, N. (2008). Using directed acyclic graphs to consider adjustment for socioeconomic status in occupational cancer studies. *Journal of Epidemiology and Community Health, 62*(7), e14.
- Ritz, S. A., Antle, D. M., Cote, J., Deroy, K., Fraleigh, N., Messing, K., ... Mergler, D. (2014). First steps for integrating sex and gender considerations into basic experimental biomedical research. *The FASEB Journal, 28*(1), 4-13.
- Rose, G. (1985). Sick Individuals and Sick Populations. *International Journal of Epidemiology, 14*(1), 32-38.
- Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2008). *Modern epidemiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Roux, B. le, & Rouanet, H. (2009). *Multiple Correspondence Analysis*. Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications Inc.
- Rui, S. (2010). Réflexivité. In S. Paugam (Éd.), *Les 100 mots de la sociologie* (p. 21-22). Paris: Presses Universitaires de France - PUF.
- Ruiz, M. T., & Verbrugge, L. M. (1997). A two way view of gender bias in medicine. *Journal of epidemiology and community health, 51*(2), 106.
- Ruiz-Cantero, M. T., Vives-Cases, C., Artazcoz, L., Delgado, A., Garcia Calvente, M. d. M., Miqueo, C., ... Valls, C. (2007). A framework to analyse gender bias in epidemiological research. *Journal of Epidemiology & Community Health, 61*(Supplement 2), ii46-ii53.

- Rybicki, B. A., Johnson, C. C., Peterson, E. L., Kortsha, G. X., & Gorell, J. M. (1997). Comparability of different methods of retrospective exposure assessment of metals in manufacturing industries. *American Journal of Industrial Medicine*, *31*(1), 36-43.
- Rybicki, B. A., Peterson, E. L., Johnson, C. C., Kortsha, G. X., Cleary, W. M., & Gorell, J. M. (1998). Intra- and inter-rater agreement in the assessment of occupational exposure to metals. *International Journal of Epidemiology*, *27*(2), 269-273.
- Saracci, R., & Wild, C. (2015). *International Agency for Research on Cancer: the first 50 years, 1965-2015*.
- Sass, R. (1999). The unwritten story of women's role in the birth of occupational health and safety legislation. *International Journal of Health Services: Planning, Administration, Evaluation*, *29*(1), 109-145.
- Sathiakumar, N., Brill, I., & Delzell, E. (2009). 1,3-Butadiene, Styrene and Lung Cancer Among Synthetic Rubber Industry Workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, *51*(11), 1326-1332.
- Sauvel-Cubizolles, M.-J., Chastang, J.-F., Menvielle, G., Leclerc, A., Luce, D., & EDISC group. (2009). Social inequalities in mortality by cause among men and women in France. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *63*(3), 197-202.
- Sauvé, J.-F., Lavoué, J., & Parent, M.-É. (2016). Occupation, industry, and the risk of prostate cancer: a case-control study in Montréal, Canada. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, *15*(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0185-1>
- Schiebinger, L. (2001). *Has Feminism Changed Science?* Cambridge, Mass.; London: Harvard University Press.
- Schiebinger, L. (2003). Women's health and clinical trials. *Journal of Clinical Investigation*, *112*(7), 973-977.
- Schottenfeld, D., & Fraumeni, J. F. (Éd.). (2006). *Cancer epidemiology and prevention* (3rd ed). Oxford ; New York: Oxford University Press.
- Schur, E. M. (1984). *Labeling Women Deviant Gender Stigma, and Social Control* (1st Edition-4th Printing edition). Philadelphia; New York: McGraw-Hill Companies.
- Schwab, M. (Éd.). (2017). *Encyclopedia of Cancer* (4th ed. 2017 edition). New York, NY: Springer.
- Schweitzer, S. (2002). *Les femmes ont toujours travaillé : Une histoire du travail des femmes aux XIXe et XXe siècles*. Paris: Odile Jacob.
- Scott, N. A., & Siltanen, J. (2017). Intersectionality and quantitative methods: assessing regression from a feminist perspective. *International Journal of Social Research Methodology*, *20*(4), 373-385.
- Sen, G., Iyer, A., & Mukherjee, C. (2009). A Methodology to Analyse the Intersections of Social Inequalities in Health. *Journal of Human Development and Capabilities*, *10*(3), 397-415.
- Sicherman, B. (2003). *Alice Hamilton: A life in letters* (1 edition). Urbana: University of Illinois Press.
- Siemiatycki, J., Dewar, R., & Richardson, L. (1989). Costs and statistical power associated with five methods of collecting occupational exposure information for population-based case-control studies. *American Journal of Epidemiology*, *130*(6), 1236-1246.
- Siemiatycki, J., Fritschi, L., Nadon, L., & Gérin, M. (1997). Reliability of an expert rating procedure for retrospective assessment of occupational exposures in community-based case-control studies. *American Journal of Industrial Medicine*, *31*(3), 280-286.
- Siemiatycki, J., Richardson, L., Straif, K., Latreille, B., Lakhani, R., Campbell, S., ... Boffetta, P. (2004). Listing Occupational Carcinogens. *Environmental Health Perspectives*, *112*(15), 1447-1459.
- Sluis-Cremer, G. K., Liddell, F. D., Logan, W. P., & Bezuidenhout, B. N. (1992). The mortality of amphibole miners in South Africa, 1946-80. *British Journal of Industrial Medicine*, *49*(8), 566-575.

- Spitz, M. R., Wu, X., Wilkinson, A., & Wei, Q. (2006). 33. Cancer of the Lung. In D. Schottenfeld & J. F. Fraumeni (Éd.), *Cancer epidemiology and prevention* (3rd ed, p. 638-658). Oxford ; New York: Oxford University Press.
- Sprague, B. L., Warren Andersen, S., & Trentham-Dietz, A. (2008). Thyroid cancer incidence and socioeconomic indicators of health care access. *Cancer Causes & Control: CCC*, 19(6), 585-593.
- Sritharan, J., Demers, P. A., Harris, S. A., Cole, D. C., Peters, C. E., Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group, & Villeneuve, P. J. (2017). Occupation and risk of prostate cancer in Canadian men: A case-control study across eight Canadian provinces. *Cancer Epidemiology*, 48, 96-103.
- SSA, O. (2017). Physical exertion requirements.
- StataCorp. (2015). *Stata Statistical Software: Release 14*. College Station, TX: StataCorp LP. TX.
- Stayner, L. T. (2016). Para-occupational exposures to asbestos: lessons learned from Casale Monferrato, Italy. *Occup Environ Med*, 73(3), 145-146.
- Stayner, L. T., Collins, J. J., Guo, Y. L., Heederik, D., Kogevinas, M., Steenland, K., ... Demers, P. A. (2017). Challenges and Opportunities for Occupational Epidemiology in the Twenty-first Century. *Current Environmental Health Reports*, 4(3), 319-324.
- Stebbing, J. H., Lucas, H. F., & Stehney, A. F. (1984). Mortality from cancers of major sites in female radium dial workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 5(6), 435-459.
- Steenland, K., & Thun, M. (1986). Interaction between tobacco smoking and occupational exposures in the causation of lung cancer. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 28(2), 110-118.
- Stellman, J. M. (1978). *Women's work, Womens' health: Myths and realities*. New York: Pantheon Books.
- Stellman, J. M. (1994). Where women work and the hazards they may face on the job. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 36(8), 814-825.
- Stellman, J. M. (1999). Women workers: the social construction of a special population. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, 14(3), 559-580.
- Stevens, R. G., Hansen, J., Costa, G., Haus, E., Kauppinen, T., Aronson, K. J., ... Straif, K. (2011). Considerations of circadian impact for defining « shift work » in cancer studies: IARC Working Group Report. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(2), 154-162.
- Stewart, B., & Wild, C. (2014). *World Cancer Report 2014* (World Cancer Reports). Lyon: International Agency for Research on Cancer.
- Strach, P. (2016). *Hiding Politics in Plain Sight: Cause Marketing, Corporate Influence, and Breast Cancer Policymaking* (1 edition). New York: Oxford University Press.
- Strand, B. H., Kunst, A., Huisman, M., Menvielle, G., Glickman, M., Bopp, M., ... EU Working Group on Socioeconomic Inequalities in Health. (2007). The reversed social gradient: higher breast cancer mortality in the higher educated compared to lower educated. A comparison of 11 European populations during the 1990s. *European Journal of Cancer (Oxford, England: 1990)*, 43(7), 1200-1207.
- Strand, T.-E., Malayeri, C., Eskonsipo, P. K. J., Grimsrud, T. K., Norstein, J., & Grotmol, T. (2004). Adolescent smoking and trends in lung cancer incidence among young adults in Norway 1954-1998. *Cancer Causes & Control: CCC*, 15(1), 27-33.
- Stücker, I., Bouyer, J., Mandereau, L., & Hemon, D. (1993). Retrospective evaluation of the exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: comparative assessments with a job exposure matrix and by experts in industrial hygiene. *International journal of epidemiology*, 22(Supplement 2), S106-S112.
- Susser, M., & Stein, Z. (2009). *Eras in epidemiology: the evolution of ideas*. Oxford ; New York: Oxford University Press.

- Susser, M., & Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms. *American Journal of Public Health, 86*(5), 668–673.
- Tagnon, I., Blot, W. J., Stroube, R. B., Day, N. E., Morris, L. E., Peace, B. B., & Fraumeni, J. F. (1980). Mesothelioma associated with the shipbuilding industry in coastal Virginia. *Cancer Research, 40*(11), 3875-3879.
- Tarone, R. E., Chu, K. C., & Gaudette, L. A. (1997). Birth cohort and calendar period trends in breast cancer mortality in the United States and Canada. *Journal of the National Cancer Institute, 89*(3), 251-256.
- Teschke, K. (2003). Exposure surrogates: job-exposure matrices, self-reports, and expert evaluations. In Mark J. Nieuwenhuijsen (Éd.), *Exposure Assessment in Occupational and Environmental Epidemiology* (p. 119-129). Oxford ; New York: OUP Oxford.
- Teschke, K., Olshan, A. F., Daniels, J. L., De Roos, A. J., Parks, C. G., Schulz, M., & Vaughan, T. L. (2002a). Occupational exposure assessment in case-control studies: opportunities for improvement. *Occupational and environmental medicine, 59*(9), 575–594.
- Teschke, K., Olshan, A. F., Daniels, J. L., De Roos, A. J., Parks, C. G., Schulz, M., & Vaughan, T. L. (2002b). Occupational exposure assessment in case-control studies: opportunities for improvement. *Occupational and Environmental Medicine, 59*(9), 575-593; discussion 594.
- Thébaud, F. (2013). Le féminisme et la question du travail, hier et aujourd'hui. In *Travail et genre dans le monde* (p. 24-32). Paris: La Découverte.
- Thébaud-Mony, A. (2006). Histoires professionnelles et cancer. *Actes de la recherche en sciences sociales, 163*(3), 18.
- Thébaud-Mony, A. (2008a). Construire la visibilité des cancers professionnels. *Revue française des affaires sociales, (2)*, 237–254.
- Thébaud-Mony, A. (2008b). *Travailler peut nuire gravement à votre santé*. La Découverte.
- Thébaud-Mony, A. (2014). *La science asservie*. La Découverte.
- Thébaud-Mony, A., Davezies, P., Vogel, L., & Volkoff, S. (2015). *Les risques du travail*. Paris: La Découverte.
- Thébaud-Mony, A., & Volkoff, S. (2005). La santé et les conditions de travail des femmes. In *Femmes, genre et sociétés* (p. 289-296). Paris: La Découverte.
- Thomas, D. C., & Whittemore, A. S. (1988). Methods for testing interactions, with applications to occupational exposures, smoking, and lung cancer. *American Journal of Industrial Medicine, 13*(1), 131-147.
- Thomson, A. K., Heyworth, J. S., Girschik, J., Slevin, T., Saunders, C., & Fritschi, L. (2014). Beliefs and perceptions about the causes of breast cancer: a case-control study. *BMC Research Notes, 7*, 558.
- Tieves, D. (2011). *Women and occupational diseases in the European Union*. Brussels: ETUI.
- Tomasetti, C., & Vogelstein, B. (2015). Cancer etiology. Variation in cancer risk among tissues can be explained by the number of stem cell divisions. *Science (New York, N.Y.), 347*(6217), 78-81.
- Trewin, C. B., Strand, B. H., Weedon-Fekjær, H., & Ursin, G. (2017). Changing patterns of breast cancer incidence and mortality by education level over four decades in Norway, 1971-2009. *European Journal of Public Health, 27*(1), 160-166.
- U.S. Dpt Labor. (2014). Women's Bureau (WB) Traditional and nontraditional occupations.
- VanderWeele, T. J. (2015). *Explanation in causal inference: methods for mediation and interaction*. New York: Oxford University Press.
- Veiga, L. H. S., Amaral, E. C. S., Colin, D., & Koifman, S. (2006). A retrospective mortality study of workers exposed to radon in a Brazilian underground coal mine. *Radiation and Environmental Biophysics, 45*(2), 125-134.

- Vinck, L., & Memmi, S. (2015). *Les expositions aux risques professionnels Les produits chimiques. Enquête Sumer 2010* (Synthèse.Stat' No. 13). Dares.
- Wagner, J. C., Sleggs, C. A., & Marchand, P. (1960). Diffuse Pleural Mesothelioma and Asbestos Exposure in the North Western Cape Province. *Occupational and Environmental Medicine, 17*(4), 260-271.
- Wakelee, H. A., Chang, E. T., Gomez, S. L., Keegan, T. H., Feskanich, D., Clarke, C. A., ... West, D. W. (2007). Lung Cancer Incidence in Never Smokers. *Journal of Clinical Oncology, 25*(5), 472-478.
- Wärneryd, B., Thorslund, M., & östlin, P. (1991). The quality of retrospective questions about occupational history — a comparison between survey and census data. *Scandinavian Journal of Social Medicine, 19*(1), 7-13.
- Wegman, D. H. (2014). Challenges for occupational epidemiology in the 21st century: observations and opportunities. *Occupational and Environmental Medicine, 71*(11), 739-741.
- Westberg, H. (1998). Different worlds: where are women in today's workplace? In A. Kilbom, K. Messing, & C. Thorbjörnsson (Éd.), *Women's Health at Work*. 27-57.
- Williams, D. R., Kontos, E. Z., Viswanath, K., Haas, J. S., Lathan, C. S., MacConaill, L. E., ... Ayanian, J. Z. (2012). Integrating multiple social statuses in health disparities research: the case of lung cancer. *Health Services Research, 47*(3 Pt 2), 1255-1277.
- Wu, X., Groves, F. D., McLaughlin, C. C., Jemal, A., Martin, J., & Chen, V. W. (2005). Cancer incidence patterns among adolescents and young adults in the United States. *Cancer Causes & Control: CCC, 16*(3), 309-320.
- Yiin, J. H., Silver, S. R., Daniels, R. D., Zaebst, D. D., Seel, E. A., & Kubale, T. L. (2007). A nested case-control study of lung cancer risk and ionizing radiation exposure at the Portsmouth Naval Shipyard. *Radiation research, 168*(3), 341-348.
- Zahm, S. H., Pottern, L. M., Lewis, D. R., Ward, M. H., & White, D. W. (1994). Inclusion of women and minorities in occupational cancer epidemiologic research. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association, 36*(8), 842-847.
- Zahm, S. H., & Blair, A. (2003). Occupational cancer among women: where have we been and where are we going? *American Journal of Industrial Medicine, 44*(6), 565-575.

ANNEXES

ANNEXES : MANUSCRIT

Annexes : Chapitre 1

Tableau 0-1

Population en emploi selon le sexe et le secteur d'activité en 2014 (en %)

	Total	Femmes	Hommes
Agriculture, sylviculture et pêche	2.8	1.6	3.8
Industrie	13.9	8.3	19.1
Ind. extractives, énergie, eau, gestion des déchets et dépollution	1.6	0.7	2.4
Fabr. de denrées alim., de boissons et de prod. à base de tabac	2.3	2.0	2.6
Cokéfaction et raffinage	0.0	0.0	0.1
Fabr. d'équip. élec., électroniques, inform. ; fabr. de machines	1.8	1.0	2.6
Fabrication de matériels de transport	1.6	0.6	2.5
Fabrication d'autres produits industriels	6.5	3.9	9.0
Construction	6.6	1.5	11.4
Tertiaire	75.7	87.7	64.5
Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles	12.9	12.5	13.2
Transports et entreposage	5.5	3.0	7.8
Hébergement et restauration	3.5	3.6	3.5
Information et communication	2.8	1.9	3.6
Activités financières et d'assurance	3.3	4.0	2.7
Activités immobilières	1.6	1.8	1.5
Activités scientifiques et techniques ; services adm. et de soutien	9.5	8.8	10.1
Adm. publique, enseignement, santé humaine et action sociale	31.0	44.3	18.7
Autres activités de services	5.6	7.9	3.5
Activité indéterminée	1.0	0.9	1.1
Total	100.0	100.0	100.0
Effectif (en milliers)	25 802.2	12 423.8	13 378.4

Abréviations : ind. : industrie ; fabr. : fabrique ; prod. : production ; équip. : équipement ; élec. : électricité ; inform. : informatique ; adm. : Administration

Lecture : En moyenne en 2014, 1.6 % des femmes ayant un emploi travaille dans le secteur de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche.

Champ : France métropolitaine, personnes des ménages, personnes en emploi de 15 ans ou plus.

Source : Insee, enquêtes Emploi.

Annexes : Chapitre 2

Tableau 0-2

Lignes directrices utilisées par le Programme des monographies du CIRC pour évaluer la cancérogénicité humaine basée sur la synthèse d'épidémiologie, d'animal et d'autres preuve^a

Combinaisons correspondant à ce groupe				
Groupe	Description du groupe	Preuves épidémiologiques	Preuves animales	Autres preuves
1	<i>(L'agent, le mélange ou la circonstance d'exposition est...)</i> Cancérogène pour les humains	Suffisante	Indifférente	Indifférente
		Moins que suffisante	Suffisante	Fortement positive
2A	(-) Probablement cancérogène pour les humains	Limitée	Suffisante	Moins que Fortement positive
		Inadéquate ou indisponible	Suffisante	Fortement positive
2B	(-) Peut-être cancérogène pour les humains	Limitée	Moins que suffisante	Indifférente
		Inadéquate ou indisponible	Suffisante	Moins que Fortement positive
		Inadéquate ou indisponible	Limitée	Fortement positive
3	(-) N'est pas classé quant à sa cancérogénicité pour les humains	Inadéquate ou indisponible	Limitée	Moins que Fortement positive
			Non classée autre part	
4	(-) ne sont probablement pas cancérogènes pour les humains	Suggère une non cancérogénicité	Suggère une non cancérogénicité	Indifférente
		Inadéquate ou indisponible	Suggère une non cancérogénicité	Fortement négative

Source : Extrait de Siemiatycki *et al*, 2004

a. Ce tableau fournit interprétation des lignes directrices du Programme des monographies du CIRC afin de dériver l'évaluation globale à partir des preuves combinées épidémiologiques, animales et autres. Cependant, les groupes de travail du CIRC peuvent, dans des circonstances exceptionnelles, s'écarter de ces lignes directrices pour en tirer une évaluation globale. Par exemple, l'évaluation globale peut être déclassée si les preuves chez l'homme sont insuffisantes et si le mécanisme décrit chez l'animal n'est pas pertinent pour l'homme.

Tableau 0-3

Catégories de substances CMR et définition de ces catégories au sens de la réglementation européenne CLP

Classe de dangerosité		
Cancérogènes	Catégorie 1A	Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est avéré.
	Catégorie 1B	Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est supposé
	Catégorie 2	Substances suspectées d'être cancérigènes pour l'homme.
Mutagènes	Catégorie 1A	Substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée.
	Catégorie 1B	Substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est supposée.
	Catégorie 2	Substances préoccupantes du fait qu'elles pourraient induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.
Toxique pour la reproduction	Catégorie 1A	Substances dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée.
	Catégorie 1B	Substances présumées toxiques pour la reproduction humaine.
	Catégorie 2	Substances suspectées d'être toxiques pour la reproduction humaine.

Source : Anses (2016)

Tableau 0-4

Tableau N°30 bis (Régime général) : Cancer broncho-pulmonaire provoqué par l'inhalation de poussières d'amiante

Créé par le décret n° 96-445 du 22-5-96 et modifié par le décret n°2000-343 du 14-4-2000

Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste <u>limitative</u> des travaux susceptibles de provoquer cette maladie
Cancer broncho-pulmonaire primitif.	40 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 10 ans)	Travaux directement associés à la production des matériaux contenant de l'amiante. Travaux nécessitant l'utilisation d'amiante en vrac. Travaux d'isolation utilisant des matériaux contenant de l'amiante. Travaux de retrait d'amiante. Travaux de pose et de dépose de matériaux isolants à base d'amiante. Travaux de construction et de réparation navale. Travaux d'usinage, de découpe et de ponçage de matériaux contenant de l'amiante. Fabrication de matériels de friction contenant de l'amiante. Travaux d'entretien ou de maintenance effectués sur des équipements contenant des matériaux à base d'amiante.

Source : Extrait de Delépine et al. (2016, p. 242)

Tableau 0-5

Agents ayant été classés par le CIRC comme cancérogènes avérés pour l'humain (groupe 1) et présents en milieu professionnel.

Agents	Profession ou industrie dans laquelle se retrouve la substance ^a	Site(s)
Agents physiques		
Les rayonnements ionisants et leurs sources, notamment les rayons X, les rayons γ , les neutrons et le gaz radon	Radiologues ; techniciens ; Travailleurs nucléaires ; Peintres de radium ; Mineurs souterrains ; Travailleurs du plutonium ; Nettoyage des travailleurs à la suite d'accidents nucléaires ; Équipage d'avion	Os ^d Leucémie ^d Poumon ^d Foie ^d Thyroïde ^d Autres ^d
Radiations solaires	Travail en extérieur	Mélanome, peau ^d
Poussières respirables et fibres		
Amiante	Mines et fraisage ; Fabrication de sous-produits ; isolant ; Travailleurs des chantiers navals ; Travailleurs des tôles ; Amiante, industrie du ciment	Poumon ^d Mésotéliome ^d , Larynx ^e Tube GI ^e
Erionite	Traitement des déchets ; eaux usées ; Déchets agricoles ; Pollution de l'air, systèmes de contrôle ; Agrégats de ciment ; matériaux de construction,	Mésotéliome ^d
Silice, cristalline	Industries du granit et de la pierre ; Céramique, verre et industries connexes ; Fonderies et industries métallurgiques ; Abrasifs ; construction ; agriculture	Poumon ^d
Talc contenant des fibres asbestiformes	Fabrication de poterie, de papier, de peinture et de produits cosmétiques	Poumon ^d Mésotéliome ^d
Poussières de bois	Travailleurs forestiers et scieries ; Industrie de la pâte à papier et du papier et du carton ; Les métiers du bois (par exemple, les industries du meuble, l'ébénisterie, la menuiserie et la construction) ; Utilisé comme remplisseur dans la production de plastique et de linoléum	Cavités nasales, et sinus paranasaux ^d
Métaux et composés métalliques		
Composés d'arsenic et d'arsenic	Fusion de métaux non ferreux ; La production, l'emballage et l'utilisation de pesticides contenant de l'arsenic ; Fabrication de trempette de mouton ; Production de fibres de laine ; Extraction de minerais contenant de l'arsenic	Peau ^d Poumon ^d Foie (angiosarcoma) ^e
Beryllium	Extraction et traitement du béryllium ; Aéronautique et aérospatiale ; Les industries électroniques et nucléaires ; Joailliers	Poumon ^d
Cadmium et composés de cadmium	Travailleurs de la fonderie de cadmium ; Travailleurs de la production de batterie ; Composés des ouvriers en alliage de cadmium-cuivre ; Production de colorants et pigments ; Processus de galvanoplastie	Poumon ^d
Chrome hexavalent et composés	Usines de production de chromate ; Colorants et pigments ; Plaquage hexavalent et gravure ; Production de fer-alliage de chrome ; Soudure en acier inoxydable ; Dans les conservateurs de bois ; Bronzage du cuir ; traitement de l'eau ; Encres ; la photographie ; lithographie ; Perçages de boues ; Parfums synthétiques ; pyrotechnie ; résistance à la corrosion	Poumon ^d Sinus nasal ^e
Composés de nickel spécifiques y compris les combinaisons d'oxydes et de sulfures de nickel dans l'industrie du raffinage du nickel	Raffinage et fusion de nickel ; soudage	Poumon ^d Cavité nasale et sinus ^d

Tableau 8-5 (suite)

Agents ayant été classés par le CIRC comme cancérigènes avérés pour l'humain (groupe 1) et qui sont présents en milieu professionnel.

Agents	Profession ou industrie dans laquelle se retrouve la substance ^a	Site(s)
Bois, combustibles fossiles et leurs dérivés		
Benzène	Production ; Solvants dans l'industrie de la production de chaussures ; Industries chimiques, pharmaceutiques et en caoutchouc ; L'industrie de l'imprimerie (plantes à rotogravure, départements de reliure) ; Additif à l'essence	Leucémie ^d
Goudrons de charbon et emplacements	Production de produits chimiques raffinés et de goudron de houille (brevet-carburant) ; Production de coke ; Gazéification du charbon ; Production d'aluminium ; Fonderies ; Pavage et construction de routes (couvreurs et plateaux)	Peau ^d Poumone Vessie ^e
Huiles minérales non traitées et légèrement traitées	Production ; Utilisé comme lubrifiant par des métallurgistes, des machinistes, des ingénieurs ; Industrie de l'imprimerie (formulation d'encre) ; Utilisé dans les cosmétiques, les préparations médicinales et pharmaceutiques	Peau ^d Vessie ^e Poumon ^e Sinus nasals ^e
Huiles de schistes ou lubrifiants dérivés du schiste	Exploitation minière et transformation ; Utilisés comme combustibles ou lubrifiants pour usines chimiques ; matières premières ; Lubrifiant dans l'industrie textile de coton	Peau ^d
Suie	Ramoneurs ; Personnel de service de l'unité de chauffage ; Maçons et aides de briques ; La construction de travailleurs de démolition ; Isolateurs ; sapeurs-pompiers ; Travailleurs métallurgistes ; Travail impliquant la combustion de matières organiques	Peau ^d Poumon ^d Œsophage ^e
Monomères		
Chlorure de vinyle	Production ; Production de chlorure de polyvinyle et de copolymères ; Réfrigérant avant 1974 ; Solvant d'extraction ; Dans les propulseurs aérosols	Foie (angiosarcome) ^d Foie (hépatocellulaire) ^e
Intermédiaires dans la fabrication de plastiques et de caoutchouc		
Bis (chlorométhyl) éther et chlorométhyl méthyl éther	Production ; Intermédiaire chimique ; Agent alkylant ; Réactif de laboratoire ; Fabrication en plastique ; Résines échangeuses d'ions et polymères	Poumon ^d
Aromatic amine dyes		
4-Aminobiphenyl	Production ; Fabrication de colorants et de pigments	Vessie ^d
Benzidine		Vessie ^d
2-Naphthylamine		Vessie ^d
Pesticides		
Ethylène oxide	Production ; industrie chimique ; Agent stérilisant (hôpitaux, fumigation d'épices)	Leucémie ^d
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-para-dioxin (TCDD)	Production ; Utilisation de chlorophénols et d'herbicides chlorophénoxy ; L'incinération des déchets ; Production de PCB ; Blanchiment de la pâte et du papier	All sites combined ^d Poumon ^e Non-Hodgkin Lymphoma ^e Sarcoma ^e

Tableau 8-5 (suite)

Agents ayant été classés par le CIRC comme cancérogènes avérés pour l'humain (groupe 1) et qui sont présents en milieu professionnel.

Agents	Profession ou industrie dans laquelle se retrouve la substance ^a	Site(s)
Autres		
Aflatoxine	Industrie de la production animale ; Les travailleurs chargés de charger et de décharger du fret ; Traitement du riz et du maïs	Foie ^d
Tabagisme passif	Travailleurs dans les bars et les restaurants ; employés de bureau	Poumon ^d
Gaz moutarde	Production ; Utilisé dans les laboratoires de recherche ; personnel militaire	Larynx ^d Poumon ^e Pharynx ^e
Brumes fortes d'acide inorganique contenant de l'acide sulfurique	Opérations de décapage ; industrie sidérurgique ; Industrie pétrochimique ; Fabrication d'engrais à base d'acide phosphate	Larynx ^d Poumon ^e

Source : Adapté de Siemiatycki et al, 2004.

a. Liste non-exhaustive des professions, industries dans lesquelles cet agent est trouvé. Tou-te-s les travailleur-euse-s de ces professions, industries ne sont pas exposé-e-s. Le terme « production » est utilisé pour indiquer que cette substance est d'origine humaine et que les travailleur-euse-s peuvent être exposé-e-s dans le processus de production.

d. Preuve d'une association avec ce site jugée forte.

e. Preuve d'une association avec ce site jugée forte suggestive.

Tableau 0-6

Estimations de la proportion du cancer total attribuable aux expositions professionnelles pour différents pays

Année	Auteur·e·s	Pays	Agents considérés	Cancers potentiellement associés aux expositions professionnelles considérés dans l'étude	Proportion estimée des cancers attribuables aux expositions professionnelles
1978	Bridbord et al.	États-Unis	Amiante, arsenic, benzène, chrome, oxydes de nickel, fractions pétrolières	Colon-rectum, œsophage, leucémie, poumon, mésothéliome, estomac	20% ou plus de la mortalité future due au cancer, basée sur les expositions courantes
1981	Doll & Peto	États-Unis	Amines aromatiques, arsenic, amiante, benzène, bis-chlorométhyléther, cadmium, chrome, rayonnements ionisants, huile d'isopropyle, gaz moutarde, nickel, hydrocarbures polycycliques dans la suie / goudron / huile, chlorure de vinyle	Os, vessie, larynx, leucémie, foie, poumon, mésothéliome, peau non mélanome, prostate, et autres	4% (6.8%, hommes, 1.2%, femmes)
1991	Vineis & Simonato	Various	Calculs sur la base de données provenant d'études cas-témoins.		1-5% cancer du poumon, 16-24% cancer de la vessie
1997	Dreyer et al.	Danemark, Finlande	Arsenic, amiante, benzène et autres solvants, poussière de cuir, métaux / composés de métaux / pigments, mines, hydrocarbures aromatiques polycycliques, poussières de bois	Vessie, rein, larynx, leucémie, poumon,	2% (3%, hommes, <0.1%, femmes)
2001	Nurminen & Karjalainen	Islande, Norvège, Suède, Finlande	44 agents ; 22 CIRC groupe 1 et 22 groupe 2A	Mésothéliome, cavité nasale	8% (14%, hommes, 2%, femmes)
2003	Steenland et al.	États-Unis	Tous les agents du groupe 1 du CIRC et les agents du groupe 2A du poumon et de la vessie (vers 2002)	26 cancer sites	2.4%-4.8% (3.3%-7.3%, hommes; 0.8%-1.0%, women)
2012	Rushton et al.	Grande Bretagne	41 agents du groupe 1 et du groupe 2A du CIRC	Vessie, rein, larynx, leucémie, foie, poumon, mésothéliome, sinus nasal / nasopharynx, peau 24 sites de cancer	5.3% (8.2%, hommes, 2.3%, femmes)
2018	Marant Micallef et al.	France	34 agents du groupe 1 et du groupe 2A du CIRC	23 localisations de cancers, soit 75 paires agent-cancer	3.6% (5.7%, hommes, 1.0% femmes)

Source : Adapté de Purdue et al, 2015

Annexes : Chapitre 4

Questionnaire

General description of article

v1. Automatic ID number	
v2. Year of publication	(2003 -2012)
v3. Journal of publication	(xx)
v4. Study performed in	(1/ 2 / 3 / 4 / 5 / 6)
v5. Name of first author	(xxxx)
v6. Name of last author	(xxxx)
v7. Gender of first author	(Man /Woman)
v8. Gender of last author	(Man /Woman)

Lexical issues

v9. MeSH term Female	(Yes/No)
v10. MeSH term Male	(Y/N)
v11. MeSH term Sex	(Y/N)
v12. MeSH term Women	(Y/N)
v13. MeSH term Men	(Y/N)
v14. Was "sex" used to name differences between men and women	(Y/N)
v15. Was "gender" used to name differences between men and women	(Y/N)
v16. To refer to "men" the term "men" was used	(Y/N)
v17. To refer to "men" the term "male" was used	(Y/N)
v18. To refer to "women" the term "women" was used	(Y/N)
v19. To refer to "women" the term "female" was used	(Y/N)

Notes:

(v3) Journal of publication

Acta Biomed.; Am J Epidemiol; American Journal of Industrial Medicine; Am J Public Health; Am J Respir; Crit Care Med; Ann Ist Super Sanita; Ann Agric Environ Med; Ann N Y Acad Sci, Ann Occup Hyg; Ann Oncol; Appl Occup Environ Hyg; Arch Environ Occup Health; Biomed Environ Sci; BMC Cancer; Br J Cancer ; Bosn J Basic Med Sci, Cancer Causes Control; Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, Chin Med J (Engl); Croat Med J; Environ Health, Environ Health Perspect; Environ Int ; Environ Res ; Epidemiology ; Eur J Cancer ; Eur J Epidemiol ; Eur J Med Res; G Ital Med Lav Ergon; Health Phys; Int Arch Occup Environ Health; Int J Cancer; Int J Epidemiol; Int J Environ Res Public Health; Int J Cancer; Int J Occup Environ Health; Int J Occup Med Environ Health; Ind Health; J Environ Monit; J Korean Med Sci.; J Med Assoc Thai; J Natl Cancer Inst ; J Occup Environ Med ; J Occup Environ Hyg; J Radiol Prot; J Thorac Oncol; J Toxicol Environ Health A; Lung Cancer; Med Lav; Neoplasma; Neuro Endocrinol Lett; PLoS One; Environ Med; Occup Med (Lond). ; Radiat Environ Biophys; Radiat Prot Dosimetry; Radiat Res; Risk Anal; Respiration; Rev Mal Respir; Scand J Work Environ Health; Stat Med; Thorax ; Toxicol Sci ; (Other)

(v4) (0 International /1 Africa / 2 North America / 3 Latin America / 4 Europe / 5 Asia / 6 Oceania)

Questionnaire (Suite)

Hypothesis

v20. Hypothesis relating differences between men and women?	(Y/N)
v21. If Yes, what kind?	(0 / 1 / 2)
v22. If gender hypothesis, "gender" definition used by the authors	(xxxx)

Selection

v23. Source population	(Men only / Women only / Mixed / Not specified)
v24. Final sample population	(Men only / Women only / Mixed / Not specified)
v25. Justification of final sample population	(Y / N)
v26. If yes, justification	(1/ 2 / 3 / 4)
v27. Number of men participants	(# #)
v28. Number of women participants	(# #)
v29. Proportion of men participants	(# #)
v30. Proportion of women participants	(# #)
v31. Ratio men to women participants	(# #)
v32. Men participation rate	(# #)
v33. Women participation rate	(# #)
v34. Overall participation rate	(# #)
v35. Reported loss to follow up (in case of cohort)	(Y / N / NA)
v36. If yes, comparison between men and women?	(M > W / M < W / NA)
v37. If yes, justification of loss of follow up	(xxxx)

Notes:

NA: Not applicable

(v20) Hypothesis:

0. Biological-sex hypothesis: The author(s) introduce(s) the context (disease, agent or occupation) while stating references related to sexual or biological differences (e.g. variations in histological types, differences in metabolism etc.)

1. Gender hypothesis: The author(s) introduce(s) the context (disease, agent or occupation) while stating references related to gender or social differences (e.g. smoking trends, gender stratification of work, etc.)

2. Unspecified hypothesis: Hypothesis stating or suggesting differences between men/women or male/female, yet not explicitly referring to biological sex nor gendered mechanism.

Neither sex nor gender hypothesis: No explicit hypothesis related to sex or gender differences in exposure/risk.

(v28.) If yes, justification:

(v26) 1. Population composition: inclusion or exclusion of men/women based on low or high manpower in a sector; men only activity or women only activity or mixed activity; 2. Occupational exposure level: inclusion or exclusion of men/women based on a threshold of exposure, low or high exposure; 3. Disease occurrence: inclusion or exclusion based on low or high number of cases; 4. Other: whatever not falling within the previous.

(v35) NA if study isn't a cohort or retrospective cohort

Questionnaire (Suite)

Occupational exposure

v38. Is the paper referring to an agent	(Y / N)
v39. If yes, number of agent(s) studied	(Single / Double / More)
v40. If yes, type of agent studied	(MCQ) (Physical / Chemical / Biological)
v41. If yes, agent main appellation	(xxxx)
v42. Is the paper referring to an occupation	(Y / N)
v42.Bis. If yes, occupation appellation	(xxxx)
v43. Sector of activity	(1/ 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7)
v44. Main duty	(1/ 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7)
v45. Job qualification	(xxxx)

Information

v46. Study design	(1 / 2 / 3 / 4 / 5)
v47. Outcome of interest	(1 / 2 / 3 / 4 / 5)
v48. Assessment method	(1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6)
v49. Type of exposure variable	(1 / 2 / 3 / 4)
v50. Exposure assessed with different tools reported in men and women	(Y / N / NA)
v51. If yes, type of difference stated	(xxxx)
v52. Assessment of housework and other non-occupational exposure circumstances to the occupational agent(s) of interest reported	(Y / N / NA)
v53. Timeline of study exposure:	Start: xxxx /End: xxxx

Notes:

(v43) 1. Agriculture & Breeding, etc. / 2. Extractive / 3. Manufacturing / 4. Construction / 5. Services / 6. Mixed sectors / 7. Other)

(v44) 1. Manufacturing, Construction, Production / 2. Maintenance, Installation, Repairing / 3. Cleaning, Caretaking and security / 4. Handling, Storage, Warehousing, Logistic / 5. Services and Office work / 6. Other / 7. Not specified)

(v46) (1 Cohort Pro / 2 Cohort Retro / 3 Case-Control / 4 Case-Control (nested, cohort) / 5 Other)

(v47) (1 Incidence / 2 Prevalence / 3 Mortality / 4 Quality of life / 5 Other)

(v48) (1 Participant - Self report / 2 Expert ratings / 3 JEM / 4 Measurement / 5 Modelling / 6 Other)

(49) (1 Binary / 2 Category / 3 Interval / 4 Continuous)

Questionnaire (Suite)

Analysis

v54. Analysis adjusted on sex	(Y / N / NA)
v55. Justification of adjustment	(Y / N / NA)
v56. If yes, type of justification	(xxxx)
v57. Analysis stratified by sex	(Y / N / NA)
v58. Justification of stratification	(Y / N / NA)
v59. If yes, type of justification	(xxxx)
v60. Test of statistical interaction	(Y / N / NA)
v61. Justification on test for interaction	(Y / N / NA)
v62. If yes, type of justification	(xxxx)
v63. Co-factors included in final model	(1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11)

Results (reported)

v64. At least some differential results** between men and women regarding the exposure	(Y / N / NA)
v65. If yes, in which direction	(M>W / M < W / Incons)
v66. If yes, which dimension	(1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7)
v67. At least some differential results** between men and women regarding ratios	(Y / N / NA)
v68. If yes, in which direction	(M>W / M < W / Incons)
v69. Significant statistical interaction between "sex" and "exposure" variables	(Y / N / NA)

Interpretation

v70. Generalization of results while the study involved only one sex	(Y / N / NA)
v71. Interpretation of exposure differences	(Y / N / NA)
v72. If yes, type of interpretation	(1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6)
v73. If other, specify	(xxxx)
v74. Interpretation of ratio differences	(Y / N / NA)
v75. If yes, what kind?	(1 / 2 / 3 / 4)
v76. If yes, interpretation stated	(xxxx)
v77. Healthy worker effect considered in the interpretation of men/women differences?	(Y / N / NA)
v78. If yes, specify	(1 / 2 / 3)

Notes:

Results: M: Men; W: Women Incons: Inconsistent

(v63) (1 Age / 2 Sex / 3 Other demography / 4 Smoking / 5 Other Lifestyle factors / 6 Income / 7 Other SES / 8 Medical history / 9 occupational exposure(s) / 10 Non-occupational exposure(s) / 11 Other)

(v66) (1 Duration / 2 Frequency / 3 Probability / 4 Intensity / 5 Cumulative measurement / 6 Several / 7 NS)

(v70) Generalization: Absence of the gender specification in: Title, Abstract, Conclusion, Table's titles, Overall text (mentioned once or twice)

(v72) (1 Job tasks different even though same job title / 2 Different protective equipment adequacy / 3 Different validity of assessment / 4 Differential in uptake and metabolism, if using biomarkers / 5 Different exposure profiles with similar quantitative estimate / 6 Other)

(v75) (1 Sex-linked biology only / 2 Gender relations only / 3 Both / 4 Not specified)

(v78) 1 Healthy hire effect / 2 Healthy survivor effect / 3 Other)

Annexes : Chapitre 5

Tableau 0-7

Liste des agents cancérogènes évalués par l'expertise Giscop93

Dénomination de l'agent

01 – Acides minéraux et brouillards et vapeurs	33 – Mycotoxines (Aflatoxines Ochratoxines)
02 – Acétamide	34 – Nickel et dérivés
03 – Acrylamide	35 – Nitrosamines (Nitrosoguanidise nitrosourees)
04 – Acrylonitrile	36 – Oxyde d'éthylène
05 – Amiante	37 – Pesticides Lindanechlorophenolehexachlorobe
06 – Amines aromatiques	38 – Plomb et composés inorganiques
07 – Arsenic et dérivés	39 – Polychlorobiphényle (PCB)
08 – Benzène pur (Fabrication du)	40 – Poussières de bois
09 – Benzène dans mélange d'hydrocarbures	41 – Radiations ionisantes
10 – Béryllium et dérivés	42 – Radionucléides émetteurs particules alpha/beta
11 – Bis-Chloro-méthyl Ether et Chloro-méthyl-met	42A – Radium et radon et leur produit de fission
12 – 1E3-Butadiene	43 – Silice cristalline (Quartz cristobalite)
13 – Cadmium et dérivés	44 – Solvants chlorés (Trichloro Tetrachloro Dichloro)
14 – Chlorure de vinyle	45 – Styrène
15 – Chrome hexavalent (Acide chromique et aromates)	46 – Trioxyde d'antimoine
16 – Cobalt et composés (fabrication de métaux durs)	47 – Huiles de coupe
17 – Epichlorhydrine	47A – Huiles minérales
18 – Fabri medic (immunosuppressive hormone)	47B – Huiles acquies (nitrosamines)
19 – Fab Isopropanol par acide fort (sulf diethyle)	48 – Bitume revêtement d'étanchéité
20 – Fabric et rep bottes et	48A – Bitume utilisé comme revêtement routier
21 – Fibres céramiques	48B – Bitume utilisé comme revêtement d'étanchéité
22 – Fomol	49 – Poussières de fer fumées d'oxyde de fer
23 – Fumées de soudage	50 – Révélateur
24 – Gaz d'échappement de moteurs diesel	51 – Tabagisme passif
25 – Gaz d'échappement essence	52 – Produits dégradation combustion plastiques
26 – Hydrazine	53 – Matériaux composites fibres aramidese carbonnes
27 – Hydrocarbures aromatiques halogènes ou nitres	54 – Agents biologiques cancérogènes
28 – Hydrocarbures polycycliques aromatiques	55 – Travail poste de nuit
29 – Industries du caoutchouc	56 – Hexa chlorobenzène
30 – Métiers de la coiffure	
31 – Métiers du textile	
32 – Mines de fer	

Figure 0-1

Formulaire de l'évaluation de l'expertise Giscop93

**Surveillance des Cancers d'Origine Professionnelle
en Seine-Saint-Denis**



Mode d'emploi de la fiche 4 « Exposition professionnelle »

Exposition par	Préciser en clair, la substance cancérogène, l'agent, le mélange ou les circonstances d'exposition selon le libellé de la liste SCOP. Porter le code de la liste SCOP 93. Si la substance ne relève pas de la liste SCOP, indiquer le dans la case libellée « hors liste ».
Probabilité d'exposition	Définir la probabilité d'exposition selon expertise : 1 : exposition incertaine ou doute 2 : exposition probable, 3 : exposition certaine
Fréquence	Selon la durée moyenne journalière d'exposition : 1 : <20 minutes 2 : 20 minutes à 1H00 3 : 1H00 à 4H1 4 : 4H à 8H
Pics d'exposition	Oui = 1, non = 2, incertaine = 3
Intensité	Ce critère d'intensité se fait selon une estimation qualitative en fonction de la description de l'activité sur 5 catégories : 1 : très faible : estimer légèrement supérieure à celle de la population générale ou à la limite de la détection 2 : faible, 3 : moyenne 4 : forte 5 : très forte
Durée	Exprimée en années (ou en mois si inférieure à un an)
Observations et suites proposées	Propositions faites par les experts à la fin du codage du dossier après dévoilement du diagnostic médical.



Surveillance des Cancers d'Origine Professionnelle en Seine-Saint-Denis

FICHES 4 EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES

N° d'enregistrement du malade

Date de l'expertise : Initiales des 2 experts ayant reçu le dossier :

Centre expertise nécessaire : oui non Date de la contre expertise :

Possibilité de coder plusieurs emplois sur une même fiche, ou plusieurs postes et/ou correspondant à la même activité

Emploi (s) ,...

Poste(s) ,...

Période(s) d'activité sur ce poste :
date début : date fin :
date début : date fin :
date début : date fin :

	EXPO N°1	EXPO N°2	EXPO N°3	EXPO N°4
Libellé en clair				
Code SCOP 93				
Probabilité d'exposition de 1 à 3				
Fréquence d'exposition de 1 à 4				
Pics d'exposition Oui=1/Non=2				
Intensité d'expo 1 à 5				
Durée d'expo en années ou mois				

Observations et suites proposées par les experts :
.....
.....

Tableau 0-8

Distribution des postes par sexe selon différents regroupements de la catégorie socio-professionnelle (n=7 702)

	Hommes		Femmes		Total		
Total <i>n, (%) en colonne</i>	6541	(100)	1161	(100)	7702	(100)	p-value
Cat. socioprofessionnelle							<0.001
Agriculteurs exploitants	12	(0.2)	6	(0.5)	18	(0.2)	
Artisans, commerçants ^a	120	(1.8)	14	(1.2)	134	(1.7)	
Cadres ^b	197	(3.0)	26	(2.2)	223	(2.9)	
Professions Intermédiaires	701	(10.7)	123	(10.6)	824	(10.7)	
Employés	695	(10.7)	589	(50.8)	1 284	(16.7)	
Ouvriers	4 816	(73.6)	403	(34.7)	5 219	(67.8)	
Niveau de qualification							<0.001
Cadres et chefs d'entreprise	211	(3.2)	29	(2.5)	240	(3.1)	
Artisans, commerçants, PI	807	(12.3)	134	(11.5)	941	(12.2)	
Agriculteurs	12	(0.2)	6	(0.5)	18	(0.2)	
Employés qualifiés	418	(6.4)	305	(26.3)	723	(9.4)	
Employés non-qualifiés	277	(4.2)	284	(24.5)	561	(7.3)	
Ouvriers qualifiés	1 725	(26.4)	60	(5.2)	1 785	(23.2)	
Ouvriers agricoles et non-qualifiés	3 091	(47.3)	343	(29.5)	3 434	(44.6)	
Niveau de qualification							0.270
Cadres et chefs d'entreprise	211	(3.2)	29	(2.5)	240	(3.1)	
Artisans, commerçants, PI	807	(12.3)	134	(11.5)	941	(12.3)	
Ouvriers, employés qualifiés	2 143	(32.8)	365	(31.6)	2 508	(32.6)	
Ouvriers, employés non-qualifiés	3 368	(51.6)	627	(54.3)	3 995	(52.0)	

Lecture : Sur l'ensemble des postes retenus, un total de 6541 postes (soit 84.9%) a été occupé par des hommes, parmi lesquels 12 (0.2%) étaient classifiés en tant qu'agriculteurs exploitants.

Test exact de Fisher, bilatéral, relatif à la différence entre hommes et femmes)

Tableau 0-9

Distribution des postes suivant l'évaluation des experts Giscop93 et de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés : probabilité d'exposition la plus élevée sur la période du poste (échantillon total (n=7 702))

Prob. Expert	Probabilité MEE en %									Total	%	(%) c.
	0	5	15	25	35	45	55	65	75			
<i>Non-exposé</i>	5 331	370	671	335	23	23	8	1	3	6 765	87.83	87.83
<i>Incertaine</i>	35	5	0	12	0	0	0	0	0	52	0.68	88.51
<i>Probable</i>	45	10	43	10	2	1	0	0	0	111	1.44	89.95
<i>Certaine</i>	261	93	154	217	13	26	0	2	8	774	10.05	100
Total	5 672	478	868	574	38	50	8	3	11	7 702	100	
(% en ligne)	73.64	6.21	11.27	7.45	0.49	0.65	0.10	0.04	0.14	100		
(%) cumulé	73.64	79.85	91.12	98.57	99.07	99.71	99.82	99.86	100			

Tableau 0-10

Distribution des postes suivant le seuil d'exposition fixé pour l'évaluation de la matrice Matgéné pour les expositions aux solvants chlorés : analyses séparées pour les postes occupés par les hommes et les postes occupés par les femmes (n=7 702)

P _M (Seuil)	Hommes					Femmes				
	Avant la fixation du seuil	Après la fixation du seuil				Avant la fixation du seuil	Après la fixation du seuil			
	n total	n exposés	Différence d'exposés par rapport au seuil utilisé dans l'étude	% exposés	Ratio d'exposés par rapport au seuil utilisé dans l'étude	n total	n exposés	Différence d'exposés par rapport au seuil utilisé dans l'étude	% exposés	Ratio d'exposés par rapport au seuil utilisé dans l'étude
>0	4636	1 905	+1 811	(29.1)	20.3	1063	98	+87	(8.4)	8.9
>5	442	1 463	+1 369	(22.4)	15.6	40	58	+47	(5.0)	5.3
>15	829	634	+540	(9.7)	6.7	29	29	+18	(2.5)	2.6
>25	540	94	-	(1.4)	-	18	11	-	(0.9)	-
>35	28	66	-28	(1.0)	-1.4	8	3	-8	(0.3)	-3.7
>45	48	18	-76	(0.3)	-5.2	0	3	-8	(0.3)	-3.7
>55	8	10	-84	(0.2)	-9.4	0	3	-8	(0.3)	-3.7
>65	4	6	-88	(0.1)	-15.7	0	3	-8	(0.3)	-3.7
>75	6	0	-94	(0.0)		3	0	-11	(0.0)	
Total	6541					1161				

Lecture : Sur l'ensemble des postes occupés par les hommes (n=6541), une probabilité d'exposition de 15% a été attribuée par la matrice à 829 postes. Si le seuil d'exposition était défini comme exposé si P_M > 15, alors 634 postes auraient été classés exposés, soit 9.7% d'exposés sur l'ensemble des postes. Ces effectifs constitueraient 540 postes de plus, ou 6.7 fois plus de postes, classés exposés que les effectifs déterminés par le seuil utilisé dans l'étude (exposé si P_M ≥ 35 ou P_M > 25) (ligne orangée).

Tableau 0-11

Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon les familles professionnelles (n=7 702) : Analyses séparées hommes et femmes

Familles professionnelles	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Hommes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
(A) Agriculture et ass.	174	(3.7)	0	(0.0)	1	(0.3)	0	(0.0)	1	(0.1)	176	(2.7)
(B) Bâtiment, trav. publics	1416	(30.4)	0	(0.0)	148	(37.7)	0	(0.0)	264	(18.8)	1828	(27.9)
(C) Electricité, électronique	38	(0.8)	1	(2.3)	2	(0.5)	1	(2.0)	141	(10.0)	183	(2.8)
(D) Mécanique, trav. métaux	344	(7.4)	5	(11.4)	88	(22.4)	11	(22.0)	701	(50.0)	1149	(17.6)
(E) Industries de process	241	(5.2)	1	(2.3)	25	(6.4)	8	(16.0)	25	(1.8)	300	(4.6)
(F) Industrie légères	185	(4.0)	29	(65.9)	51	(13.0)	22	(44.0)	96	(6.8)	383	(5.9)
(G) Maintenance	58	(1.2)	0	(0.0)	17	(4.3)	0	(0.0)	146	(10.4)	221	(3.4)
(H) Ingénieurs, cad. industrie	10	(0.2)	0	(0.0)	7	(1.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	17	(0.3)
(J) Tourisme, transports	805	(17.3)	0	(0.0)	11	(2.8)	2	(4.0)	7	(0.5)	825	(12.6)
(K) Artisanat	70	(1.5)	8	(18.2)	3	(0.8)	6	(12.0)	13	(0.9)	100	(1.5)
(L) Gestion, administration	238	(5.1)	0	(0.0)	1	(0.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	239	(3.7)
(M) Informatique	58	(1.2)	0	(0.0)	1	(0.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	59	(0.9)
(N) Études et recherche	14	(0.3)	0	(0.0)	2	(0.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	16	(0.2)
(P) F. publique, prof. juridiques	196	(4.2)	0	(0.0)	2	(0.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	198	(3.0)
(Q) Banques et assurances	17	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	17	(0.3)
(R) Commerce	224	(4.8)	0	(0.0)	2	(0.5)	0	(0.0)	5	(0.4)	231	(3.5)
(S) Hôtellerie, restauration, all.	255	(5.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	255	(3.9)
(T) Services aux particuliers	182	(3.9)	0	(0.0)	27	(6.9)	0	(0.0)	4	(0.3)	213	(3.3)
(U) Communication, information	28	(0.6)	0	(0.0)	2	(0.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	30	(0.5)
(V) Santé, action sociale	60	(1.3)	0	(0.0)	2	(0.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	62	(0.9)
(W) Enseignement, formation	29	(0.6)	0	(0.0)	1	(0.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	30	(0.5)
(X) Politique, religion	9	(0.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	9	(0.1)
Total	4651	(100)	44	(100)	393	(100)	50	(100)	1403	(100)	6541	(100)

Familles professionnelles	Accord-	Accord+	Ex+/MEE-	MEE+/Ex-	Incertain	Total (Femmes)
<i>n (% en colonne)</i>						
(A) Agriculture et ass.	18 (1.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	18 (1.6)
(C) Electricité, électronique	1 (0.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	13 (24.5)	14 (1.2)
(D) Mécanique, trav. métaux	25 (2.3)	0 (0.0)	3 (10.3)	0 (0.0)	22 (41.5)	50 (4.3)
(E) Industries de process	71 (6.6)	0 (0.0)	8 (27.6)	5 (62.5)	7 (13.2)	91 (7.8)
(F) Industrie légères	104 (9.7)	0 (0.0)	9 (31.0)	1 (12.5)	5 (9.4)	119 (10.2)
(J) Tourisme, transports	56 (5.2)	1 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (3.8)	59 (5.1)
(K) Artisanat	23 (2.2)	2 (66.7)	4 (13.8)	2 (25.0)	0 (0.0)	31 (2.7)
(L) Gestion, administration	250 (23.4)	0 (0.0)	1 (3.4)	0 (0.0)	1 (1.9)	252 (21.7)
(M) Informatique	12 (1.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	12 (1.0)
(N) Études et recherche	66 (6.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	66 (5.7)
(Q) Banques et assurances	16 (1.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	16 (1.4)
(R) Commerce	124 (11.6)	0 (0.0)	1 (3.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	125 (10.8)
(S) Hôtellerie, restauration, all.	51 (4.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.9)	52 (4.5)
(T) Services aux particuliers	170 (15.9)	0 (0.0)	3 (10.3)	0 (0.0)	2 (3.8)	175 (15.1)
(V) Santé, action sociale	59 (5.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	59 (5.1)
(W) Enseignement, formation	20 (1.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	20 (1.7)
(X) Politique, religion	2 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.2)
Total	1068 (100)	3 (100)	29 (100)	8 (100.0)	53 (100)	1161 (100)

Tableau 0-12

Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon le taux de féminisation des familles professionnelles (n=7 702) : Analyses séparées hommes et femmes

Taux de féminisation	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Hommes)	
<i>n (% en col)</i>												
< 25%	2884	(62.0)	12	(27.3)	294	(74.8)	20	(40.0)	1189	(84.7)	4399	(67.3)
25%-50%	990	(21.3)	32	(72.7)	65	(16.5)	30	(60.0)	83	(5.9)	1200	(18.3)
50%-75%	370	(8.0)	0	(0.0)	3	(0.8)	0	(0.0)	120	(8.6)	493	(7.5)
> 75%	407	(8.8)	0	(0.0)	31	(7.9)	0	(0.0)	11	(0.8)	449	(6.9)
Total	4651	(100)	44	(100)	393	(100)	50	(100)	1403	(100)	6541	(100)

Test excluant la modalité « accord- »

Pearson chi. = 0.000

V de Cramer = 0.278

Taux de féminisation	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Femmes)	
<i>n (% en col)</i>												
< 25%	63	(5.9)	0	(0.0)	3	(10.3)	0	(0.0)	25	(47.2)	91	(7.8)
25%-50%	267	(25.0)	3	(100)	18	(62.1)	8	(100)	9	(17.0)	305	(26.3)
50%-75%	230	(21.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	14	(26.4)	244	(21.0)
> 75%	508	(47.6)	0	(0.0)	8	(27.6)	0	(0.0)	5	(9.4)	521	(44.9)
Total	1068	(100)	3	(100)	29	(100)	8	(100)	53	(100)	1161	(100)

Test excluant la modalité « accord- »

Pearson chi2 = 0.000

V de Cramer = 0.426

Tableau 0-13

Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon les secteurs d'activité (n=7 702) : Analyses séparées hommes et femmes

Hommes

Secteurs d'activité	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Hommes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
Agriculture, sylviculture, pêche	159	(3.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	3	(0.2)	162	(2.5)
Industrie	1225	(26.3)	34	(77.3)	178	(45.3)	44	(88.0)	799	(56.9)	2280	(34.9)
Construction	1213	(26.1)	0	(0.0)	126	(32.1)	0	(0.0)	330	(23.5)	1669	(25.5)
Tertiaire	2053	(44.2)	10	(22.7)	89	(22.6)	6	(12.0)	272	(19.4)	2430	(37.2)
Total	4650	(100.0)	44	(100.0)	393	(100.0)	50	(100.0)	1404	(100.0)	6541	(100.0)

Test excluant les modalités « accord- » et « Agriculture, sylviculture, pêche »

Pearson chi2 = 0.000

V de Cramer = 0.123

Femmes

Secteurs d'activité	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Femmes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
Agriculture, sylviculture, pêche	19	(1.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	19	(1.6)
Industrie	315	(29.5)	0	(0.0)	25	(86.2)	6	(75.0)	46	(88.5)	392	(33.8)
Construction	17	(1.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	17	(1.5)
Tertiaire	718	(67.2)	3	(100.0)	4	(13.8)	2	(25.0)	6	(11.5)	733	(63.1)
Total	1069	(100.0)	3	(100.0)	29	(100.0)	8	(100.0)	52	(100.0)	1161	(100.0)

Test excluant les modalités « accord- » et « Agriculture, sylviculture, pêche »

Pearson chi2 = 0.001

V de Cramer = 0.428

Tableau 0-14

Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon le niveau de qualification (n=7 702) : Analyses séparées hommes et femmes

Hommes

Secteurs d'activité	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Hommes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
Non-qualifiés ouvriers	2079	(44.7)	6	(13.6)	137	(34.9)	21	(42.0)	848	(60.4)	3091	(47.3)
Qualifiés ouvriers	1007	(21.7)	30	(68.2)	187	(47.6)	24	(48.0)	477	(34.0)	1725	(26.4)
Employés	684	(14.7)	0	(0.0)	10	(2.5)	0	(0.0)	1	(0.1)	695	(10.6)
Cadres	200	(4.3)	0	(0.0)	11	(2.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	211	(3.2)
Prof Intermédiaires	668	(14.4)	8	(18.2)	48	(12.2)	5	(10.0)	78	(5.6)	807	(12.3)
Agriculteurs	12	(0.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	12	(0.2)
Total	4651	(100)	44	(100)	393	(100)	50	(100)	1403	(100)	6541	(100)

Test excluant les modalités « accord- » et « agriculteurs »

Pearson chi2 = 0.000

V de Cramer = 0.178

Femmes

Secteurs d'activité	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Femmes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
Non-qualifiées ouvrières	267	(25.0)	3	(100.0)	22	(75.9)	8	(100.0)	43	(82.7)	343	(29.5)
Qualifiées ouvrières	49	(4.6)	0	(0.0)	5	(17.2)	0	(0.0)	6	(11.5)	60	(5.2)
Employées	585	(54.7)	0	(0.0)	2	(6.9)	0	(0.0)	2	(3.8)	589	(50.7)
Cadres	29	(2.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	29	(2.5)
Prof Intermédiaires	133	(12.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(1.9)	134	(11.5)
Agricultrices	6	(0.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	6	(0.5)
Total	1069	(100.0)	3	(100.0)	29	(100.0)	8	(100.0)	52	(100.0)	1161	(100.0)

Test excluant les modalités « accord- » et « agricultrices »

Pearson chi2 = 0.892

V de Cramer = 0.124

Tableau 0-15

Distribution des modalités d'accordance entre l'expertise et matrice emplois-expositions pour l'évaluation de l'exposition aux solvants chlorés selon la part du métier dans l'emploi (n=7 702) : Analyses séparées hommes et femmes

Hommes

Part du métier	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Hommes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
-0,6%i	825	(17.7)	31	(70.5)	73	(18.6)	32	(64.0)	711	(50.7)	1672	(25.6)
0,6%-1,5%i	1236	(26.6)	12	(27.3)	90	(22.9)	10	(20.0)	383	(27.3)	1731	(26.5)
1,5%-2%	1417	(30.5)	1	(2.3)	79	(20.1)	6	(12.0)	198	(14.1)	1701	(26.0)
+2%i	1173	(25.2)	0	(0.0)	151	(38.4)	2	(4.0)	111	(7.9)	1437	(22.0)
Total	4651	(100)	44	(100)	393	(100)	50	(100)	1403	(100)	6541	(100)

Test excluant les modalités « accord- »

Pearson chi2 = 0.000

V de Cramer = 0.235

Femmes

Part du métier	Accord-		Accord+		Ex+/MEE-		MEE+/Ex-		Incertain		Total (Femmes)	
<i>n (% en colonne)</i>												
-0,6%i	124	(11.6)	0	(0.0)	6	(20.7)	1	(12.5)	35	(66.0)	166	(14.3)
0,6%-1,5%i	377	(35.3)	2	(66.7)	7	(24.1)	2	(25.0)	8	(15.1)	396	(34.1)
1,5%-2%	162	(15.2)	0	(0.0)	11	(37.9)	5	(62.5)	5	(9.4)	183	(15.8)
+2%i	405	(37.9)	1	(33.3)	5	(17.2)	0	(0.0)	5	(9.4)	416	(35.8)
Total	1068	(100)	3	(100)	29	(100)	8	(100)	53	(100)	1161	(100)

Test excluant les modalités « accord- »

Pearson chi2 = 0.000

V de Cramer = 0.348

Tableau 0-16

Caractéristiques de l'ACM Catégories actives : poids relatifs Pk =: 0. (en %), coordonnées principales et contributions (en %) aux trois premiers axes. En gras, les contributions des catégories sélectionnées pour l'interprétation de chaque axe

Hommes

	Ensemble			Dimension 1			Dimension 2			Dimension 3		
	Poids	Qualité	Inert (%)	Coord	Cos ²	Cont (%)	Coord	Cos ²	Cont (%)	Coord.	Cos ²	Cont (%)
Niveau de qualification												
Ouvriers NQ	0.120	0.778	0.047	0.632	0.366	8.384	0.370	0.125	4.654	0.559	0.287	10.937
Ouvriers Q	0.070	0.508	0.066	-0.028	0.000	0.010	-0.917	0.325	16.691	-0.687	0.182	9.622
Employés	0.028	0.682	0.081	-2.103	0.562	21.850	0.203	0.005	0.330	0.953	0.115	7.480
Artisans, Com, PI	0.033	0.353	0.079	-0.441	0.029	1.115	0.429	0.028	1.706	-1.405	0.296	18.845
						31.359			23.381			46.884
Secteur d'activité												
Industrie	0.091	0.432	0.058	0.339	0.065	1.829	0.736	0.308	13.993	-0.321	0.059	2.737
Construction	0.067	0.491	0.067	0.787	0.227	7.284	-0.791	0.229	11.928	0.308	0.035	1.866
Tertiaire	0.092	0.497	0.057	-0.904	0.479	13.236	-0.149	0.013	0.583	0.091	0.005	0.226
						22.349			26.504			4.829
Part du métier dans l'emploi en %												
Moins de 0.6	0.063	0.260	0.068	0.486	0.079	2.593	0.734	0.180	9.612	-0.040	0.001	0.029
Entre 0.6 et 1.5	0.065	0.570	0.067	-0.875	0.267	8.683	0.068	0.002	0.085	-0.928	0.301	16.318
Entre 1.5 et 2	0.069	0.380	0.066	0.841	0.271	8.592	-0.181	0.012	0.642	0.502	0.097	5.111
Plus de 2	0.053	0.308	0.071	-0.599	0.098	3.371	-0.708	0.136	7.636	0.520	0.074	4.228
						23.239			17.975			25.686
Taux de féminisation												
Moins de 25%	0.172	0.701	0.028	0.337	0.250	3.420	-0.394	0.343	7.613	-0.221	0.108	2.461
25%-50%	0.040	0.350	0.076	0.161	0.005	0.182	1.328	0.337	20.144	0.197	0.007	0.456
50%-75%	0.020	0.269	0.084	-1.532	0.199	8.044	0.877	0.065	4.278	-0.236	0.005	0.318
Plus de 75%	0.018	0.568	0.084	-1.889	0.281	11.410	-0.142	0.002	0.105	1.905	0.286	19.368
						23.056			32.14			22.603

Contribution moyenne = 6.67

Femmes

	Ensemble			Dimension 1			Dimension 2			Dimension 3		
	Poids	Qualité	Inert (%)	Coord.	Cos ²	Cont (%)	Coord.	Cos ²	Cont (%)	Coord	Cos ²	Cont (%)
Niveau de qualification												
Ouvriers NQ	0.085	0.731	0.066	1.103	0.625	15.088	0.449	0.103	4.506	0.082	0.003	0.214
Ouvriers Q	0.015	0.510	0.094	0.813	0.042	1.456	-2.569	0.423	26.274	-0.829	0.044	3.840
Employés	0.150	0.749	0.040	-0.705	0.747	10.897	0.005	0.000	0.001	0.037	0.002	0.075
						27.4			30.781			4.129
Secteur d'activité												
Industrie	0.095	0.576	0.062	0.944	0.549	12.408	-0.167	0.017	0.699	0.133	0.011	0.623
Construction	0.004	0.039	0.099	-0.320	0.001	0.053	0.853	0.011	0.687	1.361	0.027	2.455
Tertiaire	0.151	0.559	0.040	-0.587	0.528	7.620	0.085	0.011	0.288	-0.116	0.021	0.753
						20.081			1.674			3.831
Part du métier dans l'emploi en %												
Moins de 0,6	0.035	0.737	0.086	1.062	0.183	5.766	-0.178	0.005	0.293	-1.835	0.548	43.683
Entre 0.6 et 1.5	0.089	0.555	0.064	-0.416	0.096	2.252	-0.863	0.413	17.529	0.290	0.047	2.781
Entre 1.5 et 2	0.032	0.736	0.087	1.557	0.362	11.498	0.443	0.029	1.682	1.522	0.345	27.859
Plus de 2	0.093	0.507	0.063	-0.541	0.175	4.005	0.736	0.323	13.364	-0.118	0.008	0.482
						23.521			32.868			74.805
Taux de féminisation												
Moins de 25%	0.017	0.288	0.093	1.498	0.165	5.610	-0.510	0.019	1.177	1.190	0.104	8.984
25%-50%	0.063	0.651	0.075	1.216	0.502	13.700	0.368	0.046	2.268	-0.552	0.103	7.148
50%-75%	0.045	0.515	0.082	-0.356	0.028	0.831	-1.469	0.473	25.624	0.254	0.014	1.074
Plus de 75%	0.125	0.651	0.050	-0.696	0.481	8.815	0.413	0.169	5.608	0.025	0.001	0.030
						28.956			34.677			17.236

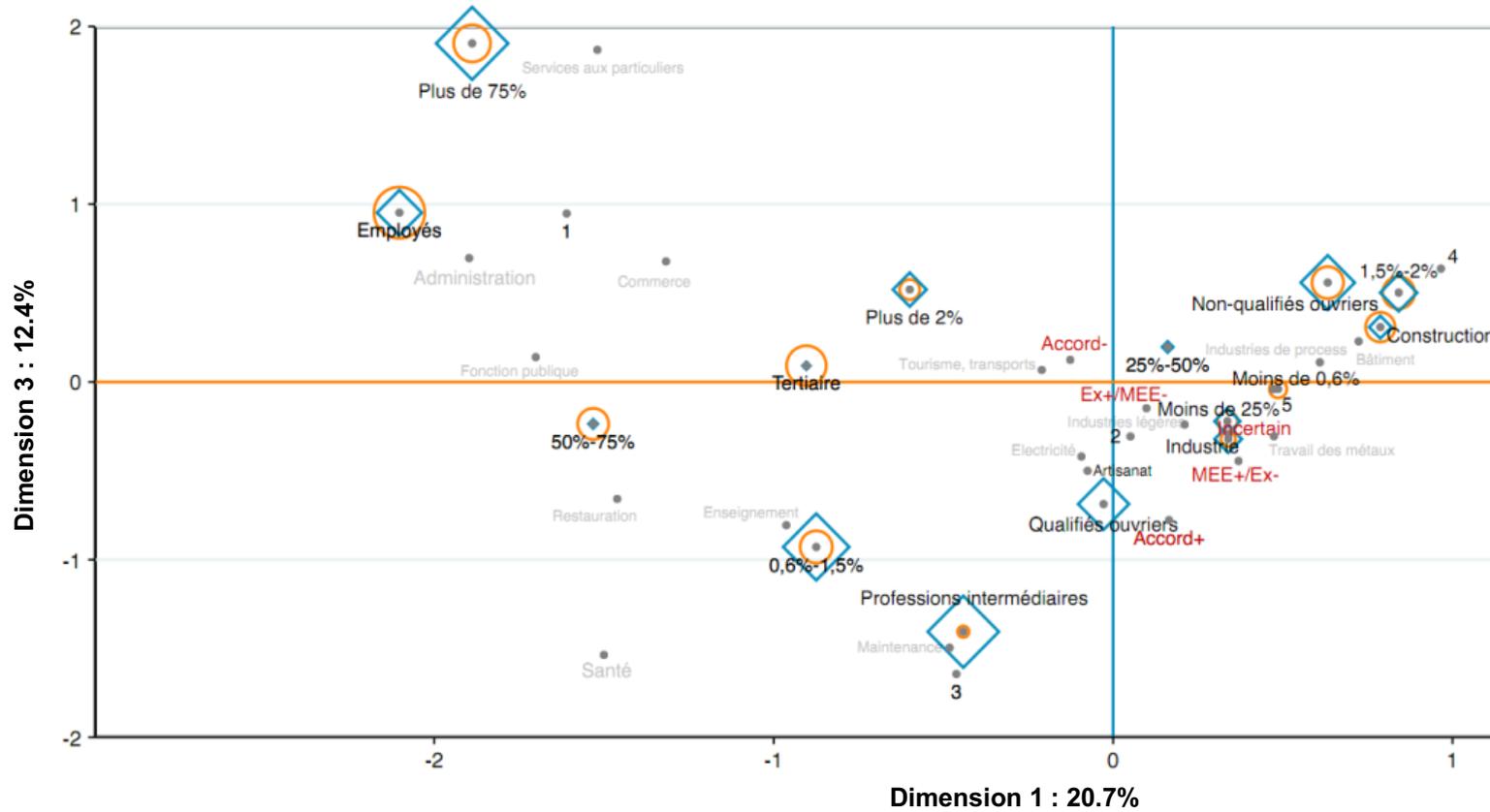
Contribution moyenne = 7.14

Abréviations

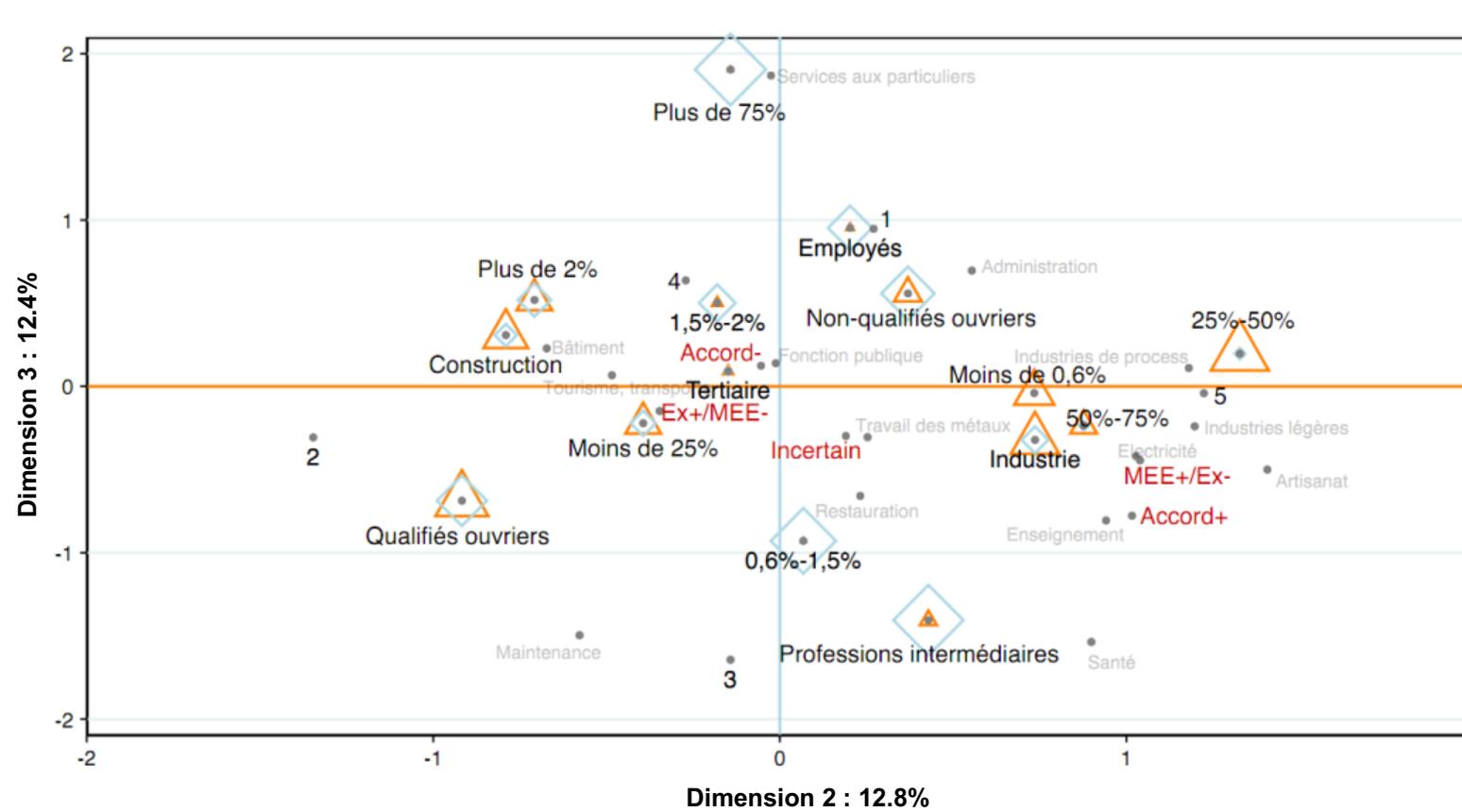
PI : Profession intermédiaires ; NQ : Non-qualifiés ; Q Qualifiés ,

Figure 0-2

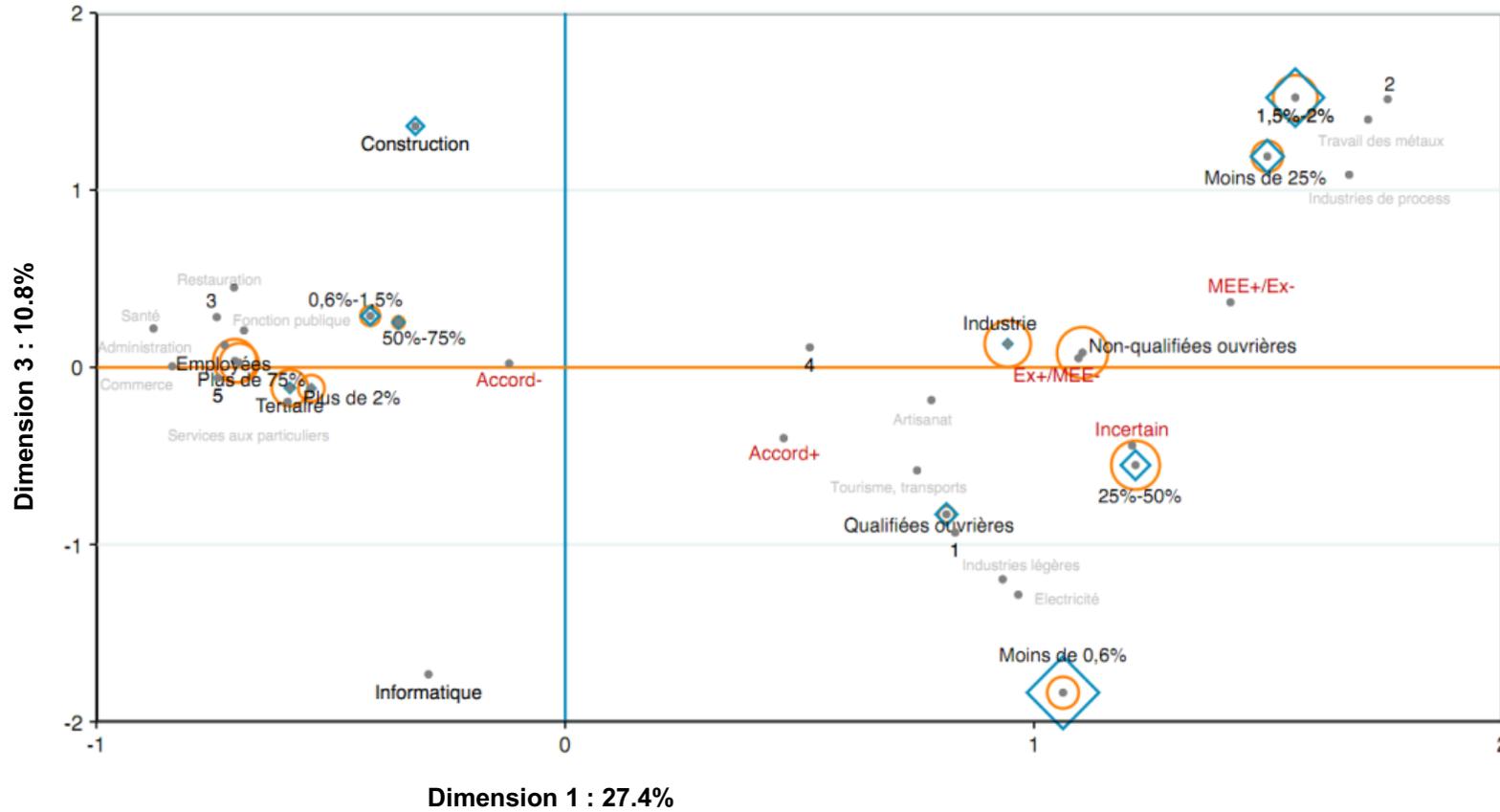
(a) Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les hommes (Dimension 1 & 3)



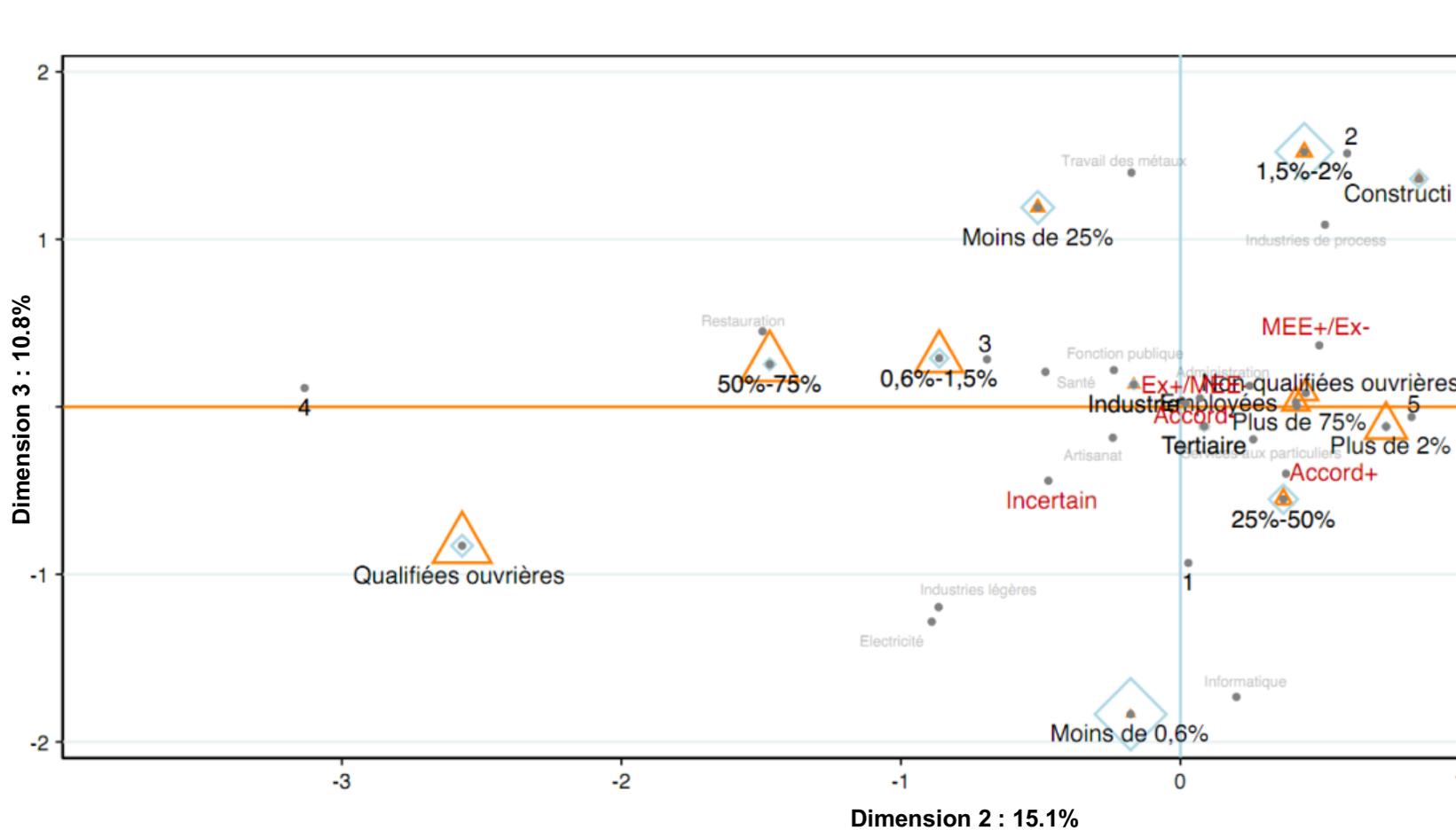
(b) Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les hommes (Dimension 2 & 3)



(c) Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les femmes (Dimension 1 & 3)



(d) Représentation graphique de l'analyse par correspondance multiple : postes occupés par les femmes (Dimension 2 & 3)



Lecture Figure 8-2 (a), (b), (c), (d)

- Les lignes verticales et horizontales représentent les axes de coordonnées nulles (c'est un repère orthonormé). Elles permettent d'interpréter la distribution des modalités suivant les dimensions de l'ACM. Chaque dimension est dotée d'un thème spécifique. Ce sont : une couleur ainsi qu'une forme géométrique spécifiques autour des modalités (points gris) contribuant à sa formation. La taille de la forme géométrique est proportionnelle à la contribution de la modalité dans la formation de la dimension.
 - La **dimension 1** est marquée en bleu azur (prononcé). La contribution des modalités est représentée par un **triangle**.
 - La **dimension 2** est marquée en en bleu ciel (clair). La contribution des modalités est représentée par un **cercle**.
 - La **dimension 3** est marquée en orange. La contribution des modalités est représentée par un **losange**.
- Les modalités sans forme géométrique sont les variables supplémentaires (elles ne contribuent pas à la formation des dimensions). Ce sont les modalités de classement de l'exposition (en rouge) et les familles professionnelles (en gris). Cette dernière a été rajoutée à simple visée informative sur la distribution des métiers dans l'espace.
- Suivant chaque dimension, plus des modalités proches, plus elles sont positivement associées. Les modalités éloignées de part et d'autre d'un axe sont, quant à elles, négativement associées.
- Les chiffres de 1 à 5 représentent le centre des clusters définis par la classification ascendante hiérarchique (cf. Tableau 5-15)

Annexes : Chapitre 6

Tableau 0-17

Répartition de la population active selon le statut socioéconomique et l'activité économique, dans toute la France et dans la zone géographique couverte par l'étude ICARE

	Zone géographique couverte	ICARE (%)	France (%)
Catégorie socioprofessionnelle			
Agriculteurs		2.8	2.7
Indépendants		6.4	6.6
Cadres		11.2	13.1
Professions intermédiaires		22.7	23.1
Employés de bureau		27.6	28.8
Ouvriers		29.2	25.6
Secteurs d'activité			
Agriculture, chasse et forêt		3.9	4.0
Pêche		0.3	0.1
Exploitation minière et extraction		0.2	0.2
Industrie		20.8	17.3
Électricité, gaz et eau		0.8	0.9
Construction		6.2	5.8
Vente gros/détail ; réparation voitures, articles de maison		13.3	13.2
Hôtels et restaurants		3.5	3.5
Transport, stockage et communication		5.6	6.4
Finance		2.3	3.0
Commerce, location		10.0	11.2
Administration publique		8.8	9.8
Éducation		7.4	7.3
Travail social et santé		11.9	11.6
Autres activités de service		3.9	4.4
Personnels à domicile		1.0	1.1
Organisations extraterritoriales		0.1	0.1

Source : Extrait de Mattei (2015)

Données France : Insee, recensement de la population de 1999

Tableau 0-18

Distribution de la population d'étude selon le département d'habitation, analyses stratifiées sur le sexe

<i>n (% en colonne)</i>	Hommes (n= 5 054)		Femmes (n= 1 425)	
	Cas (n= 2 273)	Témoins (n= 2 779)	Cas (n= 622)	Témoins (n=760)
Département				
Calvados	270 (11.9)	358 (12.9)	78 (12.5)	104 (13.7)
Hérault	252 (11.1)	360 (12.9)	77 (12.4)	82 (10.8)
Isère	371 (16.3)	407 (14.6)	103 (16.6)	94 (12.4)
Loire-Atlantique	272 (12.0)	310 (11.2)	74 (11.9)	90 (11.8)
Manche	262 (11.5)	247 (8.9)	58 (9.3)	64 (8.4)
Bas-Rhin	302 (13.3)	360 (12.9)	93 (14.9)	109 (14.3)
Haut-Rhin	56 (2.5)	89 (3.2)	16 (2.6)	29 (3.8)
Somme	269 (11.8)	387 (13.9)	46 (7.4)	109 (14.5)
Vendée	113 (5.0)	149 (5.4)	36 (5.8)	48 (6.2)
Doubs, T. Belfort	106 (4.7)	112 (4.0)	41 (6.6)	31 (4.1)

Source : Étude ICARE, 2001-2007

Tableau 0-19 :

Distribution des effectifs selon le statut de l'exposition^a pour différents solvants chlorés, analyses stratifiées sur le sexe

n (% en col)	Hommes				Femmes					
	Cas (n= 2273)		Témoins (n= 2779)		Cas (n= 622)		Témoins (n=760)			
				p-value‡				p-value‡		
Solvant^b					<0.001					<0.001
Non exposé	1242	(54.6)	1704	(61.3)		508	(81.7)	678	(89.2)	
Exposé	995	(43.8)	1064	(38.3)		100	(16.1)	72	(9.5)	
Val. Manquantes	36	(1.6)	11	(0.4)		14	(2.3)	10	(1.3)	
Trichloréthylène					<0.001					<0.001
Non exposé	1255	(55.2)	1745	(62.8)		519	(83.4)	689	(90.7)	
Exposé	982	(43.2)	1023	(36.8)		89	(14.3)	60	(7.9)	
Val. Manquantes	36	(1.6)	11	(0.4)		14	(2.3)	11	(1.4)	
Chlorure méthylène					0.054					0.159
Non exposé	1996	(87.8)	2517	(90.6)		571	(91.8)	720	(94.7)	
Exposé	235	(10.3)	246	(8.9)		35	(5.6)	30	(3.9)	
Val. Manquantes	42	(1.8)	16	(0.6)		16	(2.6)	10	(1.3)	
Chloroforme					0.027					0.656
Non exposé	2207	(97.1)	2711	(97.6)		595	(95.7)	740	(97.4)	
Exposé	24	(1.1)	52	(1.9)		10	(1.6)	10	(1.3)	
Val. Manquantes	42	(1.8)	16	(0.6)		17	(2.7)	10	(1.3)	
Perchloroethylene					0.014					0.008
Non exposé	2124	(93.4)	2669	(96.0)		580	(93.2)	736	(96.8)	
Exposé	107	(4.7)	94	(3.4)		26	(4.2)	13	(1.7)	
Val. Manquantes	42	(1.8)	16	(0.6)		16	(2.6)	11	(1.4)	
Tétrachlorure carbone					0.369					0.680
Non exposé	2199	(96.7)	2714	(97.7)		593	(95.3)	738	(97.1)	
Exposé	32	(1.4)	49	(1.8)		12	(1.9)	12	(1.6)	
Val. Manquantes	42	(1.8)	16	(0.6)		17	(2.7)	10	(1.3)	

Lecture : Chez les femmes, un total de 89 cas, soit 14.3% des cas ont été évalués comme étant exposés au trichloréthylène

Source : Étude ICARE, 2001-2007

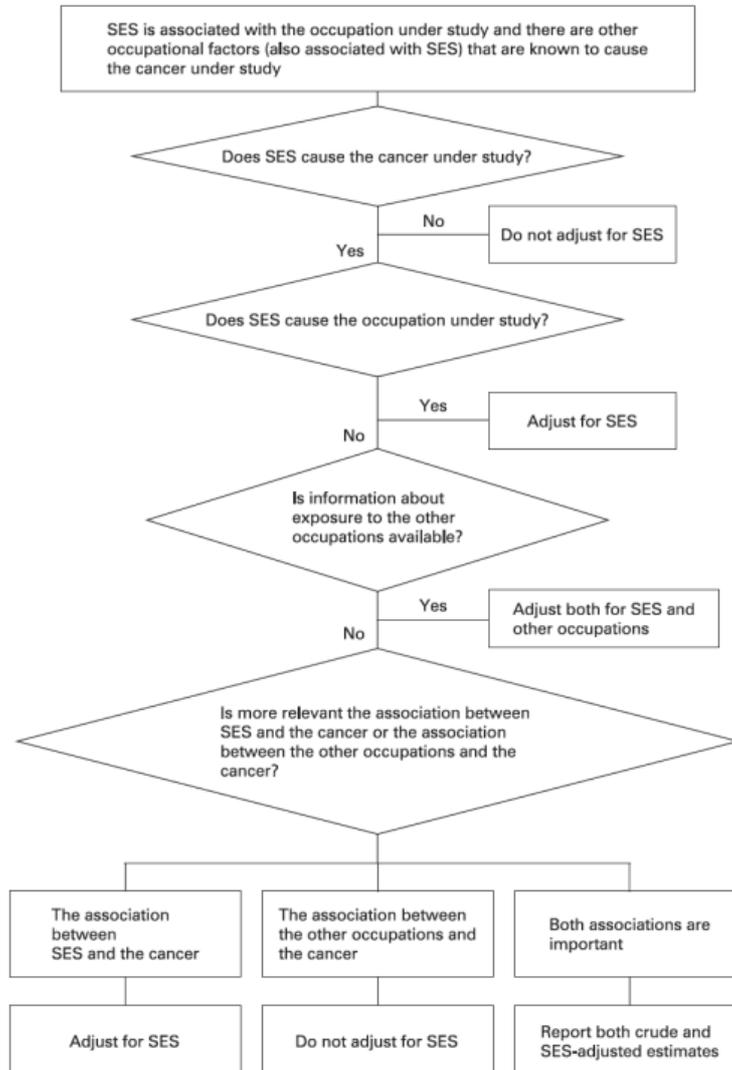
a. Un sujet est considéré comme exposé si la probabilité d'exposition est non nulle pour au moins un épisode professionnel.

b. Au moins un des cinq solvants suivants : trichloréthylène, perchloroéthylène, dichlorométhane, tétrachlorure de carbone et chloroforme

‡ Déterminé par un test bilatéral de Fisher

Figure 0-3

Règles pratiques de décision pour l'ajustement sur le statut socio-économique (SES) dans les études portant sur les cancers d'origine professionnelle



Source : Reproduit de Richiardi et al, 2008

Accepted: 31 January 2018
DOI: 10.1002/ajim.22823

REVIEW ARTICLE

WILEY AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE

A comprehensive approach of the gender bias in occupational cancer epidemiology: A systematic review of lung cancer studies (2003-2014)

Charles-Olivier Betansedi MPH^{1,2}  | Patricia Vaca Vasquez MPH³ | Emilie Council PhD^{2,3,4,5}

¹ Paris-Saclay University, Paris-Sud University, UVSQ, Villejuif, France

² Giscop93, Paris 13 University, Bobigny, France

³ EHESP School of Public Health, Rennes, France

⁴ IRIS UMR8156-U997, Paris 13 University, Bobigny, France

⁵ INSERM, U1085, IRSET, ESTER Team, University of Angers, Angers, France

Correspondence

Charles-Olivier Betansedi, MPH, Giscop93, Université Paris 13, UFR SMBH 74 rue Marcel Cachin, 93017 Bobigny cedex, France.
Email: charles-olivier.betansedi@inserm.fr

Funding information

Inca, France DIM Gestes, Ile-de-France, France

Background: In occupational epidemiology, a male-centered perspective often predominates. We aimed to describe current research practices in terms of gender consideration at different stages of epidemiological studies.

Methods: A systematic review of occupational lung cancer publications indexed in PubMed was conducted over the period 2003-2014. Articles were described according to the sex composition of their study sample.

Results: In 243 studies, 7 (3%) were women-only, 101 (41%) were mixed, with a disproportionate men-to-women ratio (P50 = 3.5; P75 = 12.4). A shift was observed from mixed and unspecified source populations to men-only final samples. Our results also suggest implicit generalization of results from men-only studies, a lack of tests of interaction and often unjustified sex-adjustment for mixed studies.

Conclusions: The lower proportion of women in studies cannot be fully explained by their under-representation in the target populations, since there were large numbers of women among both potentially exposed workers and patients diagnosed with lung cancer.

KEY WORDS

bias (epidemiology), carcinogens, lung neoplasm, occupational exposure, women, women's health

1 | INTRODUCTION

The last GLOBOCAN report estimated an overall 8.2 million cancer deaths (3.6 million women ie 43%) and 14.1 million new cases (6.7 million women, 47%) in 2012 worldwide; 8 million (57%) of the latter occurring in the less developed regions.¹ Many factors are involved in the distribution of cancers between sexes and across regions. Efforts for prevention rely on the ability to identify and address contextually those factors, some of which are known. In epidemiology, the contribution of a risk factor to a certain health

outcome is often quantified using the population attributable fraction (PAF). PAFs are meant to express the proportional reduction in a particular disease incidence or mortality that could be achieved if exposures to a given risk factor were to be suppressed. Globally about 30-50% of all cancer cases are thought to be preventable.^{2,3} While these preventable causes seem to be driven by smoking,⁴⁻⁶ many other risk factors such as occupational exposures also play a role in cancer etiology.⁷

The estimated PAF for all cancers related to occupation generally ranges between 2% and 8%, 3-14% for men and 1-2% for women.⁸ Nevertheless, it has to be emphasized that the calculation of a PAF relies on the extent and availability of definite information: the population lifelong prevalence of the exposure of interest at a given

Institution at which the work was performed: Giscop93, Université Paris 13, UFR SMBH, address: 74 rue Marcel Cachin, 93017 Bobigny cedex, France.

point in time, and the relative risk of the disease due to that exposure.⁹ Thereby, the estimated proportion of work-related cancers has often been a controversial issue, especially with regard to the assessment of PAFs among women. For some, the gender difference in PAF simply reflects the lower exposure of women as compared to men, resulting from a sexual division of labor¹⁰; women are engaged in different and less hazardous jobs or tasks than men.¹¹ For others, it rather suggests an underestimation of occupational risk factors, as argued by the paucity of information regarding women's exposures.¹²⁻¹⁹ In clinical research, the women's health movement²⁰ has resulted in attempts to counter sex-related methodological biases and include more women in studies.^{21,22} Likewise, more attention has been given in recent decades to the field of sex-related bias in occupational health and epidemiology.^{11,12,18,23-26}

In this paper, we aim to bring new information in order to weight the arguments pertaining to the origins of the "gender gap" in the acknowledged burden of occupational cancers. Following the PRISMA guidelines,²⁷ we conducted a systematic review of occupational lung cancer publications, setting a twofold objective: (1) describe current research practices in terms of sex consideration in the conduct and analysis of observational studies and (2) discuss these practices in terms of potential gender-related biases. Previous comparable studies notably include Niedhammer et al¹⁶ who assessed sex consideration in occupational health publications during the year 1997. Also, and more specific to cancers, Zahm et al's²⁸ survey on the characteristics of occupational cancer studies which included women and minorities between 1971 and 1990; a survey recently updated by Hohenadel et al¹⁴ on women inclusion between 1991 and 2009. In this study, we made the following assumptions: (1) there is a gender gap in the occupational cancer literature and (2) the gap cannot be fully explained by occupational exposure differences or by gender differences in smoking behavior. We thus drew on lung cancer, the most common cancer that affects both men and women worldwide,¹ ranked as the leading cause of cancer death and the third most incident cancer among women.¹ Lung cancer global trends tend, in general, to parallel historical changes in exposure to tobacco smoking among men and women. Nevertheless, several studies have recently reported a larger proportion of non-smoking cases among women.^{29,30}

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 | Search strategy and articles selection

We searched the PubMed database for articles published from January 1, 2003 to December 31, 2014. We proceeded through the Advanced Search Builder, looking for specific combinations of Medical Subject Headings (MeSH) Terms, namely: "lung neoplasms" AND "occupational exposure," AND "epidemiology" as a MeSH Subheading. Cross-comparison with other bibliographic databases (Science Direct, and Web of Science) proved this method to provide the vast majority of the peer-reviewed articles published over the chosen timeframe. Eligible papers were those presenting an original study, written in English, and

reporting measures of association from an observational study. Comments, risk analysis approaches, reviews, and meta-analysis were not considered.

2.2 | Data collection and questionnaire items

A standardized form was created to abstract data from selected papers. The first items in the form related the journal, year of publication, geographical region of investigation, and sex of first and last authors (derived from first names and Internet search). The next items related each stage of an epidemiological study. In the selection of participants, both the size and sex composition of the study sample, and that of the source population were recorded, along with their justification when presented. Other variables included: study design (cohort, case-cohort, nested case-control, case-control), health outcome (incidence, mortality), exposure of interest (agent, sector of activity, general population), methods of exposure assessment (self-report, job titles, job-exposure matrix [JEM], expert assessment, and direct measurement [eg, use of a dosimeter]). Statistical methods were documented, focusing on the strategies used to account for the effect of "sex" in the multivariate models (adjustment, test of interaction, stratification). Assessment of non-occupational exposure to the agent of interest and smoking were also documented. For studies reporting multiple disease outcomes, only lung cancer results were considered. Differential results between men and women with regard to the occupational exposures or their association with lung cancer risk were noted (as present or absent), as well as the authors' interpretation of these differences. Finally, we documented, for each article, whether or not the sample sex composition was explicitly stated in its title, abstract, tables, or conclusion.

One-tenth of papers were blindly reviewed by two researchers in order to make sure that every item was non-ambiguously defined. Data entry was performed on Epi Info 7™.³¹

2.3 | Processing of questionnaire items

Articles were classified according to the sex composition of their study sample, and accordingly referred to as *men-only* or *women-only* studies when solely including men or women, or *mixed* studies when including both sexes. The same classification was applied to the source populations. These articles were then described according to selected questionnaire items. In particular, the sectors of activity were classified, based on the women's proportion of workers in the French industry,^{32,33} such that an occupation was considered male-dominated if fewer than 34.3% of workers in the given occupation (or sector) were women.³⁴ Three categories were formed: men-dominated sectors (agriculture, breeding, extractive, construction, and nuclear activities); women-dominated sectors (mostly services); and integrated sectors (mostly manufacturing activities, or several sectors eg, population-based or hospital-based case-control studies). Mixed studies were further described according to the study sample's median sex ratios (men to women), in order to assess the relative distribution of men and women participants.

2.4 | Statistical analyses

We contrasted the distribution of articles according to sex composition with that of the variables of interest using two-sided Fisher exact tests. The type-one error was *a priori* set to 0.05. All *P*-values refer to the comparison of men-only and mixed studies due to low number of observations in the group of women-only studies. Further comparisons were conducted within the sub-group of mixed studies according to the men-to-women sex ratio of their sample. Data management and analysis were performed on STATA™ version 14.2.³⁵

3 | RESULTS

3.1 | Selection of papers

From the initial search, 653 abstracts were retrieved from 43 journals. After screening, 399 manuscripts did not meet our inclusion criteria due to their aim (papers not pertaining to analytical studies or focusing on other related diseases such as mesothelioma), publication type (such as systematic review or methodological papers) ($n = 336$), or language ($n = 63$). Moreover, six full-text articles could not be found. In the remaining 248 papers, information on the study sample sex-composition was missing for five studies. The final sample reviewed was then made up of 243 original full-text publications.

3.2 | Main characteristics of the overall sample

Table 1 reports a general description of the reviewed articles. Studies were performed essentially in European and Northern American contexts (81.0%) and published in occupational and environmental journals (71.6%). Half of publications had men as both first and last authors, while 10% had women at both positions. Men-only studies were the most frequent (135 papers, 55.6%), followed by mixed studies (101 papers, 41.5%) and women-only studies (7 papers, 2.9%). As shown in Table 2, the source population was mixed for 159 papers (65.4%), single-sex for 6 papers (2.5%), and unspecified for as much as 78 papers (32.1%). Papers also tended to include more men than women, as shown by the sample sizes used in mixed studies (Figure 1). Integrated sectors were the most investigated (134 papers, 55.1%), followed by traditionally men-dominated sectors (105 papers, 43.2%), while women-dominated sectors represented a minor proportion (4 papers, 1.7%). The most investigated single agents included asbestos (35 papers, 14.4%), silica (22 papers, 9%), and diesel exhaust (15 papers, 6.2%), while uranium miners (11 papers, 4.5%), nuclear workers (5 papers, 2.1%) and asphalt workers (5 papers, 2.1%) were the most studied occupations (data not shown). The cohort was the most used design (184 papers, 75.7%, mostly retrospective), and mortality the main epidemiological outcome studied (134 papers, 55.1%). The most used methods of occupational exposure assessment included: JEM (69 papers, 28.4%), self-report (58 papers, 23.9%), job titles (44 papers, 18.1%), measurement (29 papers, 11.9%), modeling (28 papers, 11.5%), and expert assessment (20 papers, 8.2%) (data not shown). A majority of papers reported regression outputs adjusted on smoking

habits (160 papers, 65.8%) and other occupational exposures (140 papers, 57.6%) (Table 2).

3.3 | Characteristics of men-only studies

Comparing the sex-composition of the final study sample with that of the source population, an important shift was observed from mixed and unspecified source populations to men-only final samples (Table 2). Such sampling strategies were often, but not systematically justified by authors (eg, 36 justifications out of 56 (64.3%) men-only papers with mixed sources). Justifications referred to: (i) the composition of the target population ie, exclusion of women based on a low female/male ratio in the sector or conversely exclusion of men based on a low male/female ratio (16 papers) (eg, Birk et al³⁶); (ii) the occupational exposure level that is exclusion based on low prevalence/intensity of exposure (8 papers) (eg, Beveridge et al³⁷); (iii) the disease occurrence that is exclusion based on low number of expected cases (5 papers) (eg, Gun et al³⁸); or (iv) several explanations (9 papers), that is, at least two of the above (eg, Ahn et al³⁹). Cohorts represented 82.2% of study designs (111 papers). Men-only studies were conducted in men-dominated sectors (76 papers) and integrated sectors (59 papers) (Table 2). Finally, 28.9% (39 papers) of men-only studies did not specify the sex composition of their sample in title, abstract, tables, or conclusion of the paper. By contrast, all women-only studies specified at least one of those items (data not shown).

3.4 | Overall characteristics of mixed studies

Mixed studies differed from men-only studies on several characteristics: the journal of publication ($P = 0.025$) (Table 1), the sectors of activity ($P < 0.001$), and the study design ($P = 0.004$) (Table 2). As such, mixed studies were more likely to be reported in epidemiology and medical journals (as compared to occupational journals). Investigations were mostly directed towards integrated sectors, and case-control designs were the most used. No other statistically significant difference was observed between the two sub-groups of papers.

There were no mixed studies reporting a different use of exposure assessment tools for men and women. As shown in Table 3, authors used as much stratification as adjustment (47 papers, 49.0%) as a strategy to account for the variable "sex" in multivariate modeling. A difference was however observed according to the study design. Adjustment and stratification were used regardless of the sample size for case-control studies, while for cohort studies, stratification was performed on overall larger sample sizes (Figure 1). A test of interaction was reported for 8 papers (8.3%). Very few authors provided a justification for the strategy used [5 papers for stratification (eg, Sathiakumar et al⁴⁰) and only 2 for adjustment (eg, Yiin et al⁴¹)].

When the results were stratified by "sex," 33 papers presented at least some differential results between men and women regarding the exposure (either on probability, intensity, or duration), and 16 of them provided an interpretation, which mostly related the differences in job tasks (Amr et al⁴²) (data not shown). Similarly, 19 out of the 40 papers which presented at least some differential results between men and women regarding the strength of association (RR or OR) proposed an

TABLE 1 Occupational lung cancer studies 2003-2014: General description of articles (n = 243)

	Total (col %)		Study sample composition (row %)						P-value*
			Women-only		Men-only		Mixed		
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
Total	243	(100)	7	(2.9)	135	(55.6)	101	(41.5)	
Region									0.205
Europe	115	(47.3)	0	(0.0)	66	(57.4)	49	(42.6)	
North America	82	(33.7)	2	(2.4)	41	(50.0)	39	(47.6)	
Others	46	(19.0)	5	(10.9)	28	(60.9)	13	(28.2)	
Year of publication									0.600
2003-2008	116	(47.7)	2	(1.7)	63	(54.3)	51	(44.0)	
2009-2014	127	(52.3)	5	(3.9)	72	(56.7)	50	(39.4)	
Journal of publication									0.025
Main field									
Epidemiology	21	(8.6)	1	(4.8)	9	(42.8)	11	(52.4)	
Occupational	174	(71.6)	3	(1.7)	107	(61.5)	64	(36.8)	
Medicine	48	(19.8)	3	(6.2)	19	(39.6)	26	(54.2)	
First and last authors' gender									0.627
Men-men	122	(50.2)	2	(1.6)	70	(57.4)	50	(41.0)	
Women-women	24	(9.9)	1	(4.2)	11	(45.8)	12	(50.0)	
Men-women ^a	97	(39.9)	4	(4.1)	54	(55.7)	39	(40.2)	

*Fisher exact-test (two-sided) comparing men-only and mixed studies.

^aFirst author men and last author women or first author women and last author men.

Bold value indicates statistically significant values.

interpretation to that difference. Most interpretations referred to behavioral differences between men and women, notably the differences in residual confounding by smoking (9 papers, eg, Gilbert et al⁴³). Few authors underlined gender differences in baseline risks (2 papers, eg, Pira et al⁴⁴) or in job-specificity (4 papers, eg, Felini et al⁴⁵).

3.5 | Characteristics of mixed studies according to men-to-women sex-ratio

Half of the mixed studies had a study sample with a (men-to-women) sex-ratio larger than 3.5, a quarter a ratio higher than 12.4. Only 11 papers (10.9%) had an "even" sex distribution (ratio between 0.8-1.2) and 4 papers (4.0%) presented a ratio lower than 0.8 (more women than men included). Table 3 reports the mixed studies distribution according to the men-to-women ratio of participants. Studies with a lower men-to-women ratio were more likely to report the use of binary exposure variables ($P = 0.015$), incidence outcomes ($P = 0.026$), and sex stratification in multivariate models ($P = 0.015$).

4 | DISCUSSION

4.1 | Key results

Our systematic review analyzed a set of 248 publications reporting analytical epidemiology studies published between 2003 and 2014

and indexed on PubMed; five papers did not report the sex composition of the study sample. Most papers were classified as men-only or mixed studies; very few were women-only studies. An important, and often unjustified, shift was observed from mixed and unspecified source populations to men-only final study samples. Moreover, mixed studies were found to include far fewer women participants (men-to-women ratio, $P50 = 3.5$; $P75 = 12.4$). Smoking and occupational exposures other than the main exposure of interest were often adjusted for in the multivariate models. On the other hand, interaction between sex and the main exposure was rarely tested. Overall, the strategy used to account for the sex effect in multivariate models (adjustment, interaction or stratification) was rarely justified. Finally, men-only studies often failed to specify their sample sex composition in the title, abstract, tables or conclusion of articles.

4.2 | Women's inclusion in occupational lung cancer studies reflects the sexual division of labor

Our results suggest that the inclusion of women in studies regarding occupational lung cancer remains minimal, as shown by the very few women-only studies and the largely disproportionate men-to-women ratio among mixed studies. This observation is consistent with Niedhammer et al¹⁶ and Hohenadel et al¹⁴ studies, in which they found for the broader categories of cancers and respiratory cancers respectively, men to be included in 90.8% and 95.2% of studies (compared to a combined 97.1% of

TABLE 2 Occupational lung cancer studies 2003-2014: Main characteristics of interest (n = 243)

	Study sample composition (col %)								P-value*
	Total (col %)		Women-only		Men-only		Mixed		
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
Total	243	(100)	7	-	135	(100)	101	(100)	
Source population's sex composition									N/A
Mixed	159	(65.4)	2	-	56	(41.5)	101	(100.0)	
Single-sex	6	(2.5)	1	-	5	(3.7)	N/A	N/A	
Unspecified	78	(32.1)	4	-	74	(54.8)	0	(0.0)	
Sector of activity ^a									<0.001
Men-dominated	105	(43.2)	1	-	76	(56.3)	28	(27.7)	
Integrated	134	(55.1)	5	-	59	(43.7)	70	(69.3)	
Women-dominated	4	(1.7)	1	-	0	(0.0)	3	(3.0)	
Study design ^b									0.004
Cohort	184	(75.7)	7	-	111	(82.2)	66	(65.4)	
Case-control	59	(24.3)	0	-	24	(17.8)	35	(34.6)	
Outcome of interest									0.486
Mortality	134	(55.2)	2	-	80	(59.3)	52	(51.5)	
Incidence	98	(40.3)	5	-	49	(36.3)	44	(43.5)	
Both	11	(4.5)	0	-	6	(4.4)	5	(5.0)	
Exposure of interest									0.523
Agent only	132	(54.3)	3	-	73	(54.1)	56	(55.4)	
Occupation only	105	(43.2)	4	-	57	(42.2)	44	(43.6)	
Both	6	(2.5)	0	-	5	(3.7)	1	(1.0)	
Type of exposure variable (at least one)									0.475
Binary (Yes)	75	(30.9)	3	-	38	(28.1)	34	(33.7)	
Categorical (Yes)	60	(24.7)	1	-	32	(23.7)	27	(26.7)	0.778
Continuous (Yes)	112	(46.1)	2	-	65	(48.2)	45	(44.6)	0.568
Covariates in the multivariate regression model(s)									0.268
Smoking (Yes)	160	(65.8)	5	-	93	(68.9)	62	(61.4)	
Other occupational exposures (Yes)	140	(57.6)	3	-	76	(56.3)	61	(60.4)	0.594

N/A, Not applicable.

*Fisher exact-test (two-sided) comparing men-only and mixed studies.

^a"Men-dominated sectors": extractive industry, construction, agriculture, breeding and similar; "Mixed sectors": manufacturing and population-based case-control studies; "Women-dominated sectors": services.

^b"Cohort" studies include case-cohort and nested case-control studies.

Bold value indicates statistically significant values.

men's inclusion in our study), against 46.1% and 43.2% for women (44.4% in our study).¹⁴ Two main hypotheses may be formulated while interpreting this men-centered distribution. First, it might simply be reflecting the horizontal segregation of work, that is, the tendency for men and women to be employed in different occupations and sectors. As occupational cohorts focus on occupations or sectors of activity where suspected carcinogenic exposures occur, the predominance of men in the study samples would be explained by there being fewer women occupying those jobs thought to be at higher risk of exposure. This was reflected in our sample as three quarter of cohorts conducted within men-dominated sectors were based on men-only samples. It also concurs with the justifications provided by authors with

regard to their sample selection, which mostly depended on the sex distribution of the target population. As a result, women's small samples or alleged lower prevalence (or level of exposure) often precluded their inclusion in final analyzes due to lack of statistical power.

4.3 | Non-inclusion may also reflect some disengagement towards women's occupational hazards

For decades, men have remained more affected than women by lung cancer,¹ and the main established occupational lung carcinogens tend

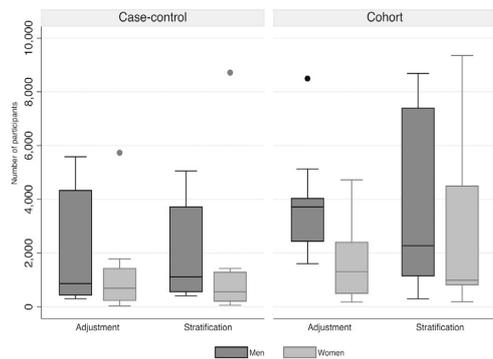


FIGURE 1 Number of men and women participants, by study design and strategy of statistical analysis (Adjustment vs Stratification on “sex”; $n = 97$ mixed studies)

to be found in male-dominated sectors.^{7,46} Nevertheless, neither the sex gap for both incidence and mortality, nor the gender gap in exposure to identified lung carcinogens can fully explain the women's inclusion deficit in the recent literature. We provide several arguments.

The first argument is simply the well-described tendency to set men's health issues as primary focus for scientific observations. Many facts from our review support this view. Firstly, the men-centered distribution did not only pertain to men-dominated sectors, but was broadened to all sectors of activity, as shown by the men-to-women ratio, higher than two for half of cohort studies conducted within integrated sectors (data not shown). Moreover population-based case-control studies, by their design, should not be influenced by an eventual horizontal segregation of work, since the selection of participants is based on the disease, and not the exposure status. On a side note, the incident lung cancer men-to-women ratio is only 1.8 in more developed regions,¹ where most case-control studies were performed. Nevertheless, four in ten (non-nested) case-control studies were based on men-only samples studies (data not shown). This hypothesis was also suggested by Hohenadel et al¹⁴ findings. Over 17 cancer types studied, only breast (and female genital) cancer presented more women-only than men-only studies. Men were also routinely included in studies regardless of tumor site, that is in at least 94% of articles for most of cancer type, and as much as 72.6% of studies of breast cancer.

The second argument is the flip side of the same coin, that is, the tendency to neglect women occupational issues or potential men/women differences. The weight of men-only studies among papers investigating integrated sectors of activity might be indicative of this issue. While women's non-inclusion in final study samples is likely driven by the extreme horizontal segregation (and therefore a low women workforce) in men-dominated sectors of activity (eg, construction, extraction), for rather integrated or women-dominated activities (eg, personal care and services), this issue ought to be questioned. The lack of information on the sex composition of the source population did not allow us to further investigate this issue, nor did the unjustified sampling from mixed and unspecified source

populations to men-only final study. In any case, it rather seems unequivocal that the agents and occupations under study turn de facto the investigations towards men-dominated occupations. Zahm and Blair¹⁸ provided a review of selected female-dominated industries with previously reported lung cancer excesses: service industries, health-care, cosmetology, dry cleaning, manufacturing, textile, etc. Only four investigations in our study (3 in the healthcare sector and 1 in the personal care) were carried out in women-dominated sectors.

4.4 | Beyond the inclusion process: the use of differential methodology between men and women

Situations of gender-related bias may arise by who we investigate, but they may also derive from how we investigate. For the latter, a bias referred to as the double standard is often encountered. In occupational epidemiology, a double standard might materialize either in: (i) the practice of using different scientific approaches for men and women, one being of lower validity (or standard) or (ii) by not using different approaches when the adopted approach has lower validity for one sex.

4.4.1 | Study design

The cohort designs were more often used in men-only as compared to mixed studies. Cohorts are commonly ranked high in the hierarchy of observational epidemiological designs, especially when it comes to discussing causality. However, it is also arguable that the strength of evidence provided by a single study is context-dependent, and the penchant for cohort designs poses several limits^{47,48} with potential implications for women. Cohorts have been shown to perform better in examining multiple health effects of a single exposure, while case-control studies are more efficient in studying the association between a single disease and multiple exposures, including occupational, domestic, or para-occupational exposures throughout a subject's lifetime.⁴⁹ Work-related cancers are more likely to fall in the latter situation, as workers usually face multiple exposures over their career. Cohort studies also require to assemble large samples while minimizing loss to follow-up, a task hardly achievable for women workers in many occupational settings due to horizontal segregation. Moreover, assembling a stable cohort including women might even be more difficult as their employment conditions are often more precarious (involuntary part time job, recurrent short-term unemployment, ...).⁵⁰ The same issue might relate to workers employed under “atypical” contracts (such as sub-contractors), which raises the broader issue of the knowledge gaps concerning the most precarious workers.

4.4.2 | Exposure assessment

We found no significant difference in the use of self-report, expert assessment, and job exposure matrix (JEM) according to the sample sex composition. We argue however that differential measurement errors might occur within mixed papers, particularly when using tools such as general population JEM. JEM fully rely on job classifications, and are

TABLE 3 Characteristics of Mixed studies, according to the men-to-women ratio ($n = 97$)

	Total (col %)		Men-to-Women ratio (column %)				P-value*
			≤3.5 ^a		>3.5		
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
Total ^b	97	(100)	51	(100)	46	(100)	
Sector of activity ^c							<0.001
Men-dominated	27	(27.8)	6	(11.8)	21	(45.6)	
Integrated	67	(69.1)	43	(84.3)	24	(52.2)	
Women-dominated	3	(3.1)	2	(3.9)	1	(2.2)	
Study design ^d							0.289
Cohort	64	(66.0)	31	(60.8)	33	(71.7)	
Case-control	33	(34.0)	20	(39.2)	13	(28.3)	
Outcome of interest							0.026
Mortality	50	(51.5)	22	(43.1)	28	(60.9)	
Incidence	42	(43.3)	28	(54.9)	14	(30.4)	
Both	5	(5.2)	1	(2.00)	4	(8.7)	
Type of exposure variable (at least one)							
Binary exposure variable (Yes)	32	(33.0)	23	(45.1)	9	(19.6)	0.015
Categorical exposure variable (Yes)	26	(26.8)	10	(19.6)	16	(34.8)	0.111
Continuous exposure variable (Yes)	44	(45.4)	19	(37.2)	25	(54.4)	0.069
Strategy of analysis							
Adjustment (Yes)	47	(48.5)	21	(41.2)	26	(52.2)	0.157
Stratification (Yes)	47	(48.5)	31	(60.8)	16	(34.8)	0.015
Interaction (Yes)	8	(8.3)	4	(7.8)	4	(8.7)	1.000
Covariates in the multivariate regression model(s)							
Smoking (Yes)	60	(61.9)	34	(66.7)	26	(56.5)	0.403
Other occupational exposures (Yes)	59	(60.8)	31	(60.8)	28	(60.9)	1.000

*Fisher exact-test (two-sided) comparing studies according to men-to-women ratio (cut-off: 3.5).

^aMedian of the men-to-women sex ratio.

^bAmong the original group of 101 papers with a mixed study sample, 4 did not report men/women sample sizes.

^c"Men-dominated sectors": extractive industry, construction, agriculture, breeding and similar; "Mixed sectors": manufacturing and population-based case-control studies; "Women-dominated sectors": services.

^d"Cohort" studies include case-cohort and nested case-control studies.

Bold value indicates statistically significant values.

developed with the assumption that all workers holding the same job title experience an identical mean exposure.⁵¹⁻⁵³ They hence ignore intra-job variability. This generates measurement errors as people sharing the same job title may face different probability/intensity of exposure. As long as this measurement error is non-differential, there will be a bias either towards or away from the null for both sexes. Yet, because the tasks assigned and real work within the same job title often differ between men and women,^{18,54} JEMs are prone to fail to capture the real exposure of women beyond the measurement error usually associated with averaging approaches,⁵⁵ and all the more so when cumulative exposure is primarily captured through duration. Shorter working times and higher job insecurity experienced by women over their professional careers are more likely to involve short (yet potentially high in intensity) exposures to multiple agents, rather than longer exposures to single agents.

Beyond the JEM construction, the reliance on job titles (occupational code) has generally been shown to generate exposure misclassification,⁵⁶ even when expert judgment is used.⁵⁷ The misclassification may result from exposure disparities due to differences in the tasks performed within the same job title, but also from the differences in personal protective equipment availability and fit.⁵⁵ Such bias could also apply in the case of exposure assessment via self-report, when differential awareness/perception may lead to more/less women misclassified as unexposed as compared to men.⁵⁸ This was illustrated in late 1980s England by a survey conducted among process workers in printing and plastic industries. A higher sensitivity of self-reported chemical exposures was found among men, while the specificity was found to be higher among women.⁵⁹ Studies addressing the impact of gender-related factors on the validity of self-report concerning occupational chemical exposures remain however scarce; more evidence is needed in that regard.⁶⁰

The type of exposure variable is also of importance, as studies presenting continuous estimates for exposure are likely to produce more precise risk estimates, and further initiate dose-response analysis. Our sample suggest that mixed studies with higher men-to-women ratios were more likely to use continuous estimates; a result in accordance with Hohenadel et al¹⁴ who reported more dose-response evaluation among studies including men, compared to studies including women-only.

4.4.3 | Data analysis

The multivariate analysis, generally used in analytic epidemiology, is another potential arena of the expression of gender "insensitivity."^{24,61,62} Only two papers provided a justification for a "sex" adjustment (making the implicit assumption of "sex" as a confounder), while no rationale was given for the tested interactions or the stratification. The latter, as suggested by our data, seemed to be associated with the study sample size and the sex ratio, but also with the study design.

In a general manner, "sex" should rarely be considered as confounder. Controlling for "sex" in epidemiological analyses necessarily implies controlling for the many unmeasured exposures strongly associated with gender, which might lead to an overadjustment.²⁴ In the present review, authors still heavily (and often solely) rely on smoking as a confounding variable. Environmental, domestic or para-occupational exposures were not often considered, and different models for men and women were rarely reported (ie, adjusting models on different factors depending upon the sex-group eg, Menvielle et al⁶³). In this regard, the limited details provided on the sampling strategies and on the multivariate models hamper the critical assessment of findings, in which homogeneity between men and women is often (and possibly wrongly) assumed. Such an assumption is also implicit in several men-only studies, as suggested by the non-specification of sample sex-composition in the title, abstract, tables or conclusion of articles. Moreover, 5 studies (from the original sample of 248 papers) simply lacked information on the study sample sex composition, a proportion slightly higher than Hohenadel et al¹⁴ (2 in 1457), but much lower than Niedhammer et al¹⁶ (5 in 65).

Both sex (biological attributes) and gender (socially constructed roles, behavior, and attributes) should matter in occupational research. Recent toxicological studies have emphasized the need to consider biological interaction and design studies accordingly whenever possible. Sex, in responses to environmental chemicals, has been shown to interact with xenobiotic exposures, and influence their toxicokinetics, toxicodynamics, and outcomes.⁶⁴⁻⁶⁷ In parallel, gender is always context-dependent, and so are "its" variables. In other words, taking gender into consideration does not only involve stratifying on the variable "sex." It also requires to pay attention to other/latent variables that are strongly related or explicative of men/women differences, such as domestic or para-occupational exposures. Some occupational agents, such as asbestos,^{68,69} are often prevalent (and harmful) both within and outside the workplace.

4.5 | Strengths and limitations

By limiting our search to publications indexed in PubMed, we certainly have not included all articles published on the topic. Although an extension to other databases might have expanded our review, we do not expect a drastic change in our findings (notably in the sex gaps) which are coherent with previous works.^{14,16,28,70} Conversely, we did not restrict our review to the main occupational and cancer epidemiology journals, which allowed us to include a broad range of papers reflecting most of the published literature.

Some authors have either described conceptually gender-related biases in different areas (or stages) of research,^{23,26,71,72} or empirically studied them through systematic reviews of women's inclusion in studies.^{14,16,28,70} We believe our review combines these two approaches by assessing in a systematic manner scientific practices. This allowed us to objectify, for a specific disease (lung cancer), the gender-gaps which may occur at different stages of an observational study. Our attempt to ensure some balance in scientific output in terms of gender inclusion by restricting the review to lung cancer was not successful, as a sample of only seven women-only studies was ultimately retrieved (five studies indeed, as 3 of the 7 papers were based on the same cohort).

4.6 | Rather a social than a scientific issue?

Our review suggests that women's inclusion in occupational lung cancer studies remains much lower than that of men. Previous work on broader health outcomes have drawn similar conclusions. Although noticing a substantial increase in women's inclusion in the number of publications reporting occupational cancers from 1991 to 2009, Hohenadel et al¹⁴ have pointed out the disparities prevailing in terms of the depth of analysis. Articles including women only appeared to report fewer risk estimates and dose-response relationships than articles including men. The authors hypothesized a statistical power issue with regard to women's small sample sizes in the studies. Yet interestingly, they further speculated on this issue as an indication of women's inclusion being a lesser priority in the study design.

Niedhammer et al¹⁶ more general review of occupational health issues also speculated on several reasons with regard to the observed sex disparities. The first reason was the fact that men tend to be more exposed to occupational exposures involving a risk of death, especially for diseases such as cancers. Death outcomes data are often convenient for epidemiologists because they are easily collectible. This hypothesis was not confirmed in our sample, and is yet debatable given the range of the men-to-women ratio in lung cancer mortality. The authors also reminded us that epidemiology relies on a probabilistic approach, and therefore requires surveying large numbers. They supported this argument with the fact that women working in hospital facilities were among the most often studied. It was also the case in our study. However, as they later noted, women have often been treated as special workers, and preferentially studied in relation to reproductive hazards. This brings us to discuss their last hypothesis, which pertains to the place of men and women in the working population.

The sexual division of labor initially refers to the priority assignment of men to the productive activity, that is activities that bring economic value, and women to the reproductive activity.¹⁰ Until recently, women's work has been treated as marginal to the market economy, their role being associated or restricted to child bearing, family care, domestic work or related occupations. Consequently, investigators have often perceived women's work as safe, especially in comparison to that of men, who furthermore have been viewed as representative of the entire productive working population.^{11,18,19,24,25} That perception is often leading to lesser investigations into women's occupations or tasks. The lack of information on women's exposures however provides less evidence to judge their occupational risks and inform safety policies.

To whom the priority is given in research is often a matter of social hierarchy (here the hierarchy between men and women). When maintained over time, a social (gender) hierarchy often generates social (gender) inequalities. Whenever researchers deny, ignore, or present as normal its existence, they actually contribute to preserve it by producing a biased, or partial knowledge that mostly benefits the privileged group.^{73,74} In occupational investigations, gender-related biases may operate at different levels, including the sampling of the study population, the selection of the agent or the sector of activity under study, the outcome investigated, or the study design used. Investigators are therefore required to pay attention to all stages of their investigation.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the conception of the study. EC designed the form. COB and PVV collected the information. COB performed the analyses, supervised by EC and COB. EC discussed the results and contributed to the drafting of the article. COB and EC contributed to the edition of the final manuscript.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Nathalie Bajos for helpful comments on successive drafts of the manuscript; Myriam Le Guichard at the EHESP School of Public Health for her support in documentation; and numerous authors who provided us with their publication.

FUNDING

This work was supported by the French National Cancer Institute (INCA) and the Region Ile-de-France, Groupe d'Etudes sur le Travail et la Souffrance au travail (DIM GESTES).

ETHICS APPROVAL AND INFORMED CONSENT

No human subjects were involved in the study.

DISCLOSURE (AUTHORS)

The authors declare no conflicts of interest.

DISCLOSURE BY AJIM EDITOR OF RECORD

Steven B. Markowitz declares that he has no conflict of interest in the review and publication decision regarding this article.

DISCLAIMER

None.

ORCID

Charles-Olivier Betanedi  <http://orcid.org/0000-0003-2225-6835>

REFERENCES

1. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012: globocan 2012. *Int J Cancer*. 2015;136:E359–E386.
2. Vineis P, Wild CP. Global cancer patterns: causes and prevention. *Lancet Lond Engl*. 2014;383:549–557.
3. WHO. Cancer prevention. WHO. 2017.
4. Inoue M, Sawada N, Matsuda T, et al. Attributable causes of cancer in Japan in 2005-systematic assessment to estimate current burden of cancer attributable to known preventable risk factors in Japan. *Ann Oncol*. 2012;23:1362–1369.
5. Parkin DM, Boyd L, Walker LC. 16. The fraction of cancer attributable to lifestyle and environmental factors in the UK in 2010. *Br J Cancer*. 2011;105:S77–S81.
6. Whiteman DC, Wilson LF. The fractions of cancer attributable to modifiable factors: a global review. *Cancer Epidemiol*. 2016;44:203–221.
7. Siemiatycki J, Richardson L, Straif K, et al. Listing occupational carcinogens. *Environ Health Perspect*. 2004;112:1447–1459.
8. Purdue MP, Hutchings SJ, Rushton L, Silverman DT. The proportion of cancer attributable to occupational exposures. *Ann Epidemiol*. 2015;25:188–192.
9. Poole C. A history of the population attributable fraction and related measures. *Ann Epidemiol*. 2015;25:147–154.
10. Kergoat D. 2004. Division sexuelle du travail et rapports sociaux de sexe. In: Hirata H Laborie F, Doaré HL, Sénotier D, eds. *Dictionnaire Critique Du féminisme*, 2e éd augm. Paris: Presses Universitaires de France-PUF. pp. 33–44.
11. Stellman JM. Where women work and the hazards they may face on the job. *J Occup Med*. 1994;36:814–825.
12. Blair A, Zahm SH, Silverman DT. Occupational cancer among women: research status and methodologic considerations. *Am J Ind Med*. 1999;36:6–17.
13. Gunnarsdottir HK, Kjaerheim K, Boffetta P, Rafnsson V, Zahm SH. Women's health: occupation, cancer, and reproduction: a conference overview. *Am J Ind Med*. 1999;36:1–5.
14. Hohenadel K, Raj P, Demers PA, Zahm SH, Blair A. The inclusion of women in studies of occupational cancer: a review of the epidemiologic literature from 1991 to 2009: women in studies of occupational cancer. *Am J Ind Med*. 2015;58:276–281.
15. Kogevinas M, Zahm SH. Introduction: epidemiologic research on occupational health in women. *Am J Ind Med*. 2003;44:563–564.
16. Niedhammer I, Saurel-Cubizolles M-J, Piciotti M, Bonenfant S. How is sex considered in recent epidemiological publications on occupational risks? *Occup Environ Med*. 2000;57:521–527.
17. Vogel L. La santé des femmes au travail en Europe. Des inégalités non reconnues. *ETUI Bruxelles*. 2003:50–55. ISBN 2-930003-48-0 D/2003/6107/49.

18. Zahm SH, Blair A. Occupational cancer among women: where have we been and where are we going? *Am J Ind Med.* 2003;44:565-575.
19. London L, de GS, Wesseling C, Kisting S, Rother HA, Mergler D. Pesticide usage and health consequences for women in developing countries: out of sight, out of mind? *Int J Occup Environ Health.* 2002;8:46-59.
20. Nichols FH. History of the women's health movement in the 20th century. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2000;29:56-64.
21. Schiebinger L. Women's health and clinical trials. *J Clin Invest.* 2003;112:973-977.
22. Johnson PA, Fitzgerald T, Salganicoff A, Wood SF, Goldstein JM. Sex-Specific Medical Research. Why Women's Health Can't Wait. A Report of the Mary Horrigan Connors Center for Women's Health & Gender Biology at Brigham and Women's Hospital. 2014.
23. Artazcoz L, Borrell C, Cortas I, Escriba-Aguir V, Cascant L. Occupational epidemiology and work related inequalities in health: a gender perspective for two complementary approaches to work and health research. *J Epidemiol Community Health.* 2007;61:ii39-ii45.
24. Messing K, Punnett L, Bond M, et al. Be the fairest of them all: challenges and recommendations for the treatment of gender in occupational health research. *Am J Ind Med.* 2003;43:618-629.
25. Messing K. 1998. *One-Eyed Science: Occupational Health and Women Workers.* Philadelphia: Temple University Press, U.S.
26. Ruiz-Cantero MT, Vives-Cases C, Artazcoz L, et al. A framework to analyse gender bias in epidemiological research. *J Epidemiol Community Health.* 2007;61:ii46-ii53.
27. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-Analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med.* 2009;6:e1000100.
28. Zahm SH, Pottner LM, Lewis DR, Ward MH, White DW. Inclusion of women and minorities in occupational cancer epidemiologic research. *J Occup Med.* 1994;36:842-847.
29. Wakelee HA, Chang ET, Gomez SL, et al. Lung cancer incidence in never smokers. *J Clin Oncol.* 2007;25:472-478.
30. Couraud S, Zalzman G, Milleron B, Morin F, Souquet P-J. Lung cancer in never smokers-A review. *Eur J Cancer.* 2012;48:1299-1311.
31. CDC, Epi Info™. Epi Info™, A Database and Statistics Program for Public Health Professionals. 2011.
32. Dares. La répartition des hommes et des femmes par métiers. Une baisse de la ségrégation depuis 30 ans. *Dares Anal.* 2013;(Decembre 2013).
33. Insee. Catégorie socioprofessionnelle selon le sexe et l'âge en 2015 | Insee. 2015.
34. Hughes KD. Women in non-traditional occupations. 1994.
35. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 14. College Station, TX: StataCorp LP. TX; 2015.
36. Birk T, Mundt KA, Dell LD, et al. Lung cancer mortality in the German chromate industry, 1958-1998. *J Occup Environ Med.* 2006;48:426-433.
37. Beveridge R, Pintos J, Parent M-E, Asselin J, Siemiatycki J. Lung cancer risk associated with occupational exposure to nickel, chromium VI, and cadmium in two population-based case-control studies in Montreal. *Am J Ind Med.* 2010;53:476-485.
38. Gun R, Pratt NL, Roder DM, Ryan P. Asbestos-related cancers in refinery workers in the Australian petroleum industry. *Arch Environ Occup Health.* 2006;61:11-16.
39. Ahn Y-S, Park RM, Stayner L, Kang S-K, Jang J-K. Cancer morbidity in iron and steel workers in Korea. *Am J Ind Med.* 2006;49:647-657.
40. Sathiakumar N, Brill I, Delzell E. 1,3-Butadiene, styrene and lung cancer among synthetic rubber industry workers. *J Occup Environ Med.* 2009;51:1326-1332.
41. Yiin JH, Silver SR, Daniels RD, Zaebs DD, Seel EA, Kubale TL. A nested case-control study of lung cancer risk and ionizing radiation exposure at the Portsmouth Naval Shipyard. *Radiat Res.* 2007;168:341-348.
42. Amr S, Wolpert B, Loffredo CA, et al. Occupation, gender, race, and lung cancer. *J Occup Environ Med.* 2008;50:1167-1175.
43. Gilbert ES, Koshurnikova NA, Sokolnikov ME, et al. Lung cancer in Mayak workers. *Radiat Res.* 2004;162:505-516.
44. Pira E, Pelucchi C, Piolatto PG, Negri E, Discalzi G, La Vecchia C. First and subsequent asbestos exposures in relation to mesothelioma and lung cancer mortality. *Br J Cancer.* 2007;97:1300-1304.
45. Felini M, Preacely N, Shah N, et al. A case cohort study of lung cancer in poultry and control workers: occupational findings. *Occup Environ Med.* 2012;69:191-197.
46. Field RW, Withers BL. Occupational and environmental causes of lung cancer. *Clin Chest Med.* 2012;33:681-703.
47. Pearce N. Classification of epidemiological study designs. *Int J Epidemiol.* 2012;41:393-397.
48. Petticrew M, Roberts H. Evidence, hierarchies, and typologies: horses for courses. *J Epidemiol Community Health.* 2003;57:527-529.
49. Teschke K, Olshan AF, Daniels JL, et al. Occupational exposure assessment in case-control studies: opportunities for improvement. *Occup Environ Med.* 2002;59:575-594.
50. OECD. Part-time employment rate (indicator). OECD Data. 2017.
51. Bouyer J, Dardenne J, Hémon D. Performance of odds ratios obtained with a job-exposure matrix and individual exposure assessment with special reference to misclassification errors. *Scand J Work Environ Health.* 1995;21:265-271.
52. Bouyer J, Hémon D. Studying the performance of a job exposure matrix. *Int J Epidemiol.* 1993;22:S65-S71.
53. Kauppinen TP, Mutanen PO, Seitsamo JT. Magnitude of misclassification bias when using a job-exposure matrix. *Scand J Work Environ Health.* 1992;18:105-112.
54. Messing K, Dumais L, Courville J, Seifert AM, Boucher M. Evaluation of exposure data from men and women with the same job title. *J Occup Med Off Publ Ind Med Assoc.* 1994;36:913-917.
55. Kennedy SM, Koehoorn M. Exposure assessment in epidemiology: does gender matter? *Am J Ind Med.* 2003;44:576-583.
56. Mannelte A't, Kromhout H. The use of occupation and industry classifications in general population studies. *Int J Epidemiol.* 2003;32:419-428.
57. Labrèche F, Lacourt A, Lavoué J. Occupational Exposure to Chemical and Physical Contaminants: Sex-Differentiated Analysis. Montreal IRSST (Québec) 2015.
58. Campos-Serna J, Ronda-Pérez E, Artazcoz L, Moen BE, Benavides FG. Gender inequalities in occupational health related to the unequal distribution of working and employment conditions: a systematic review. *Int J Equity Health.* 2013;12:57.
59. Joffe M. Validity of exposure data derived from a structured questionnaire. *Am J Epidemiol.* 1992;135:564-570.
60. Quinn MM. Why do women and men have different occupational exposures? *Occup Environ Med.* 2011;68:861-862.
61. Krieger N. Genders, sexes, and health: what are the connections- and why does it matter? *Int J Epidemiol.* 2003;32:652-657.
62. Ruiz MT, Verbrugge LM. A two way view of gender bias in medicine. *J Epidemiol Community Health.* 1997;51:106.
63. Menvielle G, Luce D, Févotte J, et al. Occupational exposures and lung cancer in New Caledonia. *Occup Environ Med.* 2003;60:584-589.
64. Gochfeld M. Framework for gender differences in human and animal toxicology. *Environ Res.* 2007;104:4-21.
65. Gochfeld M. Sex differences in human and animal toxicology. *Toxicol Pathol.* 2017;45:172-189.
66. Vahter M, Gochfeld M, Casati B, et al. Implications of gender differences for human health risk assessment and toxicology. *Environ Res.* 2007;104:70-84.
67. Institute of Medicine (US) Committee on Understanding the Biology of Sex and Gender Differences. 2001. In: Wizemann TM, Pardue M-L, eds. *Exploring the Biological Contributions to Human Health: Does Sex Matter?* Washington (DC): National Academies Press (US).

68. Langhoff MD, Kragh-Thomsen MB, Stanislaus S, Weinreich UM. Almost half of women with malignant mesothelioma were exposed to asbestos at home through their husbands or sons. *Dan Med J*. 2014;61: A4902.
69. Reid A, Heyworth J, de Klerk NH, Musk B. Cancer incidence among women and girls environmentally and occupationally exposed to blue asbestos at Wittenoom, Western Australia. *Int J Cancer*. 2007;122: 2337–2344.
70. Hoosain M, Jewkes R, Maphumulo S. Gender audit of health research- 10 years of the south african medical journal. *S Afr Med J*. 1998;88:982–985.
71. Eichler M, Reisman AL, Borins EM. Gender bias in medical research. *Women Ther*. 1992;12:61–70.
72. Messing K, Mager Stellman J. Sex, gender and women's occupational health: the importance of considering mechanism. *Environ Res*. 2006;101:149–162.
73. Eichler M, Burke MA. The[®] BIAS FREE[®] framework: a new analytical tool for global health research. *Can J Public Health*. 2006;97:63–68.
74. Grasswick H. Feminist Social Epistemology. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Winter. Metaphysics Research Lab EN Zalta Stanford University 2016; 2016.

How to cite this article: Betansedi C-O, Vaca Vasquez P, Counil E. A comprehensive approach of the gender bias in occupational cancer epidemiology: A systematic review of lung cancer studies (2003-2014). *Am J Ind Med*. 2018;61:372–382. <https://doi.org/10.1002/ajim.22823>



**Perspectives interdisciplinaires sur le travail
et la santé**

20-1 | 2018
Nécessités et limites de l'interdisciplinaire pour
étudier le travail et la santé

**Quelle(s) épidémiologie(s) pour la santé au
travail ? Réflexions à partir des cancers
professionnels**

*Which Epidemiology(ies) for Work Health ? Thoughts About Occupational
Cancer*

*¿Qué epidemiología para la salud ocupacional? Reflexiones a partir de cánceres
ocupacionales*

Charles-Olivier Betansedi



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pistes/5604>

DOI : 10.4000/pistes.5604

ISSN : 1481-9384

Éditeur

Les Amis de PISTES

Référence électronique

Charles-Olivier Betansedi, « **QUELLE(S) ÉPIDÉMILOGIE(S) POUR LA SANTÉ AU TRAVAIL ? RÉFLEXIONS À PARTIR DES CANCERS PROFESSIONNELS** », *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 20-1 | 2018, mis en ligne le 01 novembre 2016, consulté le 17 février 2018. URL : <http://journals.openedition.org/pistes/5604> ; DOI : 10.4000/pistes.5604

Ce document a été généré automatiquement le 17 février 2018.



Pistes est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Quelle(s) épidémiologie(s) pour la santé au travail ? Réflexions à partir des cancers professionnels

Which Epidemiology(ies) for Work Health ? Thoughts About Occupational Cancer

¿Qué epidemiología para la salud ocupacional? Reflexiones a partir de cánceres ocupacionales

Charles-Olivier Betansedi

L'auteur tient à remercier Jérôme Pelisse et Loup Wolff du DIM Gestes, Emilie Counil (EHESP) pour les discussions et l'aide précieuse apportée à la réalisation de cet article. Un remerciement particulier va à Kevin Diter (CESP INSERM) pour les commentaires et la relecture attentive du manuscrit, ainsi qu'à l'équipe de doctorants de l'équipe 7 (CESP INSERM) pour les échanges enrichissants partagés lors des séminaires. Ce travail est supporté par le DIM Gestes-Région Île-de-France dans le cadre d'une allocation doctorale.

« Le destin de ces personnes semble particulièrement difficile ; dès leur plus jeune âge, elles sont souvent traitées avec une grande violence, affamées et abandonnées au froid ; envoyées dans des cheminées étroites, parfois chaudes, où elles sont meurtries, brûlées, et presque asphyxiées ; et lorsqu'elles arrivent à la puberté, elles font face à une maladie beaucoup plus maligne, douloureuse et fatale [...]. Il existe chez d'autres des cancers affectant les mêmes organes [...] néanmoins c'est une maladie à laquelle ils sont particulièrement sujets [...] c'est le cancer du scrotum et des testicules. » Percivall Pott¹, 1775
(Brown et Thornton, 1957)

- 1 Depuis Pott, Ramazzini² avant lui, et bien d'autres, l'établissement des liens entre travail et santé a été l'apanage d'observations et d'expertises cliniciennes davantage au contact des patients. Cependant, à partir de la révolution industrielle, les augmentations conjuguées de la production, de la main-d'œuvre ouvrière et des accidents du travail ont nécessité des réponses à des échelles plus larges ou plus grandes, dépassant le cadre individuel. Sollicitée par ce nouveau besoin de gestion sanitaire, mais aussi de « gouvernementalité » (Foucault, 2004, p.111-112), l'épidémiologie, alors discipline naissante, s'imposera progressivement comme la base des enquêtes majeures en santé au travail, et ses indicateurs comme les principaux outils d'aide à la décision politique.
- 2 Communément désignée comme « la science fondamentale de la santé publique », l'épidémiologie reste néanmoins une discipline à part entière dont il convient pour une critique rigoureuse de délier l'amalgame avec son champ d'action. Cependant, la démarche épidémiologique ne peut être pensée comme exclusivement positiviste, ignorant les agents et les institutions à l'œuvre (dans la production de sa définition et de ses résultats). L'adoption d'une approche critique est donc nécessaire pour rendre compte du fonctionnement de l'épidémiologie, de ses postulats, et des différents courants concurrents qui la traversent et participent à la définir. Cette approche critique ne doit donc pas se limiter à l'analyse des biais de sélection ou d'information, voire à une correction des modèles statistiques, mais doit se positionner plus en amont, au niveau de l'interdépendance entre le fait (l'évènement de santé) que l'épidémiologie entend appréhender, et la façon de l'observer. Cette dernière pouvant, elle, être sujette à des influences diverses, notamment politiques. C'est particulièrement le cas dans le domaine de la santé au travail. Dans son récent plaidoyer pour une épidémiologie « conséquentialiste », l'épidémiologiste Sandro Galea déplorait l'évolution d'une discipline qui, au cours des dernières décennies, a vu son intérêt pour l'identification des causes s'accroître au détriment de la compréhension des moyens visant à l'intervention, les normes déontologiques de la discipline - l'évaluation de la causalité, la réduction des biais - devenant ainsi des fins en soi, plutôt que des moyens visant à améliorer la santé des populations (Galea, 2013). Cette tension entre partisans d'une éthique conséquentialiste et ceux appelant à une éthique déontologique, *i.e.* attachée à une conformité scientifique, n'est cependant pas nouvelle. Elle fait écho à un questionnement plus profond et rémanent au cœur de la discipline (Weed et Mink, 2002). Si beaucoup de critiques extérieures à l'épidémiologie ont tendance à réduire sa communauté à celle d'un bloc monolithique, le début des années 1990 a été marqué en son sein par de vifs débats sur la nature de la discipline et le rôle qu'elle devrait jouer dans la société. Dans cette controverse désignée *guerre des épidémiologies* (Poole et Rothman, 1998), outre l'importance de théorie(s), deux points de friction majeurs - plus au moins interreliés - se faisaient jour : le premier concernait le rôle dénié, assumé ou critiqué de la politique et plus généralement de l'idéologie dans la recherche ; le second renvoyait à la nature du déterminisme causal pour une maladie (Mcmichael, 1999 ; Pearce, 1996 ; Rothman et coll., 1998 ; Susser, 1998 ; Weed, 1998 ; Zielhuis et Kiemeney, 2001).
- 3 La santé au travail est l'enjeu de nombreux rapports de pouvoir : sociaux, économiques et politiques (Courtet et Gollac, 2012). Elle est traversée par diverses dimensions sociales (ex. : classe sociale, genre, etc.), constituant de fait un domaine propice à l'interdisciplinarité, et susceptible d'alimenter une réflexion sur les usages de l'épidémiologie en relation avec d'autres disciplines au sein de ce domaine de recherche. L'objectif de cet article est double. D'une part, il souhaite mettre en évidence les usages

pluriels de l'épidémiologie en santé au travail à partir d'une étude critique de la littérature portant sur le lien entre l'exposition aux fibres d'amiante et la survenue du cancer de la plèvre au début du XX^e siècle. D'autre part, il propose de rendre compte des tensions interdisciplinaires qui traversent la discipline, au regard de ses différents usages, notamment de celui de la causalité. Il discute enfin les implications de ces usages divers en matière de production de connaissances en santé au travail.

1. Quelles utilités de l'épidémiologie en santé au travail ? Le cas du cancer de la plèvre ou mésothéliome

1.1 Du sujet à la population : contextualiser la maladie

- 4 Dans la matinée du 8 septembre 1934, le *SS Morro Castle*, un des fleurons de la navigation fluviale et civile américaine, partit de La Havane pour rejoindre New York. Un trajet ordinaire pour ce paquebot qui pourtant n'atteignit pas sa destination ce matin-là, ravagé par un incendie et faisant 137 victimes, passagers comme membres d'équipage (Gallagher, 2003). Cette tragédie suscita un vif écho dans l'opinion publique américaine, écho auquel la classe politique ne resta pas sourde, notamment à l'aube de la Seconde Guerre mondiale où des centaines de navires s'apprêtaient à être mis à flot. Le Congrès diligenta une enquête sur la sécurité incendie, et notamment sur l'ignifugation de tous les navires immatriculés dans le pays. Le résultat ne se fit pas attendre. Dès le début des années 1940, une directive imposa à tous les navires, y compris de guerre, l'isolation systématique de l'intérieur des embarcations (Craighead, 2011). Ces réalisations nécessitaient un matériau avec des propriétés physiques de légèreté, de résistance, ininflammable. Les fibres d'amiante³ (du mot grec signifiant « inextinguible ») furent alors la réponse.
- 5 La mobilisation pour la Seconde Guerre mondiale avait démultiplié l'activité des chantiers navals. L'amosite (et dans une moindre mesure, le chrysotile) avaient été systématiquement incorporés à l'isolation de milliers de navires, entraînant dans le processus la contamination de nombreux compartiments des navires, et surtout l'exposition de milliers de personnes à de grandes quantités d'amiante à la fin des années 1930. Après 1950, la fréquence des cas de mésothéliome semblait augmenter chez les hommes travaillant dans de nombreux secteurs d'activité faisant usage de l'amiante. En revanche, la tumeur était rare chez les femmes. Toutefois et selon les hypothèses naguère privilégiées, les premières études visant à évaluer les effets de l'amiante sur la santé des travailleurs ne donnèrent guère de résultats, l'explication majeure avancée étant la période d'observation jugée beaucoup trop courte comparée à celle de la latence des maladies généralement associées à cette exposition⁴, cette dernière pouvant en effet s'étendre à plusieurs décennies après une exposition initiale (Craighead, 2011 ; Greenberg et coll., 2005). Il faudra ainsi attendre le début des années 1960 avant que les cas de mésothéliome – commençant à survenir en grand nombre aux États-Unis et en Grande-Bretagne notamment – ne soient officiellement attribués aux expositions en temps de guerre. Pendant cette période, près de 6 000 navires furent construits sur les chantiers navals américains. À leur pic d'activité en novembre 1943, on estimait à un peu plus de 1,7 million de travailleurs.euse.s sur les chantiers. Au milieu des années 1970, près de 3 millions de travailleurs, hommes et femmes, étaient toujours comptabilisés à travers les productions primaire et secondaire de l'amiante, mais surtout (à plus de 80 %) dans

l'industrie de service et de consommation, notamment dans les secteurs de l'automobile et des chantiers navals (Corn et Starr, 1987 ; McCulloch et Tweedale, 2008, p. 18-48).

- 6 De l'autre côté de l'Atlantique, en Afrique du Sud, les cas de mésothéliome se multipliaient dans le nord-ouest minier du pays dès le début des années 1900 (Wagner, 2005). À une période d'endémicité de la tuberculose, seuls les cas les plus critiques de maladie pouvaient être admis dans les facilités médicales déjà surchargées où ils étaient parfois traités de façon machinale pour cette pathologie. Cette non-discrimination dans l'application des traitements mena cependant à une notable observation. Dans un des centres, une équipe médicale⁵ remarqua que les patients dont l'état de santé s'était amélioré à la suite du traitement provenaient de la région est du pays, tandis que les décès se succédaient parmi les patients arrivant de la région minière de l'ouest. Un diagnostic sur ces derniers viendra confirmer pour certains des cas de cancer secondaire de la plèvre (et non de tuberculose) (Wagner, 1991).
- 7 À ce stade, la question de la multiplicité de cas diagnostiqués d'une tumeur supposée rare s'est naturellement posée. Les examens cliniques relevant la présence de fibres d'amiantes dans les poumons d'un malade avaient motivé l'hypothèse, puis l'étude d'une association entre ce cancer et l'exposition à l'amiantes. L'amiantes bleu était en effet produit dans une série de mines s'étendant le long d'une chaîne de montagne⁶ près de la région. Toutefois, cette association mit du temps à s'établir, l'hypothèse de l'exposition professionnelle ne recoupant pas les dires des patients aux activités aussi multiples que variées (ménagères, éleveurs, agriculteurs, huissier, agent d'assurance, comptable, sportif professionnel), et qui pour la plupart réfutaient un quelconque « travail de l'amiantes ». Il fallut aux enquêteurs une prise de conscience sur la dimension sociale et culturelle de ce phénomène pour qu'ils puissent en saisir une réalité importante, à savoir le fait que le travail de l'amiantes était le travail des « pauvres », renvoyant ainsi à un stigmat social. Les patients « blancs » étaient réticents à admettre des conditions de vie défavorables et dévalorisantes – que constituait le travail dans les mines d'amiantes ; les patients « noirs » considéraient le travail de coupe (de l'amiantes) auquel ils étaient parfois assignés comme un « travail féminin ». Pour d'autres encore, il fallait simplement ne pas être associé au commerce illicite de diamants qui avait lieu dans les champs d'amiantes. Ce n'est qu'en 1958 qu'un cas particulier alerta de nouveau un médecin : un patient présentant à la fois l'asbestose et le mésothéliome. Si ce dernier avait également nié un travail de l'amiantes, la taille des plaques pleurales révélées par le scanner de son frère était sans équivoque. Leur histoire révéla finalement que leur père avait géré une petite mine d'amiantes et les deux fils avaient joué près des décharges pendant leur enfance. L'histoire professionnelle et familiale de ces malades, comme des précédents, s'est ainsi peu à peu reconstituée. En 1961, quelques 67 cas des champs d'amiantes du Cap avaient été comptabilisés, parmi lesquels 30 avaient révélé une exposition professionnelle et 8 autres avaient été exposés à de l'amiantes en dehors de cette industrie ; 29 n'avaient pas eu d'exposition professionnelle, mais la plupart d'entre eux avaient grandi près des champs d'amiantes ; 9 autres cas ont été exposés à de l'amiantes industriel ailleurs dans le pays (Wagner, 1991 ; Wagner et coll., 1960).

1.2 Les « usages de l'épidémiologie »

1.2.1 L'épidémiologie comme science fondamentale de la santé publique

- 8 Cette enquête brillamment menée par Christopher Sleggs, Paul Marchand et Christopher Wagner est considérée à ce jour comme la première étude épidémiologique majeure établissant de manière irréfutable le lien entre l'exposition à l'amiante et le mésothéliome, ce près de 25 ans après les toutes premières évidences (Gloyne, 1935), et cinq années après la publication de Richard Doll démontrant le lien entre l'exposition professionnelle à l'amiante et le cancer du poumon (Doll, 1955). Cette enquête permit dans une certaine mesure un diagnostic communautaire de la présence, de la répartition (sexe, âge, lieu de résidence), et de la quantification (nombre de cas⁷, nombre de nouveaux cas⁸ ou encore du nombre de décès) des cas de mésothéliome dans la population suivant les différentes expositions. La comparabilité (faisant entre autres défaut aux premières études américaines) entre les patients venant de l'Ouest et ceux venant de l'Est fut capitale ici. Elle permit une différenciation entre les différents malades de cancers et ouvrit l'hypothèse d'une recherche étiologique sur le rôle de l'amiante. Ce facteur, comme d'autres, a été depuis mis en évidence (tableau 1). Nourries par l'introduction de nouvelles méthodes de design épidémiologique – à l'instar des cas témoins⁹, puis des cohortes¹⁰ –, plusieurs études viendront confirmer le caractère étiologique entre l'exposition à l'amiante et la survenue du mésothéliome (McDonald et McDonald, 1996). Ces études permirent ainsi de compléter le tableau clinique¹¹, d'estimer le risque de maladie pour l'individu, y associant des cofacteurs¹² tels que le secteur d'activité (risque relatif pouvant varier de 2,8 pour les travailleurs de chantiers navals à 46,1 pour ceux travaillant spécifiquement dans l'isolation (McDonald et McDonald, 1980)), ou le tabagisme (Hammond et coll., 1979).

Tableau 1. Facteurs de risques dans le développement du mésothéliome (par Institute of Medicine of the National Academies (2006, p. 83))

Degré de preuve	Agent
Établis	Exposition aux fibres d'amiante
	Exposition d'érionite
	Exposition au talc ou vermiculite contaminés aux fibres d'amiante
Hypothétiques	Radiations thérapeutiques
	Inflammation chronique
	Virus SV 40

Source : Sporn et Roggli (2004)

- 9 De toute évidence, les cas de mésothéliome survenaient déjà parmi les travailleurs industriels et le personnel naval tout au long des années 1920 et 1930 (Selikoff et coll., 1964). Toutefois de nombreux cas avaient été assimilés à des cancers du poumon

« traditionnels », parfois même à des cancers du sein pour les femmes (Craighead, 2011). De nombreuses études sur les dangers de l'amiante avaient également été ignorées (Corn et Starr, 1987). L'historique des chantiers navals « alliés », tout comme celui des bassins miniers sud-africains, permirent de mettre en relation les hausses de cas avec les expositions professionnelles. Ce fut là l'utilité majeure de l'épidémiologie, à savoir fournir par la quantification les bases d'une contextualisation et d'une étude historique et prospective de la santé de la population.

- 10 Enoncés il y a plus d'un demi-siècle, les éléments **(i)** à **(vi)** illustrent les « usages de l'épidémiologie » selon Jerry Morris (1955). Si la recherche étiologique **(iii)** fait figure de « phare » de la discipline, cet aspect selon Morris ne devait pas être dissocié d'une méthodologie et d'un cadre d'ensemble ayant pour visée définitive l'amélioration de la santé des populations. L'épidémiologie devait plutôt servir de liaison entre la clinique et la médecine préventive. De ce fait, Morris n'excluait pas l'intervention sanitaire du champ de la discipline. Il pensait l'épidémiologie comme une discipline devant « servir à étudier le fonctionnement des services de santé ». Cela nécessitait selon lui un état des lieux des besoins et des ressources, une analyse ainsi qu'une évaluation des services en place **(vii)** (Morris, 1955). Ce dernier « usage » est sans doute le plus controversé de par les questionnements qu'il engendre. Il suppose notamment de pouvoir situer le problème, renvoyant ainsi au point **(iii)**, c'est-à-dire à la question : « Quelle est la cause de ? ». Quelle est la cause de la survenue du mésothéliome chez les travailleurs ? Des mécanismes directs de génotoxicité¹³ (ou non-génotoxicité) (Tableau 2) ou des mécanismes indirects tels que ceux générés par le tabagisme qui altère les fonctions mucociliaires¹⁴ des fibres des bronches (tableau 3) ? L'exposition aux poussières d'amiante dans des conditions de travail défavorables ? La commercialisation de l'amiante ? Le(s) système(s) d'oppression en Afrique du sud ? (Braun et Kisting, 2006). Tous aussi légitimes les uns que les autres, ces questionnements différents, parfois divergents, engendreront des niveaux d'analyses, des designs d'étude dans lesquelles différents modèles de compréhension des causes et distributions des maladies seront sollicités par les épidémiologistes.

1.2.2 L'épidémiologie politique et la production du doute

- 11 Forte de ses succès, l'épidémiologie s'est positionnée après-guerre comme la science fondamentale de la santé publique. Cet attribut de prestige la situe *de facto* au centre de l'intérêt de diverses forces politiques qui, parfois, pourront la convoquer à des fins autres que celle de la santé publique **(viii)**. La place ainsi donnée à la discipline dans le domaine de la santé au travail en est une illustration. Ses méthodes et productions « expertes » qui sont au cœur de la décision politique ont fait l'objet de nombreuses critiques (Jobin, 2012 ; Thébaud-Mony, 2008b, p. 190-194, 2014, p. 127-152), critiques notamment cristallisées autour des « collisions mortifères » entre les industriels et les chercheurs, et de ce que l'on a appelé la production délibérée d'incertitude, voire d'ignorance (Henry, 2017 ; McCulloch et Tweedale, 2008 ; Proctor, 1996 ; Thébaud-Mony, 2014).
- 12 L'épidémiologie est une science quantitativiste. S'appuyant sur une méthodologie statistique, et inférentielle dans sa part analytique, elle produit par définition un certain degré d'incertitude. Au-delà de cet aspect probabiliste propre à l'usage même de la statistique, la démarche épidémiologique – de l'hypothèse de recherche, aux choix des seuils d'exposition, etc. – est un long processus dans lequel les arbitrages méthodologiques, plus ou moins informés, peuvent être nombreux. Ses outils, ses

résultats installant alors le doute peuvent dans certains cas se transformer en véritable entrave à l'action publique.

- 13 Le « paradigme du doute », tel que le qualifie Annie Thébaud-Mony (2014, p. 23), s'articule autour de la nécessité jamais assouvie d'avoir « la preuve » épidémiologique avant toute action. Toutefois, la construction de ce paradigme est loin de se faire de manière passive. Elle n'invoque pas simplement « l'ultime » preuve scientifique, mais elle s'emploie également à ce que cette dernière n'advienne jamais. De la réfutation d'évidences disponibles à la production de données alternatives, les procédés sont nombreux afin de peser sur l'expertise scientifique. Cette mission ne peut néanmoins s'accomplir sans l'asservissement de scientifiques influents dont la notoriété fait gage de caution scientifique. C'est ainsi que les premières évidences des dangers de l'amiante mises en lumière par l'épidémiologie (entre autres) seront contredites par... les résultats de l'épidémiologie. Les historiens Jock McCulloch et Geoffrey Tweedale rappellent qu'entre 1900 et 2004, environ 182 millions de tonnes d'amiante ont été vendues dans le monde, dont 143 millions après 1960. Autrement dit, 80 % de l'amiante produit l'a été après la mise en évidence de manière certaine de ses dangers (McCulloch et Tweedale, 2008, p. 14). Pendant cette période, les industriels ont pu s'appuyer sur de nombreux chercheurs, et non des moindres. Christopher Wagner lui-même, publia une série d'articles à la fin des années 1980 contredisant ses résultats initiaux. Défendant la « non-dangerosité » de certaines fibres d'amiante, il témoigna à de nombreux procès, sous serment, au profit d'industriels (McCulloch et Tweedale, 2008, p. 119-154).

Tableau 2. Mécanismes directs de carcinogenèse des fibres d'amiante (par Institute of Medicine of the National Academies (2006, p. 85))

Mécanismes	Points d'évaluation expérimentaux	Références
<i>Génotoxique</i>	Bases oxydées	Chao et coll. (1996), Fung et coll. (1997)
	Rupture de l'ADN	Revu dans Jaurand (1996)
	Aneuploïdie	Revu dans Jaurand (1996), Jensen et coll. (1996)
	Mutations	Park et Aust (1998)
	Suppressions	Revu dans Hei et coll. (2000)
<i>Non génotoxique</i>		
<i>Mitogène</i>	La prolifération des cellules cibles	Bérubé et coll. (1996), Goldberg et coll. (1997)
	Fixation ou activation des récepteurs de surface	Boylan et coll. (1995), Fache et coll. (1998)
	Réponse des facteurs de croissance	Liu et coll. (1996), Brody et coll. (1997)

	Activation des voies de signalisation	Revu dans Mossman et coll. (1997), Manning et coll. (2002)
Cytotoxique	Apoptose	Broaddus et coll. (1996), Goldberg et coll. (1997), Levrèsse et coll. (1997)
	Nécrose	Revu dans Kane (1996)

Source : Bernstein et coll. (2005)

Tableau 3. Mécanismes indirects de carcinogenèse des fibres d'amiante (par Institute of Medicine of the National Academies (2006, p. 87))

Mécanismes	Références
Cofacteurs avec le tabagisme	Kane (1996), Lee et coll. (1998), Nelson et Kelsey (2002)
Inhibition des gènes	Esteller (2005)
Inflammation persistante avec génotoxicité secondaire	Vallyathan et Shi (1997)
Inflammation persistante avec libération des cytokines et facteurs de croissance	Brody et coll. (1997)
Cofacteurs avec le virus SV40	Gazdar et coll. (2002)

Source : Bernstein et coll. (2005)

2. Épidémiologie, entre enjeux intra-disciplinaires et prédominance d'un modèle d'étude

2.1 Épidémiologie(s) et paradigmes, quelques généralités

- 14 Dans sa dernière édition, le *dictionnaire de l'Épidémiologie*¹⁵ pose comme définition de l'épidémiologie :
- « L'étude de la répartition et des déterminants des états et des évènements de santé dans les populations, de leur processus, et l'application de cette connaissance pour le contrôle des problèmes de santé » (Porta et coll., 2014, p. 95).
- 15 De cette définition, se dégagent trois composantes de la discipline : une épidémiologie descriptive qui s'intéresse aux aspects de fréquence et de distribution de la maladie à travers les populations, dans l'espace et dans le temps ; une épidémiologie analytique qui s'intéresse à l'identification des facteurs de risque ; et une épidémiologie évaluative orientée vers l'étude de la mise en œuvre de l'action sanitaire. Ces différentes tâches rassemblent un ensemble d'outils méthodologiques (statistiques et de design d'études) qui ont vocation à être mobilisés dans différents domaines de recherche plus ou moins spécialisés. On distingue ainsi l'épidémiologie clinique, nutritionnelle, environnementale, professionnelle, ou encore l'épidémiologie des radiations. La recherche est d'une manière

générale organisée par ces domaines de recherche. L'enseignement académique, en revanche, est davantage orienté vers l'acquisition des outils méthodologiques. Ces outils, surtout analytiques, sont toutefois peu rattachés à des théories (explicatives) générales (Bhopal, 1997, 1999 ; Gouda et Powles, 2014 ; Krieger, 1994). C'est à cette articulation entre la théorie et l'analytique que nous allons nous intéresser maintenant, car cette dernière dessine les contours d'une toute autre segmentation disciplinaire.

- 16 L'épidémiologie contemporaine est une science nouvelle. Ses paradigmes sur les causes et la distribution des maladies sont en constante mutation, et ses pratiques sont variées et hétérogènes. Telle que définie aujourd'hui, l'épidémiologie est la résultante, au cours de l'histoire, de divers courants et théories sur la distribution des maladies (Pearce, 1996 ; Susser et Susser, 1996). Ainsi selon l'époque, les théories mises en exergue et les contextes politiques ont non seulement orienté ses domaines de recherche – en même temps que ceux de la santé publique et de la médecine, mais ont également influencé ses modèles explicatifs quant à l'étiologie des maladies. Divers courants se sont alors succédé, complétés et ont parfois cohabité de manière plus ou moins conflictuelle. Aujourd'hui la pratique analytique de l'épidémiologie peut schématiquement se résumer à trois grands courants, communément appelés l'épidémiologie des niveaux macro, individuel et micro (Susser, 1998). Il s'agit respectivement de l'épidémiologie sociale¹⁶ qui se concentre sur les déterminants sociaux de la santé, l'épidémiologie des facteurs de risque – le courant dominant – sur les comportements et les expositions dites « proximales », et l'épidémiologie moléculaire sur les mécanismes biologiques.
- 17 Ces courants, de par les objets d'étude qu'ils se fixent *a priori*, se traduisent dans des stratégies de prévention différenciées : les réponses (non exclusives) à apporter pouvant être d'ordre structurel, comportementaliste ou thérapeutique. Ces dernières jouent un rôle important en construisant le cadre des études épidémiologiques, dont les résultats en général viendront renforcer l'application. En revanche, si ces approches ont chacune leur importance, elles ne bénéficient guère d'une égale « considération » dans la communauté des chercheurs. Portant chacune des rapports propres au(x) corps, leur utilisation, mais aussi leur construction s'est faite progressivement mêlant enjeux scientifiques et enjeux de société, au point d'être convoquées quelques fois en qualité d'épidémiologie politique, *i.e.* de production scientifique servant et légitimant une stratégie politicienne (Avilés, 2001 ; Greene, 2011 ; Tweedale, 2007). Notre intérêt dès lors n'est pas de justifier ou de légitimer l'idée d'une juxtaposition ou d'une opposition entre ces différents courants au sein de l'épidémiologie, mais de saisir les constructions différenciées de la « multicausalité » et de la « multispatialité » (Krieger, 1994, 1999) des événements de santé au travail, et plus précisément de mettre en exergue le rôle qu'y jouent les oppositions/conflits entre champs disciplinaires, comme par exemple l'affrontement entre sciences humaines et sciences naturelles. Autrement dit, les concurrences entre les différents courants de l'épidémiologie retraduisent, à plus petite échelle et de manière plus concentrée, les concurrences entre les différentes disciplines au sein de l'espace scientifique.
- 18 Dans la pratique, la méthode analytique de référence utilisée en épidémiologie est l'analyse multivariée¹⁷ : un événement de santé chez un individu, la variable « dépendante », est expliqué par une ou plusieurs expositions, les variables « indépendantes ». Ces variables « indépendantes » (ou covariables) sont des facteurs biologiques, sociodémographiques et environnementaux généralement traités de façon symétrique dans les modèles statistiques. Elles peuvent être explicatives ou constituer des

facteurs de confusion¹⁸, auquel cas elles seront « contrôlées »¹⁹. De ce point de vue, un questionnement sur la nature des variables – et donc les disciplines associées – qui sont incluses (ou exclues) peut se poser. En d'autres termes, le poids accordé à chaque variable est fonction de la légitimité accordée par les chercheur.e.s à la discipline à laquelle elle renvoie. Si nous n'arguerons pas sur le poids que devrait avoir chaque groupe de variables en santé au travail, force est de constater que les hypothèses d'ordre biologique l'emportent nettement sur les hypothèses d'ordre social. Pour l'illustrer, reprenons l'exemple des cancers, et effectuons une recherche sommaire de littérature sur *PubMed*, le portail privilégié de la recherche médicale. En utilisant des mots clés renvoyant respectivement au modèle réductionniste (de par l'étude des facteurs proximaux, *i.e.* en lien direct avec la survenue des cancers), complété par le modèle génétique, puis aux déterminants sociaux de la maladie, on peut s'apercevoir que les (mots clés sur) facteurs sociaux génèrent près de sept fois moins de résultats que les facteurs proximaux (cf. Tableau 4). Un écart qui grandit considérablement lorsque l'on y inclut les facteurs génétiques. Ce rapport reste largement maintenu en introduisant des facteurs d'expositions professionnelles (angl. *occupational exposure*). Cela peut s'expliquer *a priori* par le fait que les cancers soient par définition des pathologies génétiques, c'est-à-dire résultant de l'altération du matériel génétique. Toutefois, il est important de rappeler que cette altération peut être induite par de nombreux facteurs souvent non génétiques, comme le suggèrent les récentes études faisant usage du concept de l'« exposome » (Wild, 2005), qui cherchent à mesurer l'accumulation des expositions environnementales d'un individu tout au long de sa vie (Wild, 2005).

Tableau 4. Visibilité scientifique du lien cancer-travail sur le portail de recherche PubMed

Nombre d'articles indexés sur PubMed sur les 10 dernières années (PubMed, 2016)	Termes recherchés	n
Facteurs biologiques et mode de vie – plus expositions professionnelles	Cancer AND biomedical or lifestyle Cancer AND biomedical or lifestyle AND “occupational exposure”	104,147 442
Facteurs biologiques, mode de vie, et génétiques – plus expositions professionnelles	Cancer AND biomedical or lifestyle OR (genetic OR gene OR genomic OR genome OR molecular) Cancer AND biomedical or lifestyle OR (genetic OR gene OR genomic OR genome OR molecular) AND “occupational exposure”	2,187,352 2,296
Facteurs sociaux – – plus expositions professionnelles	Cancer AND “social epidemiology” Cancer AND “social epidemiology” or “health disparities” Cancer AND “social epidemiology” or “health disparities” AND “occupational exposure”	35 6,446 30
Exposome	Exposome Exposome AND “occupation”	166 3

2.2. Une prédominance des approches réductionnistes en santé au travail ?

- 19 L'épidémiologie vise à répondre aux interrogations, et de façon comparative, quelle frange de population (qui) présente quel événement de santé (quoi), où, et quand ? Cependant, la question du pourquoi ou du comment (le mécanisme) reste le point de divergence majeur quant au rôle de la discipline. Si les tenants de l'approche moléculaire considèrent fondamentale la compréhension des mécanismes biologiques, cet aspect peut rester une *boîte noire* et ne constitue en rien un obstacle ou une nécessité en épidémiologie classique, comme l'attestent les nombreux succès²⁰ rencontrés par des générations d'épidémiologistes. De cette opposition, Vandenbroucke (1988) dressa un parallèle avec les débats ayant soldé l'infirmité de la théorie des miasmes au profit de la théorie microbienne à la fin du XIX^e siècle. Selon lui, les épidémiologistes qui souscrivent à l'approche de la *boîte noire*, comme celle des miasmes auparavant, sont voués à être à leur tour discrédités par l'approche scientifique « supérieure » qu'est la biologie moléculaire — une analyse à laquelle Loomis et Wing (1990) ne souscrivirent pas, pointant le dualisme artificiel de cette opposition et son caractère fallacieux. Selon eux, en dépit de leur antagonisme apparent, ces théories épidémiologiques dérivent d'un unique paradigme scientifique : le réductionnisme cartésien. En épidémiologie, ce paradigme assimile l'étude de causalité à la recherche des relations « dose-réponse » entre les agents et les maladies à travers des tests d'hypothèses formalisés. Toutefois, la faiblesse des théories causales qui découlent du paradigme cartésien rappelaient-ils est leur incapacité à prendre en compte le fait que l'action des parties interdépendantes (agents, aspects de l'environnement et des individus) n'est pas une caractéristique immuable et anhistorique, mais dépend bel et bien des propriétés de tout le système dans lequel elles opèrent (Loomis et Wing, 1990). En somme, le paradigme réductionniste ne traite pas les populations comme faisant partie de structures dynamiques. Cette limite appelle à une meilleure contextualisation des facteurs de risque. McMichael (1999) parlait d'une sortie des « contraintes du proximal », c'est-à-dire à un abandon progressif de la focalisation sur les causes directes, sur les niveaux d'analyse « individualistes » ou encore sur les temporalités courtes. L'approche d'épidémiologie sociale classique aborde, mais seulement en partie, ces difficultés.
- 20 Longtemps existant à travers une médecine sociale (ou une hygiène publique) dont Villermé fut le pionnier, ce courant s'est progressivement éteint à la suite de la découverte des agents infectieux et du développement ou de la légitimation du modèle d'unicité de la cause (Susser, Susser, 1996 ; Pearce, 1996). Ses racines plus contemporaines sont liées aux courants critiques²¹ du déterminisme génétique et du paradigme biomédical qui dominaient exclusivement jusqu'au début des années 1990. Malgré une prise en compte poussive dans le domaine de la santé publique, et de l'épidémiologie plus particulièrement, l'importance des déterminants sociaux de la santé connaît aujourd'hui une reconnaissance plus large – non sans controverse – après une longue période de marginalisation. Mais, cette prise en compte se limite souvent à l'ajout de quelques variables socio-économiques sans interprétation globale (McQueen et Siegrist, 1982), la majorité des études n'échappant pas non plus au réductionnisme cartésien évoqué précédemment. Ici plus que dans d'autres domaines, les relations linéaires assumées dans les modèles épidémiologiques classiques pourraient s'avérer limitées dans des systèmes

plus complexes (Diez-Roux, 1998 ; 2007). Carles Muntaner notait à ce sujet l'incapacité des modèles théoriques à incorporer les corps, souvent réduits à leur expression biologique et donc non modifiables (ex. : le sexe). Selon lui, la surexploitation des modèles contrefactuels – telle qu'évoquée par Kaufman et Cooper (1999) – dont relèvent les études n'explique pas principalement cette limite. L'écueil réside à un moment particulier de la méthode scientifique elle-même, à savoir la formulation des hypothèses, elle-même intrinsèquement liée au manque de compréhension du rôle des mécanismes sociaux sur la santé. Une raison plausible à ce manquement est, selon Muntaner, l'attachement à un empirisme qui élude les mécanismes sociaux sous-jacents souvent non directement quantifiables. En santé au travail, des facteurs tels que les liens sociaux, le rapport à l'activité salariale et ses inégalités en tant que rapport de domination seront ainsi peu sinon jamais pris en compte dans les études. Ces facteurs sont pourtant capitaux lorsqu'il s'agit de comprendre la construction de la santé chez les travailleurs, comme peut le suggérer l'existence d'une *loi inverse de danger* (angl. *inverse hazard law*²²), à savoir le fait que

« l'accumulation de risques pour la santé a tendance à varier inversement avec le pouvoir et les ressources des populations affectées » (Krieger et coll., 2011 ; Krieger et coll., 2008).

- 21 Dans une enquête transversale menée à Boston aux États-Unis entre 2003 et 2004 sur 1202 travailleurs, des investigations ont ainsi porté sur le lien conjoint entre un événement de santé (la tension artérielle), et des facteurs de risques professionnels (poussières, fumées, produits chimiques, bruit, contrainte physique) et d'ordre social (discrimination raciale, harcèlement sexuel, abus en milieu de travail). Les corrélations les plus élevées entre les risques professionnels et les risques d'ordre social ont été observées parmi les groupes sociaux avec le moins de pouvoir et de ressources pour les contester. En France, à la suite du scandale de l'amiante, le rapport d'information du Sénat en 2005 relevait d'ailleurs entre autres

« le fait que l'exposition [...] concernait pour l'essentiel le monde ouvrier [...] qui n'avait pas les moyens de mesurer les risques » (Dériot et Godefroy, 2005),

- 22 les phénomènes d'« *invisibilisation* » jouant pleinement leur rôle (Thébaud-Mony, 2008a).
- 23 En définitive, bien que la définition de l'exposition, et donc de l'environnement puisse être comprise à plusieurs niveaux : micro ou macro, proximal ou distal, biologique ou social, en épidémiologie professionnelle, le travail en tant que structure collective aura peu ou pas droit de cité dans les paradigmes dominants. Aussi, en dépit de l'emprunt croissant des analyses de type multiniveaux – aidant à distinguer les effets compositionnels des effets contextuels²³ – aux sciences sociales depuis quelques décennies, ces méthodes demeurent peu utilisées dans le domaine. D'une manière générale, le travail (ou en réalité les conditions de travail [Gollac et coll., 2014, p. 7]) sera ainsi étudié de par les contraintes physiques ou intellectuelles auxquelles est soumis un individu. Ces contraintes peuvent concerner des secteurs d'activité, des métiers ou des tâches précises, et peuvent être aussi bien physiques, corporelles (charges, postures, etc.), mentales (stress psychique pouvant être somatisé), que des expositions d'ambiance (poussières, fumées, chaleur, bruit, pression atmosphérique, lumière, etc.). On parlera alors d'exposition professionnelle, que l'on caractérisera par une période temporelle, une durée, une fréquence, et une intensité, à laquelle on essaiera d'associer un effet (relation dose-effet), sans forcément, et paradoxalement, que le travail, en tant qu'activité et

rapport social et pas seulement exposition, ne soit forcément pleinement intégré à l'analyse.

- 24 L'épidémiologie ne peut à elle seule saisir la totalité des mécanismes de cancérogénèse dans lesquels s'inscrivent les activités de travail, et ce n'est pas son rôle. Des approches interdisciplinaires plus compréhensives, à l'instar du programme des monographies du CIRC, sont davantage équipées dans cette mission. En effet, dès la fin des années 1960, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) s'est appuyé sur la complémentarité des modèles de recherche toxicologiques et épidémiologiques – deux modèles traditionnellement en compétition que nous n'aborderons pas ici – mettant notamment en place un programme d'examen systématique de toutes les données expérimentales et épidémiologiques publiées relatives à la cancérogénicité des produits chimiques (Saracci et Wild, 2015). En outre, les événements de santé s'inscrivent dans une « toile de causalité » (Krieger, 1994, 1999) dans laquelle chaque courant apporte une contribution dans la compréhension de l'étiologie. C'est par ailleurs cette idée de réconciliation que prônent les partisans d'une nouvelle épidémiologie dite « écosociale ». La « théorie écosociale » suggère une intégration du concept d'*incorporation* à la réflexion épidémiologique. Ce concept connu des sciences sociales (Bourdieu, 1980 ; Detrez, 2002 ; Duret et Roussel, 2003) traduit l'incorporation de l'environnement physique et social dans le biologique. Cette nouvelle approche vise ainsi à rompre avec l'aspect vertical et échelonné des précédents courants, et se présente plutôt comme une sphère compréhensive de différents aspects (aussi bien macro que micro) de la distribution des maladies (Krieger, 2001). Cette approche présente de nombreux défis en santé au travail où sa mise en œuvre reste encore à faire (Krieger, 2010). Geoffrey Rose rappelait dans une perspective similaire que la distribution d'un risque donné dans une population varie sur un continuum. Ainsi, la fréquence des cas de maladie ne peut être comprise que dans le contexte des caractéristiques de cette population. La distribution du risque est donc portée par toute la population (les malades et non malades), et sa dynamique implique une responsabilité collective (Rose, 1985).

3. Implications pour l'épidémiologie professionnelle en matière de stratégie de prévention : hiérarchisation des modèles causaux ou hiérarchisation du risque

- 25 La contribution de l'épidémiologie en santé publique a fait depuis quelques décennies l'objet de nombreuses critiques, notamment pour son rôle joué dans de nombreuses controverses socioscientifiques (à l'instar des effets de l'amiante ou encore du tabac sur la santé), mais aussi par ce que beaucoup perçoivent comme des études dont les postulats réductionnistes sont inévitablement affaiblis dans des situations multifactorielles (Gori, 1998). Cette critique est également partagée parmi les épidémiologistes. À cet effet, les solutions divergent : si les partisans du micro critiquent une approche facteur de risque qu'ils considèrent comme une « boîte noire », et les partisans de la macro jugent cette même approche trop individualiste,
- « imaginez ce qu'ils doivent penser l'un de l'autre ! » s'amusait Rothman (Poole et Rothman, 1998).
- 26 En effet, ce constat d'une discipline tiraillée entre ses « pôles » devrait être le point de départ d'un dialogue entre les tenants des différentes approches disciplinaires. Il en

ressort cependant un renforcement du mouvement « vers l'intérieur » : plus l'on s'éloigne du « proximal » et des « causes directes », plus on perd en légitimité²⁴. Et cette vision n'est pas sans affecter ses objets d'étude. Ainsi en santé au travail, les approches réductionnistes (et majoritaires) assimileront le travail à une exposition spécifique dont elles étudieront principalement l'association et la relation « dose-réponse » avec un évènement de santé. Cette exposition est modulée par des facteurs (ou modes de vie) propres à chaque individu, restreignant ainsi le déterminisme causal à un niveau individuel, parfois même génétique. Par conséquent si solution il devait y avoir, c'est à ces échelles qu'il faudra intervenir. Certains voient dans cette vision une forme de *victim blaming*. Pour d'autres épidémiologistes en revanche, une ouverture vers davantage de constructivisme (c'est-à-dire de prise en compte d'une historicité sociale et politique) ainsi qu'une réelle primeur à l'intervention seraient bénéfiques à la discipline. Ce nouveau paradigme serait facilité par une redéfinition des normes probantes de causalité où la notion « biologique » ou physique de causalité (Parascandola et Weed, 2001) serait abandonnée au profit d'une approche favorisant des théories sociales. En l'absence de mécanismes sociaux pour expliquer les effets sur la santé des rapports sociaux (liés aux discriminations, aux migrations, au genre, etc.), les méthodes d'analyse employées ne feront qu'informer sur un « gradient social » souvent bien connu, renvoyant à des spéculations implicites ou explicites sur le rôle des facteurs sociaux (Muntaner, 1999). Jugée trop subjective, et donc partisane, cette approche écosociale connaît un succès mitigé, le but de l'épidémiologie n'étant pas d'éradiquer la pauvreté selon Rothman (1998). En effet, cette culture d'étude sera davantage sensible aux questions sociales, privilégiant souvent une entrée par les inégalités sociales de santé, tout en s'intéressant également, et peut-être surtout, aux impensés dans les manières d'étudier cette question des inégalités.

- 27 Afin de sortir de cet écueil, deux facettes de la discipline sont parfois distinguées. D'abord une épidémiologie en tant que science « pure », et donc par nature normative et universelle, qui vise une production, une amélioration des connaissances, qui est jugée selon sa conformité scientifique. On parle également d'éthique déontologique, ou encore de recherche orientée vers l'évaluation (angl. *evaluation-oriented*) (Vandenbroucke, 2008). En santé au travail, celle-ci est attachée au mesurage, se construisant autour de disciplines telles que la pharmacologie et les biostatistiques. Puis, de l'autre côté, une (ou épidémiologie ?) de la pratique, au service de la santé publique, contextuelle et qui ne relèverait pas de prescription. Un pragmatisme et une primauté des observations et savoirs de terrain, même précoces, sont censés prévaloir/prévalent lorsqu'il s'agit de formuler des théories sur la survenue d'un évènement de santé. Elle vise à l'amélioration de la santé de la population et est jugée sur sa capacité à avoir un impact le plus rapide et large possible. On parle également d'éthique conséquentialiste, utilitaire, ou de recherche orientée sur la découverte (angl. *discovery-oriented*) (Vandenbroucke, 2008). Cette approche est plus ouverte aux sciences humaines et sociales. Pour retourner à notre cas d'étude, les « causes » de la survenue des cas de mésothéliome chez les travailleurs seraient donc pour les contextes américain et sud-africain similaires dans la perspective scientifique (altération du matériel génétique par les fibres d'amiante), et différentes, contextuelles dans la perspective *praxis* (transformation des chantiers navals dans l'un, exploitation non contrôlée des mines sous période de domination dans l'autre).
- 28 Bien qu'éclairante sur les utilités de l'épidémiologie, cette vision proche d'un dualisme Kantien (Kant, 2006), dissociant une approche « scientifique » d'une approche

« pratique », pose deux limites principales. Premièrement, elle ne permet que difficilement l'établissement de rapports dialectiques entre l'activité scientifique et sa part opérationnelle où elles sont dans des contextes concrets de fait associées. La distinction entre théorie et pratique suppose une opposition et/ou une distinction entre deux objets, qu'en aucun cas l'une ne dépend de l'autre. Mais à quoi servirait une théorie si elle ne rend pas compte de la pratique ? Et inversement, comment comprendre une pratique si aucune théorie explicative n'est là pour en éclairer le fonctionnement ? C'est ainsi par une « théorie de la pratique » que Pierre Bourdieu entendait démontrer le caractère artificiel, voire fallacieux, de cette opposition (Bourdieu, 1980). La théorie construit la pratique, et en même temps la pratique nourrit la théorie. Les aspects plus fondamentaux de l'épidémiologie lui permettent ainsi de progresser dans sa méthodologie et d'améliorer la pertinence des résultats qu'elle produit. D'un autre point de vue, cette distinction laisse présager une certaine hiérarchie entre ces approches, une hiérarchie par ailleurs implicite, voire explicite, à laquelle ne sont pas insensibles les décideurs. Cette hiérarchie est matérialisée par le choix de définition même de la causalité, ou encore par des concepts tels que la « médecine fondée sur les preuves » (Sackett, 1997).

- 29 Deuxièmement, cette vision occulte les phénomènes de rétroaction entre les résultats et la pratique des agents (épidémiologistes, comme utilisateurs de ces données). Comme le rappelle Alain Desrosières, une réflexion préalable sur tout indicateur et ses objectifs devrait sous-tendre, voire précéder son utilisation. Dans des contextes définis, certains indicateurs ont tendance à rétroagir sur leurs utilisateurs qui, pour des raisons politiques ou/et de performance, sont alors plus préoccupés à améliorer les « chiffres » qu'à améliorer les conditions que ces chiffres sont censés décrire (Desrosières, 2014, p. 33-59). C'est ainsi que pour des « raisons méthodologiques » (stabilité de cohorte, faible puissance statistique, etc.) des groupes importants de travailleurs (tels que les sou-traitants et intérimaires [Cardis et coll., 1995] ou les travailleuses [Doi et coll., 2011]) ont pu être exclus des études avec des répercussions sur la visibilité scientifique des événements de santé les concernant. En effet, le niveau de preuve privilégié étant celui de la recherche orientée vers l'évaluation, la « pyramide des évidences » met à son sommet les études observationnelles (jugées aux normes). Ces dernières alimentent principalement, pour ne pas dire exclusivement, les revues systématiques et les méta-analyses. Les résultats produits par ce type de recherche sont directement liés au capital d'études disponibles, avec leurs limites inhérentes d'exhaustivité, construisant ainsi une invisibilisation des « minorités » sociales dont l'inclusion n'est en général pas privilégiée dans les études (Hohenadel et coll., 2015 ; Zahm et coll., 1994). La sphère décisionnelle s'en trouve également affectée à travers son indicateur phare, la fraction attribuable (FA), car elle-même construite par des indicateurs tirés de ces études : le risque relatif (RR) *i.e.* le risque des exposés à un facteur d'intérêt par rapport à celui des non-exposés, et la prévalence (proportion) de la population exposée (Gordis, 2013, p. 230-232). De nombreuses maladies étant multifactorielles, la FA vise à quantifier la contribution de chaque facteur de risque dans la survenue d'un événement de santé donné, introduisant de la sorte ce qui est parfois considéré comme une hiérarchisation de ces facteurs, pris là également de manière individuelle. Cette rétroaction est également perceptible à travers les études menées, les projets financés, ou encore les corpus enseignés dans les universités, car seule (ou très majoritairement) une éthique, une approche de la discipline est visible, ou du moins reconnue comme valide, et donc promue dans ses champs d'application (Bhopal, 1997 ; Krieger, 1994 ; Thacker et Buffington, 2001).

4. Conclusion

- 30 L'épidémiologie est une science médicale dans sa disposition pour l'amélioration de la santé des individus. Elle est une science de santé publique dans son engagement pour la protection de l'intérêt général. Certains la perçoivent comme une science sociale dans la mesure où les états de santé varient socialement. La discipline se construit ainsi à partir de différentes visions de l'approche sanitaire et de la démarche scientifique. S'appuyant sur diverses disciplines, elle est de ce fait soumise à des logiques théoriques et explicatives concurrentes et qui se matérialisent dans la construction même de ses objets d'étude, de ses hypothèses, et dans le choix de ses variables d'intérêt. Plus encore, elle s'expose surtout à deux tendances du milieu intellectuel et académique. La première est en partie d'ordre ontologique. Comme toutes les sciences prenant pour objet l'être vivant, l'épidémiologie est non seulement touchée par la question de l'inné et de l'acquis, ou plus largement, de l'opposition entre « nature » et « culture », mais elle est également soumise à la hiérarchisation implicite qui subsiste entre les sciences naturelles et les sciences humaines. L'interdisciplinarité au sein de la discipline tend ainsi à se construire par différents moyens, certaines sciences, certaines approches ou savoirs étant davantage mobilisés que d'autres. La seconde tendance concerne ce que l'on considère comme la division scientifique du travail (Abbott, 2001 ; Weisz, 2005). Ce processus peut s'assimiler à celui décrit par Bernard Lahire dans le champ des sciences humaines et sociales entre un découpage disciplinaire et thématique (ex. : l'économie, la politique, le droit, etc.), et un découpage sous-disciplinaire qui prend la forme d'une hyper-spécialisation (ex. sociologie urbaine, sociologie de l'éducation, sociologie des religions, etc.) (Lahire, 2012). En épidémiologie, cette « hyperspécialisation » se matérialise par la consolidation ou la naissance de différentes branches de recherche à l'intérieur de branches voisines ou préexistantes. On peut ainsi distinguer l'épidémiologie clinique de la pharmacépidémiologie, l'épidémiologie génétique (Teare, 2016) de l'épidémiologie épigénétique (Michels, 2014), ou encore l'épidémiologie sociale de l'épidémiologie populationnelle ou épidémiologie des systèmes (El-Sayed et Galea, 2017), voire de l'épidémiologie des données massives (Mooney et coll., 2015).
- 31 Selon Lahire, ces tendances sont liées à un mouvement de professionnalisation des disciplines scientifiques. Elles comportent de nombreux aspects favorables dont le gain en précision des chercheur.e.s, en rigueur de leur propos, ainsi que dans la qualité des preuves produites. Mais toutefois, souligne-t-il, le risque important d'appauvrissement de la connaissance produite lorsque se crée un entre-soi intellectuel, à savoir des chercheur.e.s qui ne lisent et ne connaissent que les travaux de leur(s) pair.e.s appartenant à la même sous-spécialité au sein de leur discipline (Lahire, 2012).
- 32 Sur ce constat de pluridisciplinarité traversant la discipline, nous concluons, ou plus précisément nous ouvrons le débat, en posant les questions suivantes : quelle(s) épidémiologie(s) devrai(en)t se saisir du champ de la santé au travail ? Chaque branche dispose de ses forces et de ses limites. Chacune apporte sa contribution, mais privilégie ses postulats. Laquelle privilégier ? Ou alors comment les articuler pour une production des connaissances ? Les recommandations actuelles dans les milieux de recherche, notamment pour l'épidémiologie des cancers, s'ingénient à une production de données qui serait interdisciplinaire, ainsi qu'à la mise en pratique d'une approche scientifique translationnelle²⁵ (Khoury et coll., 2013). Pour Krieger, une meilleure qualité des données

seule ne suffira pas ; une clarté intellectuelle sur les théories sera fondamentale afin d'améliorer la compréhension et l'application des outils méthodologiques (Krieger, 2017). Mais une production, même interdisciplinaire, de données suffirait-elle à produire de l'action publique ? Le cas de l'amiante suggérerait que non (Braun et coll., 2003 ; Corn et Starr, 1987 ; McCulloch et Tweedale, 2008 ; Thébaud-Mony, 2014). Robert Proctor soulignait à juste titre le paradoxe entre notre appétence pour la (production de la) connaissance et le désintérêt que l'on pouvait porter à l'ignorance (Proctor et Schiebinger, 2008). Comment éviter que l'épidémiologie en santé au travail, dans son dialogue avec les décideurs, le public, ne serve à la production de l'ignorance ?

BIBLIOGRAPHIE

Abbott, A. (2001). *Chaos of Disciplines* (New edition). Chicago, Ill., University of Chicago Press.

Avilés, L.A. (2001). Epidemiology as discourse: the politics of development institutions in the Epidemiological Profile of El Salvador. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55, 3, 164-171.

Bhopal, R. (1997). Which book? A comparative review of 25 introductory epidemiology textbooks. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 51, 6, 612.

Bhopal, R. (1999). Paradigms in epidemiology textbooks: in the footsteps of Thomas Kuhn. *American Journal of Public Health*, 89, 8, 1162-1165.

Bourdieu, P. (1980). *Le Sens pratique*. Paris, Les Éditions de Minuit.

Braun, L., Greene, A., Manseau, M., Singhal, R., Kisting, S., Jacobs, N. (2003). Scientific controversy and asbestos: making disease invisible. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 9, 3, 194-205.

Braun, L., Kisting, S. (2006). Asbestos-Related Disease in South Africa. *American Journal of Public Health*, 96, 8, 1386-1396.

Brown, J. R., Thornton, J. L. (1957). Percivall Pott (1714-1788) and Chimney Sweepers' Cancer of the Scrotum. *British Journal of Industrial Medicine*, 14, 1, 68-70.

Cardis, E., Gilbert, E.S., Carpenter, L., Howe, G., Kato, I., Armstrong, B.K., Fix, J. (1995). Effects of low doses and low dose rates of external ionizing radiation: cancer mortality among nuclear industry workers in three countries. *Radiation Research*, 142, 2, 117-132.

Corn, J. K., Starr, J. (1987). Historical perspective on asbestos: policies and protective measures in World War II shipbuilding. *American Journal of Industrial Medicine*, 11, 3, 359-373.

Courtet, C., Gollac, M. (2012). *Risques du travail, la santé négociée*. Paris, La Découverte.

Craighead, J.E. (2011). Epidemiology of Mesothelioma and Historical Background. In A. Tannapfel (Éd.), *Malignant Mesothelioma* (vol. 189, p. 16). Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.

Dériot, G., Godefroy, J.-P. (2005). *Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur le bilan et les conséquences de la contamination par l'amiante*. Paris, Sénat, 333p.

Desrosières, A. (2014). *Prouver et gouverner*. Paris, La Découverte.

- Detrez, C. (2002). *La construction sociale du corps*. Paris, Seuil.
- Diez-Roux, A.V. (1998). Bringing context back into epidemiology: variables and fallacies in multilevel analysis. *American Journal of Public Health*, 88, 2, 216-222.
- Diez-Roux, A.V. (2007). Integrating social and biologic factors in health research: a systems view. *Annals of Epidemiology*, 17, 7, 569-574.
- Doi, M., Hattori, N., Yokoyama, A., Onari, Y., Kanehara, M., Masuda, K., Kohno, N. (2011). Effect of Mustard Gas Exposure on Incidence of Lung Cancer: A Longitudinal Study. *American Journal of Epidemiology*, 173, 6, 659-666.
- Doll, R. (1955). Mortality from Lung Cancer in Asbestos Workers. *British Journal of Industrial Medicine*, 12, 2, 81-86.
- Duret, P., Roussel, P. (2003). *Le corps et ses sociologies*. Paris, Nathan.
- El-Sayed, A. M., Galea, S. (2017). *Systems Science and Population Health* (1re éd.). Oxford New York, OUP USA.
- Foucault, M. (2004). *Sécurité, Territoire, Population*. Paris, Le Seuil.
- Galea, S. (2013). An Argument for a Consequentialist Epidemiology. *American Journal of Epidemiology*, 178, 8, 1185-1191.
- Gallagher, T. (2003). *Fire at Sea: The Mysterious Tragedy of the Morro Castle* (1st edition). Guilford, Conn, Lyons Press.
- Gloyne, S. (1935). Two cases of squamous carcinoma of the lung occurring in asbestosis. *Tubercle*, 17, 5-10.
- Gollac, M., Volkoff, S., Wolff, L. (2014). *Les conditions de travail* (3e édition). Paris, La Découverte.
- Gordis, L. (2013). *Epidemiology* (5th Edition). Philadelphia, PA, Saunders.
- Gori, G. B. (1998). Presentation: Epidemiology and public health: is a new paradigm needed or a new ethic? *Journal of Clinical Epidemiology*, 51, 8, 637-641.
- Gouda, H.N., Powles, J.W. (2014). The science of epidemiology and the methods needed for public health assessments: a review of epidemiology textbooks. *BMC Public Health*, 14, 139.
- Greenberg, A.K., Lee, T.C., Rom, W.N. (2005). The North American Experience with Malignant Mesothelioma. In B.W.S. Robinson et A.P. Chahinian (Éd.), *Mesothelioma* (p. 1-23), Independence, USA: Taylor & Francis.
- Greene, G. (2011). Richard Doll and Alice Stewart: reputation and the shaping of scientific « truth ». *Perspectives in Biology and Medicine*, 54, 4, 504-531.
- Hammond, E.C., Selikoff, I.J., Seidman, H. (1979). Asbestos Exposure, Cigarette Smoking and Death Rates. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 330, 1, 473-790.
- Henry, E. (2017). *Ignorance scientifique et inaction publique. Les politiques de santé au travail*. Presses de Sciences Po.
- Hohenadel, K., Raj, P., Demers, P.A., Zahm, S.H., Blair, A. (2015). The Inclusion of Women in Studies of Occupational Cancer: A Review of the Epidemiologic Literature From 1991-2009: Women in Studies of Occupational Cancer. *American Journal of Industrial Medicine*, 58, 3, 276-281.
- Institute of Medicine (U.S.), Board on Population Health and Public Health Practice, National Academies Press (U.S.), Institute of Medicine (U.S.), Committee on Asbestos: Selected Health Effects. (2006). *Asbestos selected cancers*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Jobin, P. (2012). Fukushima ou la radioprotection, retour sur un terrain interrompu. In V. Daubas-Letourneux, N. Frigul, P. Jobin, et A. Thébaud-Mony (Éd.), *Santé au travail* (p. 101-103). Paris, La Découverte.

Kant, E. (2006). *Critique de la raison pure* (3e édition revue et corrigée). Paris, Flammarion.

Kaufman, J.S., Cooper, R.S. (1999). Seeking causal explanations in social epidemiology. *American journal of epidemiology*, 150, 2, 113-120.

Khoury, M. J., Lam, T. K., Ioannidis, J. P. A., Hartge, P., Spitz, M. R., Buring, J. E., ... Schully, S. D. (2013). Transforming Epidemiology for 21st Century Medicine and Public Health. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 22, 4, 508-516.

Krieger, N. (1994). Epidemiology and the web of causation: has anyone seen the spider? *Social Science & Medicine*, 39, 7, 887-903.

Krieger, N. (1999). Sticky webs, hungry spiders, buzzing flies, and fractal metaphors: on the misleading juxtaposition of « risk factor » versus « social » epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 53, 11, 678-680.

Krieger, N. (2001). Theories for social epidemiology in the 21st century: an ecosocial perspective. *International Journal of Epidemiology*, 30, 4, 668-677.

Krieger, N. (2003). Genders, sexes, and health: what are the connections--and why does it matter? *International Journal of Epidemiology*, 32, 4, 652-657.

Krieger, N. (2010). Workers are people too: societal aspects of occupational health disparities--an ecosocial perspective. *American Journal of Industrial Medicine*, 53, 2, 104-115.

Krieger, N. (2017). Health Equity and the Fallacy of Treating Causes of Population Health as if They Sum to 100%. *American Journal of Public Health*, 107(4), 541-549.

Krieger, N., Chen, J.T., Waterman, P.D., Hartman, C., Stoddard, A.M., Quinn, M.M., Barbeau, E.M. (2008). The inverse hazard law: Blood pressure, sexual harassment, racial discrimination, workplace abuse and occupational exposures in US low-income black, white and Latino workers. *Social Science & Medicine*, 67, 12, 1970-1981.

Krieger, N., Kaddour, A., Koenen, K., Kosheleva, A., Chen, J.T., Waterman, P.D., Barbeau, E.M. (2011). Occupational, social, and relationship hazards and psychological distress among low-income workers: implications of the « inverse hazard law ». *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65, 3, 260-272.

Lahire, B. (2012). Des effets délétères de la division scientifique du travail sur l'évolution de la sociologie. *SociologieS*.

Loomis, D., Wing, S. (1990). Is molecular epidemiology a germ theory for the end of the twentieth century? *International Journal of Epidemiology*, 19, 1, 1-3.

McCulloch, J., Tweedale, G. (2008). *Defending the Indefensible: The Global Asbestos Industry and its Fight for Survival*. Oxford, New York, OUP Oxford.

McDonald, A.D., McDonald, J.C. (1980). Malignant mesothelioma in North America. *Cancer*, 46, 7, 1650-1656.

McDonald, J.C., McDonald, A.D. (1996). The epidemiology of mesothelioma in historical context. *European Respiratory Journal*, 9, 9, 1932-1942.

McMichael, A.J. (1999). Prisoners of the proximate: loosening the constraints on epidemiology in an age of change. *American Journal of Epidemiology*, 149, 10, 887-897.

- McQueen, D.V., Siegrist, J. (1982). Social factors in the etiology of chronic disease: an overview. *Social Science & Medicine*, 16, 4, 353-367.
- Michels, K.B. (2014). *Epigenetic Epidemiology* (2012 ed.). Springer.
- Mooney, S.J., Westreich, D.J., El-Sayed, A.M. (2015). Commentary: Epidemiology in the era of big data. *Epidemiology*, 26, 3, 390-394.
- Morris, J.N. (1955). Uses of epidemiology. *British Medical Journal*, 2, 4936, 395.
- Muntaner, C. (1999). Invited commentary: social mechanisms, race, and social epidemiology. *American Journal of Epidemiology*, 150, 2, 121-126; discussion 127-128.
- Parascandola, M., Weed, D.L. (2001). Causation in epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55, 12, 905-912.
- Pearce, N. (1996). Traditional epidemiology, modern epidemiology, and public health. *American Journal of Public Health*, 86, 5, 678-683.
- Poole, C., Rothman, K.J. (1998). Our conscientious objection to the epidemiology wars. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52, 10, 613.
- Porta, M.S., Greenland, S., Hernán, M., Silva, I. dos S., Last, J.M., International Epidemiological Association (Éd.). (2014). *A Dictionary of Epidemiology* (Sixth edition). Oxford, Oxford University Press.
- Proctor, R.N. (1996). *Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know And Don't Know About Cancer*. New York, Basic Books.
- Proctor, R. N., et Schiebinger, L. (2008). *Agnotology: The Making and Unmaking of Ignorance*. Stanford University Press.
- Rose, G. (1985). Sick Individuals and Sick Populations. *International Journal of Epidemiology*, 14, 1, 32-38.
- Rothman, K.J., Adami, H.O., Trichopoulos, D. (1998). Should the mission of epidemiology include the eradication of poverty? *The Lancet*, 352, 9130, 810-813.
- Sackett, D.L. (1997). Evidence-based medicine. *Seminars in Perinatology*, 21, 1, 3-5.
- Saracci, R., Wild, C. (2015). *International Agency for Research on Cancer: the first 50 years, 1965-2015*.
- Selikoff, I.J., Churg, J., Hammond, E.C. (1964). Asbestos Exposure and Neoplasia. *JAMA*, 188, 1, 22-26.
- Susser, M. (1998). Does risk factor epidemiology put epidemiology at risk? Peering into the future. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52, 10, 608-611.
- Susser, M., Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms. *American Journal of Public Health*, 86, 5, 668-673.
- Teare, M.D. (2016). *Genetic Epidemiology* (Softcover reprint of the original 1st ed. 2011). S.I., Humana Press Inc.
- Thacker, S.B., Buffington, J. (2001). Applied epidemiology for the 21st Century. *International Journal of Epidemiology*, 30, 2, 320-325.
- Thébaud-Mony, A. (2008a). Construire la visibilité des cancers professionnels. *Revue française des affaires sociales*, 2, 237-254.
- Thébaud-Mony, A. (2008b). *Travailler peut nuire gravement à votre santé*. La Découverte.

- Thébaud-Mony, A. (2014). *La science asservie*. La Découverte.
- Tweeddale, G. (2007). The Rochdale asbestos cancer studies and the politics of epidemiology: what you see depends on where you sit. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 13, 1, 70-79.
- Vandenbroucke, J.P. (1988). Is « The Causes of Cancer » a miasma theory for the end of the twentieth century? *International Journal of Epidemiology*, 17, 4, 708-709.
- Vandenbroucke, J.P. (2008). Observational Research, Randomised Trials, and Two Views of Medical Science. *PLOS Medicine*, 5, 3, 67.
- Wagner, C. (2005). Mesothelioma and Exposure to Asbestos in South Africa: 1956-62. In B.W.S. Robinson et A.P. Chahinian (Éd.), *Mesothelioma*. (p. 87-91). Independence, USA: Taylor & Francis.
- Wagner, J.C. (1991). The discovery of the association between blue asbestos and mesotheliomas and the aftermath. *British Journal of Industrial Medicine*, 48, 6, 399-403.
- Wagner, J.C., Sleggs, C.A., Marchand, P. (1960). Diffuse Pleural Mesothelioma and Asbestos Exposure in the North Western Cape Province. *Occupational and Environmental Medicine*, 17, 4, 260-271.
- Weed, D.L. (1998). Beyond black box epidemiology. *American Journal of Public Health*, 88, 1, 12-14.
- Weed, D.L., Mink, P.J. (2002). Roles and Responsibilities of Epidemiologists. *Annals of Epidemiology*, 12, 2, 67-72.
- Weisz, G. (2005). *Divide and Conquer: A Comparative History of Medical Specialization*. Oxford: OUP USA.
- Wild, C.P. (2005). Complementing the genome with an « exposome »: the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 14, 8, 1847-1850.
- Zahm, S.H., Pottner, L.M., Lewis, D.R., Ward, M.H., White, D.W. (1994). Inclusion of women and minorities in occupational cancer epidemiologic research. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, 36, 8, 842-847.
- Zielhuis, G.A., Kiemeny, L.A. (2001). Social epidemiology? No way. *International Journal of Epidemiology*, 30, 1, 43-44.

NOTES

1. Percivall Pott, chirurgien anglais (1714-1788).
2. Bernardino Ramazzini, médecin italien (1633-1714), pionnier de la médecine du travail et auteur de *De Morbis Artificum Diatriba* (Traité des maladies des artisans).
3. L'amiante est un ensemble de six minéraux naturels : silicates, magnésiens ou calciques. Ils sont communément connus par leurs couleurs. On distingue le groupe des serpentines avec le chrysotile (amiante « blanc »), et le groupe des amphiboles composé de l'amosite (amiante « marron »), le crocidolite (amiante « bleu »), trémolite (multiples couleurs), l'anthophyllite et l'actinolite (les trois derniers étant plutôt retrouvés comme contaminants).
4. À savoir les plaques pleurales, le cancer du poumon, le mésothéliome, et l'asbestose qui est une maladie chronique inflammatoire et cicatricielle affectant le tissu des poumons.
5. Équipe dirigée par le Dr Christopher Sleggs.
6. Chaîne baptisée à cet effet « Les Monts d'Asbestos ».

7. Formellement désignée sous le terme de prévalence (nombre de cas sur une période donnée).
8. Formellement désignée sous le terme d'incidence (nombre de nouveaux cas sur une période donnée).
9. Méthode qui consiste en la comparaison rétrospective de parcours (historique d'exposition) entre groupes d'individus atteints d'un événement d'intérêt, et groupes sans cet événement.
10. Études basées sur le suivi dans le temps de groupes d'individus ne présentant pas des événements d'intérêt ou associés, dans l'éventualité que ceux-ci surviennent.
11. À noter que les analyses de Wagner et coll. ne concernaient que les travailleurs au contact du crocidolite. Cette « limite » alimenta les controverses (chez les industriels notamment) sur la supposée non-dangerosité des autres formes de fibres d'amiante.
12. Facteurs pouvant expliquer la modulation de la force de l'association suivant différents groupes.
13. Provoqués par les fibres d'amiante qui, phagocytées par les macrophages, entraînent la production de bases oxygénées qui détériorent le matériel génétique.
14. Les fonctions mucociliaires (ou des cils de la surface de l'épithélium) décrivent le mécanisme d'auto-nettoyage des bronches.
15. Angl. « A Dictionary of Epidemiology ».
16. Peut apparaître sous diverses appellations : angl. *social epidemiology, population health, social determinants of health, social production of disease, eco-epidemiology, ecosocial, biosocial, etc.*
17. Une distinction est faite en anglais entre *multivariate analysis* qui renvoie à des modèles statistiques qui peuvent avoir deux variables dépendantes ou plus, et *multivariable analysis* qui se réfère à des modèles statistiques avec plusieurs variables explicatives.
18. Tiers facteur expliquant l'association observée entre l'évènement et les covariables explicatives.
19. L'ajustement sur un facteur donné consiste à supprimer son effet propre.
20. Les facteurs de risque (ou « protecteurs ») les plus connus aujourd'hui – âge ; niveau de vie ; mode de vie : consommation de tabac, d'alcool, de drogues récréatives ou prescrites, manque d'exercice, de sommeil, régime riche en graisse animale ; stress chronique ; expositions environnementales, etc. – ont tous été mis en évidence par cette méthode.
21. Instaurés par des biologistes, notamment Robert Lewontin, auteur de *Biology as Ideology: The Doctrine of DNA*, 1991.
22. Inspiré de la « loi inverse des soins » (« *inverse care law* ») formulée par Julian Tudor Hart en 1971, décrivant une disponibilité de soins médicaux ayant tendance à varier inversement avec la nécessité pour la population servie.
23. Les effets contextuels désignent les différences entre les niveaux de santé globale dans une population dues aux caractéristiques de l'environnement (par exemple : contraintes organisationnelles du travail), lorsque les effets compositionnels sont capturés par les différences entre les niveaux de santé dans une population attribuables aux caractéristiques propres des individus.
24. Cette dichotomie est exprimée en santé publique par la métaphore du *downstream vs upstream approaches*.
25. Concept biomédical qui vise à promouvoir des applications concrètes à partir de connaissances fondamentales.

RÉSUMÉS

Depuis le début des années 1990, l'épidémiologie est le théâtre de vifs débats internes, portant sur la nature de la discipline et le rôle qu'elle est censée jouer dans la société. À partir d'une étude critique de la littérature sur les cancers professionnels, l'article propose de restituer la nature des différents conflits opposant les principaux paradigmes de recherche en santé au travail, et d'en comprendre les fondements et logiques sociales. S'appuyant sur diverses disciplines, l'épidémiologie professionnelle est soumise à des logiques théoriques et explicatives concurrentes et contradictoires qui se donnent à voir aussi bien au niveau de la construction des objets d'étude, qu'à celui des choix des hypothèses et/ou des variables d'intérêt. Plus précisément, il souligne que les oppositions et conflits entre disciplines (médecine, sciences sociales, etc.) se rejouent à l'intérieur même de l'épidémiologie, dans chacune de ses branches, en raison de son hyperspécialisation croissante et de l'opposition « nature » vs « culture » qui structure l'entièreté du champ.

Since the early 1990s, epidemiology has been marked by lively debates about the nature of the discipline and the role it should play in society. Based on a critical review of the literature on occupational cancers, this article explores the different conflicts arising from the main divergent epidemiological paradigms, and underlines their social foundations and logic. Drawing as it does on various disciplines, occupational epidemiology is therefore subject to competing and contradictory theoretical and explanatory rationales, which are evident in the choice of hypotheses, subjects of study, and variables of interest. More specifically, this article indicates how the conflicts and oppositions that take place between disciplines (medicine, social sciences, etc.) reoccur within the field of epidemiology itself and in each of its branches, and this as a result of the field's growing hyper-specialization and the opposition between "nature" and "culture" that structures the entire field.

Desde principios de la década de 1990, la epidemiología ha sido escenario de un intenso debate interno sobre la naturaleza de la disciplina y el rol que se supone debe desempeñar en la sociedad. A partir de un estudio crítico de la literatura sobre cánceres de origen ocupacional, el artículo propone reconstruir la naturaleza de los principales conflictos que oponen los principales paradigmas de investigación en salud en el trabajo, y comprender sus fundamentos y lógicas sociales. Apoyándose en diversas disciplinas, la epidemiología ocupacional está sujeta a lógicas teóricas y explicativas concurrentes y contradictorias, que pueden verse tanto a nivel de la construcción de los objetos de estudio como a nivel de la elección de hipótesis y variables de interés. Más específicamente, enfatiza que las oposiciones y conflictos entre disciplinas (medicina, ciencias sociales, etc.) se reproducen al interior mismo de la epidemiología, en cada una de sus ramas, debido a su hiper especialización creciente y de la oposición "naturaleza" vs. "cultura" que estructura todo el campo.

INDEX

Palabras claves : epidemiología, salud ocupacional, interdisciplinariedad, paradigma

Mots-clés : épidémiologie, santé au travail, interdisciplinarité, paradigme

Keywords : epidemiology, occupational health, interdisciplinarity, paradigm

AUTEUR

CHARLES-OLIVIER BETANSEDI

Université Paris-Saclay, Université Paris-Sud, CESP, INSERM, Kremlin Bicêtre, France, Giscop 93,
Université Paris 13, Bobigny, France, EDSP, Université Paris-Saclay-Univ. Paris-Sud, INSERM,
Centre for Research in Epidemiology and Population Health, UMR-S 1018, 15-16, avenue Paul
Vaillant Couturier, 94807 Villejuif cedex, France, charles-olivier.betansedi@inserm.fr

Titre : L'invisibilisation du lien entre travail et cancer chez les femmes : Une approche réflexive en épidémiologie de la santé au travail

Mots clés : genre, biais, épidémiologie, exposition professionnelle, cancérogènes

Résumé : En épidémiologie de la santé au travail, la non prise en compte du genre dans les études peut contribuer à maintenir dans l'invisibilité certaines questions propres à la santé des femmes, telles les risques cancérogènes qu'elles peuvent encourir en milieu professionnel. L'objectif de cette thèse est d'analyser la manière dont les biais liés au genre affectent différentes étapes du processus de production des connaissances épidémiologiques sur les cancers d'origine professionnelle.

Le premier biais notable est le nombre limité d'études s'intéressant à l'étiologie des cancers d'origine professionnelle chez les femmes. À travers une revue systématique d'études observationnelles (n= 243) indexées sur *PubMed* et portant sur le cancer du poumon, nous montrons que les risques cancérogènes restent largement sous-étudiés chez les femmes comparées aux hommes. Dans un deuxième temps, à partir de l'enquête Giscop93, nous avons réalisé une comparaison à l'échelle du poste de

travail (n= 7 702) entre une évaluation de l'exposition aux solvants chlorés effectuée par un comité d'expert-e-s et une évaluation effectuée par la matrice emplois-expositions en population générale Matgéné. Nos résultats suggèrent des désaccords (dans les indices d'exposition produits) entre les deux outils, qui varient notamment selon le degré de féminisation du métier évalué. Dans un troisième temps, nous montrons à partir de l'enquête cas-témoins ICARE (cas, n= 2 926 dont 22% de femmes, témoins, n= 3 555 dont 22% de femmes) que le odds ratio de cancer du poumon associé à l'exposition aux solvants chlorés diffère selon le sexe et la catégorie socioprofessionnelle.

Cet ensemble de travaux nous a mené à des propositions de pratiques de recherche et de nouvelles méthodes d'analyse et de contrôle des biais de genre dans les études en épidémiologie de la santé au travail.

Title: The invisibilisation of the association between work and cancer in women: A reflexive approach in occupational epidemiology

Keywords: gender, bias, epidemiology, occupational exposure, carcinogens

Abstract: In occupational epidemiology, failure to take gender into account in the analyses may contribute to conceal certain issues specific to women's health, such as the carcinogenic risks they may incur in the workplace. The aim of this thesis is to analyze how gender-related biases affect different stages of the process of producing epidemiological knowledge on occupational cancers, in particular in the definition of the scope of investigation, the exposure assessment and the statistical modelling.

The first significant bias is the limited number of studies assessing the etiology of occupational cancers in women. Through a systematic review of observational studies (n = 243) indexed on *PubMed* for lung cancer, we show that carcinogenic risks remain largely understudied in women as compared to men.

Secondly, based on the Giscop93 study, we have compared, at the job level (n= 7 702), an assessment of occupational exposure to chlorinated solvents made by an expert panel to an evaluation performed by a general population job-exposure matrix Matgéné. Our results suggest some disagreements (in the exposure indices assigned) between the two methods, notably according to the degree of feminization of the job evaluated. Thirdly, based on the ICARE case-control study (cases, n = 2 926 (22% were women), controls, n = 3 555 (22% were women)), we show that the odds ratio of lung cancer associated with exposure to chlorinated solvents is modified by sex and occupational category.

This body of work has led us to proposals for research practices and new methods for the analysis and control of gender bias in occupational epidemiology studies.