

É

Études et recherches

RAPPORT R-727



**Une revue des publications sur le cancer
chez les travailleurs des chantiers maritimes**

*Paul G. Brantom
Pirjo Heikkilä
Remko Houba
Dick Heederik
Frits van Rooy*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

travaillent pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST. Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales
2012
ISBN : 978-2-89631-594-9 (PDF)
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
Télécopieur : 514 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
février 2012



Études et recherches

■ RAPPORT R-727

Une revue des publications sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Paul G. Brantom
Brantom Risk Assessment Ltd*

*Pirjo Heikkilä
CHEMPHEX*

*Remko Houba, Dick Heederik, Frits van Rooy
Netherlands Expertise Centre for Occupational Respiratory
Disorders (NECORD) & Institute for Risk
Assessment Sciences, Utrecht University*

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.
Cette publication a été traduite, seule la version originale (R-715) fait foi.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

SOMMAIRE

Nous avons entrepris la présente revue afin de mieux comprendre le risque de cancer associé aux travaux effectués dans les chantiers maritimes. Notre évaluation des causes de cancer chez les travailleurs qui exécutent ces travaux visait à orienter les personnes chargées de déterminer le montant des indemnités à verser en cas de maladie professionnelle. Nous avons à cette fin revu toute la littérature actuellement disponible et pertinente à l'évaluation du risque de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes. Un recensement des principaux types d'exposition aux agents cancérigènes connus présents dans les chantiers maritimes fournit un point de départ à cette revue, car il permet de déterminer le rôle potentiel des risques connus. La revue est principalement axée sur les études épidémiologiques réalisées auprès de travailleurs des chantiers maritimes afin de dégager des tendances reproductibles en ce qui concerne l'incidence du cancer et la mortalité par cancer, et ce, dans le but d'établir d'éventuels liens avec des risques connus. La revue tient également compte de la classification de plusieurs métiers exercés dans les chantiers maritimes (p. ex. peintre) qui ne sont pas nécessairement associés à un risque excédentaire chez les travailleurs des chantiers maritimes, mais que des organismes internationaux tels que le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) classent parmi ceux qui présentent un risque de cancer, sans toutefois préciser l'agent étiologique.

La revue prend en considération les risques actuels de cancer qui, en raison d'une période de latence de 5 à 40 ans entre la première exposition et le diagnostic de cancer, sont principalement fondés sur des expositions survenues entre 1930 et 1990. Il importe donc de souligner que les expositions et, par conséquent, les risques que nous évaluons peuvent relever de situations qui ne sont plus pertinentes pour la génération actuelle de travailleurs des chantiers maritimes, puisque des procédures plus strictes ont depuis été mises en place pour réduire au minimum les expositions dangereuses. Pour cette raison, toute conclusion relative aux taux de cancer liés à un métier donné pourrait ne pas être pertinente pour les groupes de travailleurs embauchés plus récemment, même si les risques peuvent toujours être présents.

Nous avons répertorié divers risques de cancer pouvant avoir un lien avec les chantiers maritimes, et nous avons tenté de déterminer si les risques de cancer associés à différents types d'exposition dans les chantiers maritimes présentaient un potentiel cancérigène pour les travailleurs de ces chantiers. Nous avons tenu compte de toutes les données disponibles sur les travailleurs des chantiers maritimes atteints d'un cancer pour tirer des conclusions sur l'importance des facteurs associés à un risque de cancer. En nous fondant sur cette revue, nous présentons, dans le tableau suivant, un résumé des cancers pour lesquels des études révèlent un lien avec l'exposition professionnelle dans les chantiers maritimes.

Il s'avère impossible de réaliser une évaluation quantitative approfondie des risques en raison du manque de données sur les expositions effectives, les antécédents de travail et les facteurs de confusion potentiels, comme l'usage du tabac. La revue présente néanmoins une évaluation

sommaire de l'importance de chaque risque cerné. Pour diverses raisons, il est peu probable que bon nombre des études menées auprès de travailleurs des chantiers maritimes aient détecté tous les risques excédentaires de cancer.

Exposition professionnelle	Type de cancer	Classification du CIRC	Données relatives aux chantiers maritimes	Travailleurs exposés dans les chantiers maritimes	Risque de cancer pertinent pour les travailleurs des chantiers maritimes?
Amiante	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome	1	+	Tous les travailleurs	++
Rayonnement ionisant	Leucémie	1	+	Travailleurs employés dans la construction de navires nucléaires, radiographes industriels	+
Peinture	Cancer de la vessie, cancer du poumon, mésothéliome	1	-	Peintres	+
Quartz	Cancer du poumon	1	-	Sableurs au jet, travailleurs à proximité	+
Benzène	Leucémie	1	-	Peintres	±
Fluides de coupe	Cancer de la peau	1	-	Tôliers, machinistes	±
Rayonnement ultraviolet	Cancer de la peau	1	-	Soudeurs, tôliers	±
Rayonnement ultraviolet	Mélanome oculaire	1	-	Soudeurs	+
Soudage et oxycoupage	Cancer du poumon	2B	±	Soudeurs, tôliers	±
Poussière de bois	Cancer du nasopharynx, adénocarcinome nasal	1	+	Travailleurs du bois	+

Compte tenu des études épidémiologiques réalisées auprès de travailleurs des chantiers maritimes et d'autres groupes professionnels, la revue a permis de déterminer que l'exposition à l'amiante était la principale source de risque excédentaire de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes. Ce type d'exposition a entraîné des taux élevés de mésothéliome, de cancer du poumon et de cancer du larynx dans l'ensemble des travailleurs des chantiers maritimes. Les niveaux les plus élevés d'exposition à l'amiante et, par conséquent, le risque le plus élevé de cancer ont été relevés dans les chantiers maritimes avant le milieu des années 1970.

Les soudeurs et les peintres travaillant dans les chantiers maritimes présentaient des risques additionnels ou concurrents de cancer du poumon. En raison du manque de données sur les expositions en cause, le rôle de l'amiante et du tabagisme n'a pas été complètement élucidé chez ces groupes de travailleurs, bien que les études examinées révèlent invariablement l'existence d'un risque excédentaire de cancer. Les travailleurs du bois de toutes les industries sont exposés à

un risque particulier de cancer de la bouche et du nez et de cancer nasopharyngien, et l'on ne s'attend pas à ce que ceux des chantiers maritimes fassent exception à la règle. Une étude a confirmé le risque auquel sont exposés les travailleurs des chantiers maritimes, mais le manque de données sur l'exposition rend impossible toute quantification de ce risque. De même, bien que les travailleurs du métal (machinistes) soient exposés à un risque reconnu de cancer de la peau découlant de l'exposition à certains fluides de coupe (FC), la mesure selon laquelle ce type d'exposition concerne les tôliers des chantiers maritimes demeure inconnue. Il a été démontré que le mélanome oculaire est lié à l'exposition au rayonnement ultraviolet chez les soudeurs et, par conséquent, bien qu'aucune incidence n'ait été relevée dans les études réalisées auprès de travailleurs des chantiers maritimes, il n'en constitue pas moins un risque professionnel pour les soudeurs qui travaillent dans ces chantiers. Les travailleurs qui exécutent des tâches nécessitant l'utilisation du rayonnement ionisant pour la construction ou la réparation de navires à propulsion nucléaire ainsi que les radiographes industriels peuvent être exposés à un risque additionnel particulier de leucémie, proportionnel au niveau d'exposition.

Nous avons, dans le plan initial de la revue, recensé 15 catégories professionnelles, et le tableau suivant résume les risques probables de cancer pour chacune de ces catégories ainsi que pour d'autres métiers recensés durant le processus de revue. Lorsqu'aucun risque particulier n'a été cerné pour un métier donné, les risques généraux associés aux travaux effectués dans les chantiers maritimes ont été pris en considération. L'huile minérale à laquelle sont exposés les graisseurs, les mécaniciens-monteurs de machines, les mécaniciens d'entretien et certains tôliers peut présenter un risque accru de cancer de la peau – cette information est indiquée ci-dessous – bien qu'aucun risque excédentaire de ce cancer n'ait été relevé chez les travailleurs des chantiers maritimes.

Métier	Principaux risques de cancer
Décapeur	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Grutier	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Électricien	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Mécanicien-monteur de machines	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer de la peau
Graisseeur	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer de la peau
Radiographe industriel	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, leucémie
Menuisier, charpentier et travailleur du bois	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer du nasopharynx, adénocarcinome nasal
Manœuvre	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Garnisseur de chaudières	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Mécanicien d'entretien	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer de la peau
Travailleurs employés dans la construction de navires nucléaires	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, leucémie
Huileur	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Peintre	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer de la vessie, leucémie
Tuyauteur	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Gabier (gréeur)	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Tôlier	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer de la peau
Métallurgiste	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome
Soudeur	Cancer du poumon, cancer du larynx, mésothéliome, cancer de la peau, mélanome oculaire

En ce qui concerne tous les cancers mentionnés ci-dessus, le risque tend à augmenter avec la durée de l'emploi et, dans de nombreux cas, le risque est plus élevé chez les personnes qui ont travaillé dans les chantiers maritimes avant 1980, alors que les pratiques d'hygiène étaient moins rigoureuses. La période de latence entre l'exposition et le diagnostic de cancer varie de 5 à 40 ans selon le type de cancer.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
2. CONSTRUCTION DE NAVIRES ET EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES	5
2.1 Techniques de construction navale.....	5
2.2 Métiers et types d'exposition.....	6
2.2.1 Amiante.....	9
2.2.2 Coupage thermique et soudage	11
2.2.3 Plomb	13
2.2.4 Peintures et solvants.....	13
2.2.5 Silice cristalline.....	14
2.2.6 Poussière de bois.....	14
2.2.7 Rayonnement ionisant.....	14
2.2.8 Autres types d'exposition	15
3. ÉTUDES SUR LE CANCER CHEZ LES TRAVAILLEURS DES CHANTIERS MARITIMES	17
3.1 Études générales.....	17
3.2 Résumé.....	21
3.3 Amiante et cancer	30
3.3.1 Cancer du poumon	31
3.3.2 Mésothéliome.....	32
3.3.3 Cancer du larynx.....	33
3.4 Exposition au rayonnement ionisant et risque de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes	33
3.4.1 Revues générales.....	33
3.4.2 Rayonnement ionisant et cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes.....	34
3.5 Rayonnement magnétique, rayonnement ultraviolet et cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes.....	42
3.5.1 Champs magnétiques de très basse fréquence	42
3.5.2 Rayonnement ultraviolet.....	45
3.6 Conclusions relatives aux données sur le risque professionnel de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes	45

4. CANCERS ASSOCIÉS À CERTAINS TYPES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE	47
4.1 Soudage	47
4.1.1 Revues.....	47
4.1.2 Données d'études réalisées depuis la revue du CIRC	52
4.1.3 Nickel et chrome	62
4.1.4 Conclusions sur le soudage.....	63
4.2 Huiles et fluides de coupe et cancer.....	64
4.2.1 Travailleurs de l'industrie automobile.....	65
4.2.2 Travailleurs d'autres industries	72
4.2.3 Conclusions sur les huiles et les fluides de coupe	74
4.3 Peinture.....	74
4.3.1 Revues générales.....	75
4.3.2 Études de cohorte.....	77
4.3.3 Études transversales	78
4.3.4 Études cas-témoins.....	78
4.3.5 Méta-analyses	78
4.3.6 Conclusions sur la peinture.....	85
4.4 Plombiers et tuyauteurs.....	86
4.5 Travailleurs du bois	87
4.6 Électriciens.....	88
4.7 Autres métiers exercés dans les chantiers maritimes et autres types d'exposition... 89	89
5. LIENS CAUSALS ENTRE DES TYPES DE CANCER PRÉCIS ET LES MÉTIERS EXERCÉS DANS LES CHANTIERS MARITIMES	91
5.1 Amiante et cancer chez tous les travailleurs des chantiers maritimes.....	92
5.1.1 Quantification du risque de cancer lié à l'amiante	93
5.2 Rayonnement ionisant et leucémie	94
5.3 Peinture, cancer de la vessie et cancer du poumon.....	94
5.4 Travail du bois et cancer du nez.....	94
5.5 Conclusions sur les types de cancer associés aux métiers exercés dans les chantiers maritimes	95
6. SOLIDITÉ DU LIEN ENTRE FACTEURS DE RISQUE ET TYPES DE CANCER. 97	97
6.1 Cancer du poumon.....	100

6.2	Mésothéliome.....	101
6.3	Cancer du larynx.....	101
6.4	Cancer de la peau et mélanome oculaire	102
6.5	Leucémie	102
6.6	Cancer nasosinusal et cancer nasopharyngien.....	103
6.7	Cancer de la vessie	103
6.8	Conclusions générales.....	103
7.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	105
	ANNEXE 1 – RECHERCHE DES RÉFÉRENCES.....	119

1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

Nous avons entrepris de réaliser la présente revue afin de mieux comprendre le risque de cancer associé aux travaux effectués dans les chantiers maritimes et de soutenir la démarche des personnes chargées de déterminer le montant des indemnités à verser en cas de maladie professionnelle. Nous avons à cette fin parcouru toute la littérature actuellement disponible et pertinente à l'évaluation du risque de cancer associé aux travaux effectués dans les chantiers maritimes. Un recensement des principaux types d'exposition aux agents cancérigènes connus présents dans les chantiers maritimes fournit un point de départ à cette revue, car il permet de déterminer certains risques potentiels. La revue est principalement axée sur les études épidémiologiques réalisées auprès de travailleurs des chantiers maritimes afin de dégager des profils de cancer inhabituels ainsi que sur l'examen de toutes données pertinentes à la compréhension d'éventuels liens avec des risques connus susceptibles de ressortir des études disponibles. La revue tient également compte de la classification de certains métiers (p. ex. peintre) que des organismes internationaux tels que le CIRC classent parmi ceux qui présentent un risque de cancer, sans toutefois préciser l'agent étiologique.

La revue a été réalisée selon les principes d'examen systématique employés par le CIRC et décrits dans le préambule des monographies du CIRC. L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) a répertorié les publications qui ont fourni l'essentiel des données examinées en effectuant les recherches dont le détail figure à l'Annexe 1. Plus de 340 publications ont été répertoriées dans le cadre des recherches initiales, et 30 autres y ont par la suite été ajoutées en ce qu'elles fournissaient des données supplémentaires dans des domaines précis. Environ 30 % des publications répertoriées ont été écartées après un examen initial fondé sur la pertinence du contenu. Les articles sur le risque de cancer associé à la fonte du fer et de l'acier, à la production du charbon, du cobalt et du coke de même qu'au goudron de houille faisaient partie des publications répertoriées comme pouvant être pertinentes aux fins de la revue, mais nous n'avons relevé dans la population de travailleurs des chantiers maritimes aucun métier comportant une exposition à ces substances. Par conséquent, ces types de risques et les articles qui leur sont consacrés n'ont pas été inclus dans la présente revue.

Bon nombre des études retenues sont de nature épidémiologique, et les principes appliqués quant à leur examen sont fondés sur ceux de Doll (1984)¹, qui a résumé les besoins précis en lien avec les observations épidémiologiques sur le cancer professionnel, et énoncé les exigences relatives à l'établissement de la cancérogénicité à partir de données épidémiologiques :

- il doit exister un lien entre l'exposition et la maladie chez des groupes de personnes dont l'exposition est connue (études cas-témoins ou études de cohorte);
- le lien ne doit pas être explicable par des biais de détection ou d'enregistrement, par des facteurs de confusion ou par le hasard;
- le lien doit être observé de façon répétée dans différentes circonstances;
- le lien doit varier de façon appropriée selon la dose et la période d'exposition.

Cette approche diffère essentiellement de celle du CIRC à deux égards :

- par l'ajout d'une exigence selon laquelle le lien doit être assorti d'une relation temporelle appropriée entre l'exposition et l'effet;
- par l'omission d'une exigence selon laquelle le lien doit être solide (laquelle n'est plus retenue par le CIRC).

Les études revues dans le présent document portent sur les cancers susceptibles d'être associés à une exposition professionnelle, et elles sont essentiellement de deux ordres :

- celles qui ont été menées auprès d'une cohorte de travailleurs exposés à des substances courantes et qui ont analysé les taux de maladie ou de mortalité dans ce groupe par rapport à ceux d'une population de comparaison choisie;
- celles qui regroupent les cas d'un cancer particulier et qui examinent le profil du métier des sujets atteints de ce cancer ainsi que les expositions auxquelles ils ont été soumis par rapport à un groupe de comparaison choisi; selon la méthodologie retenue et les données disponibles, ces études peuvent prendre différentes formes et porter divers noms tels qu'études cas-témoins, études de cas-témoins représentatifs ou études de registre.

Étant donné que certaines études ont plus de poids que d'autres, nous avons cherché, dans le cadre de la présente revue, à fournir des précisions sur la qualité de chaque étude mentionnée.

Lorsque des données détaillées sur l'exposition et le métier exercé ont été recueillies durant toute la vie professionnelle, elles fournissent une solide base d'analyse de ces deux types d'études. Cependant, étant donné que les conditions de travail ont évolué dans de nombreux métiers, les données sont rarement disponibles pour une période d'emploi complète, et les années d'exposition ne sont pas comparables dans tous les cas. Un changement d'emploi durant la vie professionnelle d'une personne n'étant pas toujours dûment consigné, il est aussi possible que les données sur l'exposition à des substances ou à des procédés préoccupants s'en trouvent faussées. La pratique répandue qui consiste à retenir une déclaration de métier ponctuelle et unique comme élément de classification dans une analyse ne peut en effet que fausser les données d'exposition en lien avec les maladies chroniques. Malheureusement, aucune démonstration documentée ne fait état de la mesure dans laquelle les évaluations qui en découlent peuvent être inexactes. Très peu d'études comportent des données d'exposition recueillies de façon indépendante au moment même de l'exposition; la classification de l'exposition dépend donc le plus souvent des souvenirs des sujets.

Dans le cadre de la présente revue, un lien entre un métier et le cancer n'est pas tenu pour avoir été démontré dans une étude donnée si la limite inférieure de l'intervalle de confiance de 95 % quant à l'estimation du risque se situe sous l'unité, quelle que soit l'importance de cette estimation. Dans les cas où de nombreuses études sont disponibles, nous avons dûment pris en considération la reproductibilité des résultats, la relation dose-réponse et, le cas échéant, toute méta-analyse des données disponibles. Il est admis que les données peuvent révéler des tendances constantes sans pour autant être très significatives du fait d'échantillons restreints. Le cas échéant, ce facteur est également pris en compte dans les conclusions formulées.

2. CONSTRUCTION DE NAVIRES ET EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES

Les chantiers maritimes ou navals sont des endroits où l'on construit et répare des bateaux tels que des bâtiments militaires, des cargos, des navires de croisière et divers autres types de paquebots. Aux fins de la présente revue, la notion de « travaux effectués dans les chantiers maritimes » est tenue pour englober aussi bien la construction que la réparation et l'entretien de navires en acier. Les publications épidémiologiques se sont peu intéressées à la construction et à l'entretien des navires en bois, la raison en étant peut-être que les travailleurs des chantiers maritimes à l'origine employés dans la construction de tels navires étaient exposés à des risques qui ne sont plus présents dans les chantiers modernes de construction ou de réparation de navires en acier. Les techniques et les pratiques de construction les plus susceptibles d'être en cause en ce qui concerne les taux de cancer professionnel actuels sont celles qui étaient employées dans la seconde moitié du 20^e siècle.

La construction de bateaux et de yachts en bois, en plastique renforcé de fibre de verre, en composite, en aluminium ou en béton armé n'est pas incluse dans la revue, puisque nous n'avons pas trouvé de données pertinentes à leur égard.

Bien que de nombreuses publications aient fait état des risques de maladies potentiellement professionnelles auxquels sont exposés les travailleurs des chantiers maritimes ainsi que des taux d'incidence et de mortalité relatifs à de telles maladies, la présente revue se concentre sur les études portant précisément sur les risques de cancer dans cette population. Afin de mettre ces données en contexte, nous avons sommairement décrit, dans la mesure où les données disponibles le permettaient, la nature des travaux de construction navale effectués et des facteurs d'exposition connexes pour les travailleurs.

Nous avons d'abord revu les études publiées sur les taux de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes en général, puis nous avons réalisé une revue distincte des études portant sur trois types d'exposition précis tenus pour particulièrement susceptibles d'influer sur le risque de cancer professionnel chez les travailleurs des chantiers maritimes.

2.1 Techniques de construction navale

La construction navale moderne fait grand usage de sections préfabriquées. Des segments complets à plusieurs étages de la coque ou de la superstructure sont construits ailleurs sur le chantier, puis transportés à la cale de construction ou de lancement où ils sont mis en place. Dans les chantiers maritimes les plus modernes, on installe à l'avance le matériel, la tuyauterie, le câblage électrique et toute autre composante à l'intérieur des unités afin de réduire au minimum les efforts nécessaires pour assembler ou installer les pièces en profondeur dans la coque une fois qu'elle est soudée (Wiki, 2010). Cependant, les techniques pertinentes à la présente revue sont celles qui ont été employées depuis 1940, à l'époque où les navires étaient presque exclusivement fabriqués d'acier soudé. Le soudage a remplacé le perçage et le rivetage à chaud après la Seconde Guerre mondiale. L'utilisation d'acier allié s'est accrue durant les années 1970 lorsque la construction de navires-citernes spécialisés, comme les navires gaziers, a augmenté. L'acier allié peut contenir du nickel et du chrome. L'acier inoxydable est utilisé à grande échelle dans la

construction de navires à propulsion nucléaire et de navires porte-conteneurs de liquide cryogénique. Le plomb (qui offre une protection contre le rayonnement) est largement utilisé dans la construction des navires et des sous-marins nucléaires (Burton, 1984)².

Les plaques d'acier sont sablées et recouvertes d'un revêtement pour prévenir la corrosion. De nos jours, les constructeurs de navires commandent des plaques sur lesquelles la couche de revêtement a été appliquée dans une aciérie afin de prévenir la corrosion durant leur transport et leur entreposage. Dans d'autres cas, les plaques sont sablées à leur arrivée et garnies d'une couche de revêtement sur place. Durant les opérations subséquentes, les raidisseurs et les tubes de liaison sont soudés aux plaques, après quoi celles-ci sont soudées ensemble. On peut soit souder directement sur le revêtement, soit l'ôter par meulage ou sablage avant de souder.

Tous les navires ont besoin d'entretien et de réparations. Une grande partie de l'entretien est effectué par le personnel de bord lorsque le navire est en mer ou au port. Cependant, de nombreuses tâches de réparation et d'entretien ne peuvent être effectuées que dans un chantier naval, lorsque le navire n'est pas utilisé à des fins commerciales.

2.2 Métiers et types d'exposition

L'exposition des travailleurs est généralement décrite dans les études épidémiologiques sous la forme d'une dose cumulative exprimée en mg/m^3 -année et déterminée en fonction de l'exposition moyenne selon le métier multipliée par la durée d'exposition en années. Il arrive parfois que les données soient fournies sous d'autres formes, notamment sous celle d'une concentration moyenne annuelle estimée (p. ex. en mg/m^3). Les relevés de mesures indiqués dans certaines publications portent sur les concentrations enregistrées durant la période d'échantillonnage et, dans de nombreux cas, ils ne fournissent qu'une indication sommaire des expositions annuelles moyennes.

Le tableau 1 présente des exemples de concentrations mesurées en lien avec certains risques de cancer connus ou potentiels. Les données fournies ne sont que des exemples d'expositions possibles; l'exposition variait en effet considérablement d'un chantier maritime à l'autre et au sein d'un même chantier maritime à différentes périodes. Il convient de souligner que les concentrations de tous les agents d'exposition affichaient une tendance temporelle au cours de la période examinée aux fins de la présente revue, cette tendance étant influencée par des facteurs tels que les matériaux et les techniques utilisés ainsi que la ventilation.

Tableau 1
Exposition des travailleurs aux risques de cancer présents dans les chantiers maritimes

Substance cancérigène connue ou présumée	Titre de poste/tâche	Année(s)	Concentration (intervalle)	Référence(s)
Amiante	Désamiantage	1968	29-1040 fibres/cm ³	Williams et al. (2007) ³
	Retrait du revêtement calorifuge des tuyaux	1972	7-896 fibres/cm ³	
	Tous les cols bleus	1945-1975	> 5 fibres/cm ³ (moyenne annuelle)	Burdorf et Swuste (1999) ⁴
	Certains cols bleus	1976-1985	2-5 fibres/cm ³ (moyenne annuelle)	
	Certains cols bleus	1986-1975	< 2 fibres/cm ³ (moyenne annuelle)	
	Calorifugeurs d'un chantier maritime aux É.-U.	1945-1973	100 fibres-jour/cm ³ # (0,42 f/cm ³ * 240 jours*1 année)	Zaebst et al. (2009) ⁵
	Tuyauteurs d'un chantier maritime, É.-U.	1945-1978	20-100 fibres-jour/cm ³ # (0,08-0,42 f/cm ³ * 240 jours*1 année)	
	Soudeurs	1945-1956 1957-1967	8-20 fibres-jour/cm ³ # 80 fibres-jour/cm ³ #	
Soudeurs	1982-1993	0,9 fibre-jours/cm ³ #		
Benzène	Peintres, réparateurs, charpentiers	Avant 1975	Inconnue, mais tenue pour élevée	OMS/PISSC (1993) ⁶
Cadmium	Plombiers, réparateurs	Avant 1985	10-250 µg/m ³ au poste de travail durant le brasage à bord	NIOSH (1988) ⁷
Brai de goudron de houille	Peintres, réparateurs		Le brai de goudron de houille était toujours utilisé comme pigment dans les peintures noires durant les années 1990 ⁸ .	CIRC (1987) ⁹
Chrome VI	Peintres, soudeurs, tôliers, monteurs, réparateurs	Après 1970	210 µg/m ³ : moyenne pondérée dans le temps sur 8 h sous forme de chrome (soudage d'acier inoxydable avec électrodes enrobées) 20 µg/m ³ en moyenne (soudage sous protection gazeuse)	Ulfvarson (1978) ¹⁰
Plomb	Réparateurs, peintres, soudeurs, tôliers, monteurs, plombiers	Diminution de l'utilisation de pigments de plomb après les années 1970	Plomb dans le sang des démolisseurs : 49 µg/dl en moyenne	Tola et Karskela (1976) ¹¹
			35 µg/dl en moyenne (n = 28) lors de la construction et de la réparation de navires	Landrigan et Straub (1985) ¹²
			21 (7-47) µg/dl en moyenne (n = 30) chez les travailleurs employés dans la construction de navires	Grant, Walmsley et al. (1992) ¹³
Nickel	Soudeurs, tôliers, monteurs, réparateurs, peintres	Après 1970	62 % des décapeurs de peinture exposés à plus de 50 µg/m ³	Zedd, Walker et al. (1993) ¹⁴
			25 µg/m ³ en moyenne lors du soudage d'acier inoxydable avec électrodes enrobées	Ulfvarson (1981) ¹⁵
Fluides de coupe	Mécaniciens, manœuvres de salle des machines		Aucune donnée publiée	CIRC (1984) ¹⁶

Tableau 1**Exposition des travailleurs aux risques de cancer présents dans les chantiers maritimes**

Substance cancérigène connue ou présumée	Titre de poste/tâche	Année(s)	Concentration (intervalle)	Référence(s)
Quartz	Sableurs au jet	Avant 1975	Inconnue	CIRC (1997) ¹⁷ Goldsmith et al. (1982) ¹⁸
Solvants (incluant les hydrocarbures chlorés)	Peintres, charpentiers, travailleurs du bois, mécaniciens-monteurs de machines, mécaniciens, mécaniciens d'entretien	Avant 1975	Inconnue, mais tenue pour élevée avant 1970	CIRC (1989) ¹⁹
Fumées de soudage et de coupage thermique (particules totales)	Soudeurs, tôliers		10-400 mg/m ³ dans un navire	Kalliomaki, Alanko et al. (1978); Ulfvarson (1981) ^{15,20}
		Années 1990	2,3 mg/m ³ en moyenne lors de la construction de navires; toutes méthodes de soudage confondues	TWI (2010) ²¹
		1945-1993	80-100 mg-jours/m ³ # (0,3-0,42 mg/m ³ * 240 jours* 1 année)	Zaebst et al. (2009) ⁵
	Tous les travailleurs d'un chantier maritime aux É.-U.	1945-1993	7-9 mg/m ³ #	Zaebst et al. (2009) ⁵
Poussière de bois	Charpentiers, travailleurs du bois		Non déclarée dans les chantiers maritimes	Krstev, Stewart et al. (2007) ²²
Rayonnement électromagnétique (REM)	Tôliers, soudeurs		Inconnue	Skotte et Hjollund (1997) ²³
Rayonnement ultraviolet (RUV)	Soudeurs		Inconnue	Dixon et Dixon (2004) ²⁴
Rayonnement ionisant	Travailleurs employés dans la construction ou la réparation de navires nucléaires, radiographes industriels		Inconnue	Matanoski et al. (2008) ²⁵

Moyenne géométrique estimée de l'exposition cumulative annuelle

Les niveaux d'exposition annuels à l'amiante, au plomb, au quartz et aux fumées de soudage ont tous diminué (tendance négative) durant la période de 1950 à 2000, alors que les niveaux d'exposition au chrome VI et au nickel ont possiblement augmenté en raison de l'utilisation accrue de l'acier allié. Certains types d'exposition peuvent également avoir des liens entre eux (p. ex. une étude de Zaebst et al. (2009)⁵ a révélé que l'exposition à l'amiante était modérément ou fortement associée à l'exposition aux fumées de soudage dans un chantier maritime).

Le Tableau 1 ci-dessus fournit un exemple des données disponibles sur les risques de cancer connus présents dans les chantiers maritimes. Il ne couvre pas tous les métiers ni tous les types d'exposition possibles dans les chantiers maritimes, mais rien n'indique, dans les données

disponibles, qu'une exposition significative des travailleurs de chantiers maritimes à un quelconque risque de cancer ait été omise.

Il convient toutefois de considérer que les catégories d'emploi peuvent ne fournir qu'une compréhension partielle de l'exposition totale à un risque donné, puisque les travailleurs se trouvant à proximité peuvent également être exposés, surtout lorsque les travaux sont exécutés dans des espaces clos où la ventilation est réduite. Cela est particulièrement vrai dans le cas de l'amiante, dont les fibres en suspension dans l'air peuvent être dispersées sur une grande étendue dans un environnement de travail.

Les sections suivantes résument le contexte connu de l'exposition aux principaux risques cernés dans les chantiers maritimes.

2.2.1 Amiante

Le risque associé à l'amiante est présent dans les chantiers maritimes depuis de nombreuses années, et il l'était sûrement pendant une bonne partie de la période couverte par la présente revue. L'industrie de la construction navale a depuis toujours utilisé l'amiante pour isoler les chaudières, les tuyaux de vapeur, les tuyaux d'eau chaude et les incinérateurs. Des feuilles gabarits contenant de l'amiante ont également été utilisées jusqu'à la fin des années 1970, alors que, dans d'autres situations, le procédé de flochage à l'amiante était employé sur place. Tous les types d'amiante étaient utilisés dans les chantiers maritimes, y compris le chrysotile, l'anthophyllite, l'amosite et la crocidolite. Les risques de cancer découlant de l'exposition à l'amiante sont devenus évidents au cours des années 1940, si bien qu'aux États Unis, l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) a établi dès 1946 la limite d'exposition en milieu de travail à 5 millions de particules par pied cube (mpppc) (ce qui équivaut à environ 30 fibres/cm³). Cela dit, pour la plupart des travailleurs, des précautions adéquates visant à réduire le niveau d'exposition n'ont généralement pas été mises en place avant les années 1970, et le temps ayant permis de constater que l'évaluation initiale du niveau sécuritaire d'exposition en milieu de travail était plutôt optimiste, la limite d'exposition admissible (PEL) durant un quart de 8 heures a graduellement été réduite jusqu'à ce qu'on la fixe à 0,1 fibre/cm³ en 1994.

Les expositions survenues à compter de 1920 ont généralement été peu documentées; l'on sait toutefois que l'exposition à l'amiante était particulièrement répandue du milieu des années 1930 au milieu des années 1970 chez les ouvriers travaillant à la construction de navires dans des espaces clos, si ce n'est que les détails relatifs aux niveaux d'exposition restent le plus souvent inconnus. Durant la Seconde Guerre mondiale, de nombreux travailleurs des chantiers maritimes ont été exposés à de fortes concentrations d'amiante. Dans les années qui suivirent, les ouvriers qui travaillaient à proximité de tuyaux, de chaudières ou d'autres composantes contenant de l'amiante dans les chantiers maritimes étaient également exposés à la poussière d'amiante, et la remise en état d'anciens navires posait un risque d'exposition à l'amiante pour tous les ouvriers travaillant dans des espaces clos, quel que soit leur métier. Des niveaux d'exposition plus élevés sont associés à certains emplois en lien direct avec les produits d'amiante (p. ex. calorifugeage, plomberie), mais les études portant sur les chantiers maritimes fournissent peu de données historiques sur la surveillance de l'exposition réelle de chaque travailleur. Cela indique ou porte à croire que la plupart des travailleurs des chantiers maritimes étaient exposés à l'amiante, bien que

certaines corps de métier précis aient été exposés à des concentrations beaucoup plus élevées que les valeurs de fond.

Williams et al. (2007)³ se sont penchés sur l'exposition à l'amiante dans tous les corps de métier et ont démontré que le niveau d'exposition de ceux qui travaillaient avec l'amiante avant 1970 était de 2 à 5 fibres/cm³, que ce niveau était deux fois plus élevé dans les chantiers maritimes des États-Unis et qu'il était encore plus élevé dans les chantiers maritimes du Royaume-Uni, où le procédé de flocage à l'amiante était employé. Après l'adoption de meilleures pratiques d'hygiène industrielle dans les années 1970, les niveaux d'exposition des ouvriers qui travaillaient directement avec les produits d'amiante ont été réduits de deux à cinq fois. Certaines mesures de l'exposition aux fibres d'amiante chez les travailleurs des chantiers maritimes sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2

Concentrations atmosphériques d'amiante dans les chantiers maritimes

Titre de poste	Tâche	Moyenne (f/cm ³)	Intervalle (f/cm ³)	N ^{bre} d'échantillons	Chantier maritime	Année de l'étude	Référence(s)
Calorifugeur	Retrait du revêtement calorifuge des tuyaux	152,3	7-896	22	Chantier naval, R.-U.	1972	Harries (1971) ²⁶
Calorifugeur	Retrait de crocidolite appliquée par flocage	226,4	23-493	26	Chantier naval, R.-U.	1972	Harries (1971) ²⁶
Calorifugeur	Application du revêtement calorifuge des tuyaux	8,9	0,1-55	41	Chantier naval, R.-U.	1972	Harries (1971) ²⁶
Manœuvre	Retrait d'amosite du compartiment chaudière		29-1040		Chantier naval, R.-U.	1968	Références citées par Williams et al. (2007) ³
Manœuvre	Mise en sac des débris d'amiante		106-3815		Chantier naval, R.-U.	1968	
Calorifugeur	Installation durant la remise en état	100*	21-243		Chantier naval, É.-U.	1970	
Calorifugeur	Mélange du ciment	344*	163-540	8	Chantier naval, É.-U.	1970	
Tuyauteur	Façonnage avec un outil manuel	0,13	< 0,03-0,3	10	Chantier naval, É.-U.	1978	
Tuyauteur	Retrait et nettoyage	0,13	< 0,06-0,39	14	Chantier naval, É.-U.	1978	
Électricien	Câblage		< 0,01-0,07	30	Navires de la US Navy	1993	
Tuyauteur	Perçage à la machine	0,11	Écart-type 0,04	5	Chantier naval, É.-U.	2006	

Remarque : Étant donné que les méthodes d'analyse en ce qui concerne la numération des fibres se sont améliorées avec le temps, il est possible que les valeurs ne soient pas directement comparables.

*Valeur en mpppc convertie en f/cm³ selon un rapport de 1 pour 6.

2.2.2 Coupage thermique et soudage

Avant 1940, il y avait peu de soudeurs. Durant la Seconde Guerre mondiale et les années suivantes, le rivetage et le soudage étaient réalisés simultanément, le soudage à l'arc métallique étant au départ la méthode la plus souvent utilisée. Dans les années 1940, on utilisait des électrodes à enrobage rutile ou acide, mais au début des années 1950, elles ont partiellement été remplacées par des électrodes à enrobage basique, dont l'usage demeure aujourd'hui le plus répandu. Le soudage sous protection gazeuse a fait son apparition à la fin des années 1960 et est toujours utilisé.

Jusqu'au début des années 1970, le soudage s'effectuait presque exclusivement sur des pièces d'acier doux. Le soudage de l'acier inoxydable et de l'acier allié est devenu de plus en plus courant vers la fin des années 1970, particulièrement dans la tuyauterie et la construction de navires spéciaux, comme les navires-citernes.

Les tôliers coupent et façonnent les feuilles métalliques en ayant recours au coupage thermique, notamment l'oxycoupage, le coupage au jet de plasma et l'usinage par laser. Les fumées produites durant le coupage thermique contiennent des oxydes métalliques, des oxydes d'azote et du monoxyde de carbone.

Composition des fumées de soudage et de coupage

Les soudeurs sont exposés à divers gaz et fumées. Pour ce qui est du soudage à l'arc, la composition des fumées dépend du matériau de base, des électrodes et de l'enrobage des électrodes. Les fumées de soudage consistent en des produits gazeux et solides. Les oxydes d'azote, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, les composés du fluor et l'ozone constituent les principaux composants gazeux. Environ 90 % des émissions de particules proviennent des électrodes. Les particules de fumées ont habituellement un diamètre inférieur à 1 µm. La concentration de fumées dans la zone de travail du soudeur dépend de nombreux facteurs, entre autres le type de matériau de base, le type et les dimensions des électrodes, le courant électrique, la construction des unités à souder (p. ex. revêtements), le lieu de travail (espace clos, zone de travail à aire ouverte), la ventilation locale, la position du soudeur et l'utilisation d'un équipement de protection individuel (tableau 3).

Tableau 3

Exemples de concentrations totales de particules de fumées dans la zone de travail des soudeurs sous différentes conditions (acier doux et électrodes à enrobage basique) (Kalliomaki, Alanko et al., 1978)²⁰

	Intervalle des concentrations de fumées (mg/m ³)
Navire	
Espace clos	100-400
Installation d'une unité, zone à aire ouverte	10-50
Installation d'une unité, espace partiellement clos	50-200
Atelier de soudure à aire ouverte	
Ligne de soudure horizontale, soudeur à genoux	10-60
Ligne de soudure verticale	5-10
À l'intérieur d'une unité	50-200
Échantillonnage des concentrations de fond dans l'atelier	2-10

Selon la base de données de TWI²¹, la moyenne des particules totales émises durant le soudage (différentes méthodes, n = 488) était de 2,3 mg/m³ dans les chantiers maritimes pendant les années 1990 (TWI, 2010); il s'agit toutefois d'une valeur générale qui n'est pas représentative du travail effectué dans les espaces clos.

Dans le cadre d'une étude de Wurzelbacher et al. (2002)²⁷, on a mesuré l'exposition aux particules de trois soudeurs durant des quarts de travail normaux en espaces clos dans un chantier maritime. Les données ont été recueillies sous deux types de ventilation, soit locale ou directe. Les travailleurs portaient l'équipement de protection individuel recommandé, et les prélèvements ont été effectués par échantillonnage individuel. Dû au mauvais fonctionnement d'un des systèmes d'échantillonnage, des résultats valables n'ont été obtenus que pour deux travailleurs. Les valeurs moyennes sous ventilation locale étaient de 8,15 et 16,02 mg/m³, alors que sous ventilation directe, elles étaient de 30,32 et 57,80, respectivement, ce qui indique que la ventilation directe est plus efficace.

Chrome et nickel

Durant le soudage de l'acier inoxydable ou d'un autre type d'acier allié, les fumées qui se dégagent peuvent contenir des quantités importantes de composés de chrome VI et de nickel. Le pourcentage de chrome VI dans les fumées dépend du procédé de soudage. Dans le cas du soudage à l'arc avec électrodes enrobées, on a rapporté que 73 % du chrome présent dans les fumées était en fait du chrome VI (Ulfvarson, 1981)¹⁵.

2.2.3 Plomb

Les concentrations sanguines de plomb enregistrées chez les travailleurs chargés de la réparation et de la démolition de navires (tableau 1) sont nettement plus élevées que la limite supérieure d'exposition en milieu de travail actuellement recommandée, laquelle est de 30 µg/100 ml (ACGIH, 2011 Guide to Occupational Exposure Values). Le soudage et le coupage des métaux et des alliages plombifères dont les surfaces ont été recouvertes d'une peinture à base de plomb peuvent produire des fumées d'oxyde de plomb. L'utilisation de pigments plombifères a diminué depuis les années 1970, mais une forte exposition aux composés de plomb demeure possible durant la réparation et la démolition d'anciens navires.

2.2.4 Peintures et solvants

Les plaques d'acier sont sablées et recouvertes d'un revêtement pour prévenir la corrosion. Bien que, de nos jours, les constructeurs de navires commandent des plaques dont le revêtement a déjà été appliqué, il arrive parfois que la couche de revêtement soit appliquée sur place. Durant les opérations subséquentes, les travailleurs peuvent être exposés aux résidus du revêtement sous forme de poussière ou de fumées de soudage. Les peintres peuvent également avoir été exposés à des pigments toxiques et à des solvants (voir ci-dessous), même si certains composants peuvent ne plus être utilisés.

Pigments

Des pigments sont présents dans la peinture antisalissure (p. ex. composés organomercuriels, oxyde de cuivre, arsenic et composés organoétains) et dans la peinture antirouille (p. ex. chromates, oxyde de plomb, composé de zinc et brai de goudron de houille dans les peintures noires) (Haglund, 1972)²⁸.

Solvants

Les solvants utilisés dans les peintures avant 1970 (p. ex. hydrocarbures aliphatiques et aromatiques et diverses cétones) étaient souvent des sous-produits des usines de gaz de houille et des cokeries. De tels solvants, plus particulièrement les solvants aromatiques (p. ex. le toluène), peuvent contenir du benzène (PISSC de l'OMS, 1993)⁶. Il a été démontré que l'exposition cutanée aux solvants (xylène et éthylbenzène) est une forme d'exposition importante pour les peintres (Chang et al., 2007)²⁹.

Les solvants de dégraissage utilisés pour différentes opérations dans les chantiers maritimes constituent une autre source d'exposition aux solvants (EPA, 1997)³⁰. Les hydrocarbures chlorés, tel le trichloroéthylène ou le dichlorure de méthylène, peuvent avoir été utilisés, notamment pour le décapage de peinture et le dégraissage de métaux.

2.2.5 Silice cristalline

Les travailleurs des chantiers maritimes peuvent être exposés à la silice cristalline pendant le nettoyage, la peinture et la réparation de navires, car le sablage au jet est souvent utilisé pour le nettoyage des surfaces ou leur préparation avant l'application d'une nouvelle peinture.

Lorsque les travailleurs des chantiers maritimes doivent utiliser des machines à sabler au jet sur de gros navires, ce qui accroît la durée d'utilisation d'un tel matériel, leur niveau d'exposition à la poussière de silice cristalline et le risque qui en découle peuvent être tenus pour comparables à ceux des sableurs au jet.

2.2.6 Poussière de bois

Entre 1950 et 2000, le teck s'est avéré le bois franc le plus couramment utilisé pour le pontage des navires, tandis que de nombreux autres bois de feuillus ont été utilisés pour les revêtements intérieurs et le mobilier. L'utilisation de panneaux muraux et d'éléments de mobilier en bois était répandue avant l'adoption d'un règlement strict en matière de protection contre les risques d'incendie à bord des navires. Des bois mous peuvent aussi servir à la fabrication d'échafaudages et de charpentes durant la construction des navires. Tous les travailleurs du bois employés dans les chantiers maritimes sont susceptibles d'être exposés à un mélange de poussière de bois de feuillus et de bois de conifères.

2.2.7 Rayonnement ionisant

Les travailleurs des chantiers maritimes peuvent être exposés au rayonnement ionisant lorsqu'ils effectuent des réparations sur des navires nucléaires (p. ex. sous-marins et brise-glaces) ou dans un atelier de réfection de composantes de navires contaminées. La construction de navires nucléaires a commencé à la fin des années 1950, et tous les travailleurs des chantiers maritimes en cause peuvent avoir été exposés au rayonnement ionisant. Matanoski et al. (2008)²⁵ soulignent notamment le cas des machinistes, des ingénieurs du nucléaire, des tuyauteurs, des gabiers et des soudeurs.

La radiographie industrielle est une méthode d'inspection qui permet de détecter des défauts cachés dans les matériaux en faisant appel aux rayons X et aux rayons gamma de courte longueur d'onde. On a commencé très tôt à utiliser ces types de rayons, avant même de découvrir les dangers du rayonnement ionisant. Après la Seconde Guerre mondiale, de nouveaux isotopes, tels le césium 137, l'iridium 192 et le cobalt 60, sont devenus accessibles à des fins de radiographie industrielle, et l'utilisation du radium et du radon a alors diminué. La radiographie est utilisée pour l'inspection des soudures⁴. En cas de non-respect de mesures de sécurité rigoureuses, les radiographes industriels peuvent être exposés à de fortes doses.

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_radiography

2.2.8 Autres types d'exposition

Les types d'exposition peuvent varier d'un chantier maritime à un autre, selon les méthodes et les matériaux utilisés. Dans cette revue, nous avons décrit les types d'exposition les plus fréquents. Toutefois, un autre type d'exposition possible est l'exposition aux PCB, dont la présence a été détectée durant le démantèlement de sous-marins nucléaires inactifs mis en service avant 1970 (Still et al., 2003)³¹.

Rayonnement non ionisant

Le terme « rayonnement non ionisant » s'emploie pour décrire la portion du spectre électromagnétique qui couvre deux grandes zones, soit celle du rayonnement optique (les rayons ultraviolets [UV], les rayons visibles et les rayons infrarouges) et celle des champs électromagnétiques (CEM) (les fréquences industrielles, les micro-ondes et les radiofréquences). Durant la construction de navires, les soudeurs peuvent être exposés à un champ magnétique de très basse fréquence et au rayonnement ultraviolet.

Champs magnétiques

Les soudeurs sont exposés à un champ magnétique de très basse fréquence en raison des câbles à haute tension utilisés en soudage. Un exemple des densités de flux mesurées chez des soudeurs employés dans des ateliers de métallerie et dans un chantier maritime montre que l'exposition quotidienne moyenne (0,5 μ T) des soudeurs de métaux dans les ateliers de métallerie était considérablement inférieure à celle à laquelle étaient soumis les soudeurs du chantier maritime (7,22 μ T) (Skotte et Hjollund, 1997)²³. Nous avons constaté d'importants écarts entre les expositions aux champs magnétiques chez divers sous-groupes de soudeurs. De plus, les mesures de densité de flux magnétique rapportées différaient considérablement selon les études publiées (Skotte et Hjollund, 1997²³; Sakuzara, Iwasaki et al., 2003³²; Man et Shahidan, 2008³³). De nombreux facteurs influencent les mesures obtenues, notamment la distance du soudeur par rapport au câble, la période d'échantillonnage, les paramètres de soudage et le temps réel de soudage, ce qui rend difficile l'estimation des niveaux d'exposition.

Rayonnement ultraviolet

Le rayonnement ultraviolet englobe les rayons ultraviolets A (UVA), les rayons ultraviolets B (UVB) et les rayons ultraviolets C (UVC), dont les longueurs d'onde sont respectivement de 400 à 315 nm, de 315 à 280 nm et de 280 à 100 nm. Les rayons UVA comptent pour plus de 98 % du rayonnement ultraviolet solaire auquel nous sommes exposés, alors que les rayons UVB et UVC représentent la majeure partie du rayonnement ultraviolet émis durant la soudure à l'arc. Une réduction de la proximité de l'arc, une augmentation de la force ou de la durée de l'arc, une hausse de tension et certains angles de réflexion des plaques sont autant de facteurs susceptibles d'accroître l'exposition des soudeurs au rayonnement ultraviolet. Différents procédés de soudage produisent différents types d'exposition au rayonnement ultraviolet. La plus forte exposition au rayonnement ultraviolet est souvent associée au soudage de l'aluminium ou de l'acier inoxydable, qui se fait à l'arc sous protection gazeuse (MIG) ou en atmosphère inerte avec électrode de tungstène (TIG). Tous les travailleurs se trouvant à proximité des soudeurs peuvent aussi être

exposés à des niveaux élevés de rayonnement ultraviolet. L'exposition au rayonnement ultraviolet a affiché une tendance positive durant la période de 1950 à 2010 en raison de l'utilisation accrue de l'aluminium et des procédés de soudage MIG et TIG dans la construction des navires.

3. ÉTUDES SUR LE CANCER CHEZ LES TRAVAILLEURS DES CHANTIERS MARITIMES

Nous avons d'abord revu les études publiées sur les taux de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes, puis nous avons réalisé une revue distincte des études portant sur trois types d'exposition précis tenus pour particulièrement susceptibles d'influer sur le risque de cancer professionnel chez les travailleurs des chantiers maritimes.

3.1 Études générales

Cette section présente une revue des études réalisées afin de déterminer s'il existe, en général, un quelconque risque excédentaire de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes. Toutes les études originales sont résumées dans le Tableau 4 et décrites dans le corps du texte, tandis que les études secondaires n'ayant fourni aucune données nouvelles ne sont que brièvement décrites dans le texte selon le rôle qu'elles ont pu jouer dans notre interprétation finale. La qualité des études varie considérablement. Tout en prenant soin de présenter toutes les études, nous avons évalué le potentiel de chacune à enrichir notre compréhension du risque de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes.

Dans le cadre d'une étude préliminaire, Blot et al. (1979)³⁴ ont comparé les taux de mortalité par cancer dans des comtés étasuniens où étaient implantés des chantiers maritimes avec les taux enregistrés dans 80 comtés étasuniens ne comptant aucun chantier maritime. Les taux de cancer de l'appareil respiratoire étaient plus élevés dans la plupart des comtés où se trouvait un chantier maritime que dans les comtés témoins ou au sein de la population générale des États-Unis, cette tendance étant plus marquée dans les comtés du sud. Certaines données révélaient par ailleurs des taux plus élevés de cancer oropharyngien, de cancer œsophagien et de cancer gastrique variant selon les régions, quoique de peu. L'étude en question comportait plusieurs faiblesses structurelles, et elle a principalement servi d'indicateur quant à l'existence d'un lien possible entre les chantiers maritimes et le risque excédentaire de cancer, la fiabilité des données sur les métiers et les types de cancer en cause s'avérant très incertaine. Les résultats fournis ont surtout servi de tremplin à une analyse plus poussée. Le tableau 4 résume une étude cas-témoins plus détaillée (Blot, 1978)³⁵ portant sur les données des certificats de décès et des registres de cancer tenus par les hôpitaux de régions accueillant des chantiers maritimes. La structure du groupe d'étude comportait certaines limites, puisque les sujets provenaient de trois endroits différents à des époques différentes, et que la plupart des données sur leur métier et leur mode de vie étaient tirées d'entrevues réalisées auprès de proches parents. Bien qu'il soit, par conséquent, difficile d'en tirer des conclusions précises sur des risques professionnels particuliers, cette étude n'en fournit pas moins certaines preuves d'un risque excédentaire global de cancer du poumon chez les travailleurs des chantiers maritimes par rapport à des patients témoins de la même époque.

Rossiter et Coles (1980)³⁶ ont étudié les taux de mortalité par cancer chez un groupe de travailleurs employés au chantier naval de Devonport, au Royaume-Uni, le 1^{er} janvier 1947, mais en ne retenant comme sujets que les hommes nés à compter du 1^{er} janvier 1910. Un suivi a été effectué auprès de la cohorte jusqu'à la fin de 1978. Dans ce lieu de travail, l'utilisation de l'amiante a atteint un plafond dans les années 1950, puis a diminué tout au long des années 1960.

Les taux élevés de mortalité par mésothéliome révélés par cette étude n'étaient concentrés dans aucune des catégories d'emploi observées, bien que l'analyse des données s'avère plutôt limitée.

Beaumont et Weiss (1980)³⁷ ont analysé les taux de mortalité chez des travailleurs membres d'un syndicat de métallurgistes de la région du Grand Seattle, aux États-Unis, et ayant travaillé dans un chantier maritime pendant au moins trois ans entre 1950 et 1973. La cohorte était formée de 8679 travailleurs, dont 2019 étaient décédés. Le tableau 4 montre la répartition des sujets selon les catégories d'emploi. Le nombre attendu de décès reposait sur les taux de mortalité généraux aux États-Unis. Les taux de mortalité par cancer du poumon s'avéraient comparables à ceux enregistrés dans la population locale et nationale des États-Unis. Dans l'ensemble de la population de travailleurs des chantiers maritimes, les chercheurs ont enregistré un taux significativement excessif ($p < 0,01$) de maladies de l'appareil respiratoire et de l'appareil circulatoire ainsi que de troubles mentaux, psychonévrotiques et de la personnalité. Le cancer des voies respiratoires était le seul type de cancer pour lequel les taux de mortalité affichaient une hausse notable, et le tableau 4 présente les taux de mortalité due à ce cancer en fonction des métiers. Les taux de cancer des voies respiratoires n'ont pas été répartis par types de cancer. Le nombre total de cas de cancer des voies respiratoires chez les soudeurs dépassait le nombre de cas généralement attendu, mais pas de façon significative. Cependant, l'analyse de la relation exposition-réponse selon le temps écoulé depuis la première exposition a révélé une différence notable entre les soudeurs, les chaudiéristes et un groupe non précisé de travailleurs. Cette étude détaillait les risques pour les voies respiratoires auxquels étaient exposés les soudeurs, puisque les fumées de soudage contiennent des oxydes de fer, de zinc, de plomb et de chrome ainsi que du monoxyde de carbone, du dioxyde d'azote et de l'ozone. Le potentiel d'exposition à l'amiante a également été souligné, mais bien que les trois cas d'amiantose relevés témoignent d'une certaine exposition, aucun détail n'est fourni en ce qui concerne le moment ou l'endroit où l'exposition a eu lieu. Puisqu'aucune donnée réelle sur l'exposition de la population n'était disponible, il était impossible de tirer des conclusions sur l'agent étiologique ou sur le rôle éventuel du tabagisme. Cela dit, étant donné que les taux d'emphysème dans le groupe des soudeurs n'étaient pas supérieurs à ceux de la population générale, il semble peu probable que le nombre excessif de cas de cancer du poumon soit attribuable uniquement au tabagisme. En raison du manque de données sur l'exposition et de l'absence de corrections à l'égard d'importants facteurs de confusion comme le tabagisme, les résultats de cette étude ne peuvent être tenus que pour confirmer un lien potentiel entre les travaux effectués dans les chantiers maritimes et le cancer de l'appareil respiratoire.

Un suivi d'une durée pouvant aller jusqu'à 24 ans a été effectué auprès d'une cohorte de travailleurs d'un chantier maritime de Pearl Harbor, aux États-Unis, divisée en deux groupes selon l'exposition estimée à l'amiante (Kolonel et al., 1980)³⁸. Les résultats de cette étude résumée dans le tableau 4 n'ont pas été corrigés pour tenir compte du tabagisme comme facteur de confusion. Cependant, les données obtenues démontrent un lien entre la durée de l'exposition à l'amiante et le risque relatif (RR) de cancer du poumon, le RR maximum étant de 1,7 après 20 à 24 années d'exposition. Pendant la période de suivi d'au plus 24 ans, aucun cas de mésothéliome n'est survenu chez les travailleurs de l'amiante. Cependant, au cours des six années suivant l'analyse complète, trois cas de mésothéliome ont été observés. La durée de cette étude est trop courte pour permettre une quantification utile du risque de mésothéliome, et elle ne tient pas compte d'une éventuelle exposition préalable à l'embauche au chantier maritime.

Hoiberg et Ernst (1981)³⁹ ont rapporté les résultats d'une analyse sur les taux de cancer chez le personnel de la marine admis dans un hôpital entre juillet 1965 et décembre 1976 après répartition des patients en 12 groupes professionnels. Même si les catégories professionnelles utilisées dans l'analyse étaient plutôt larges, la catégorie « construction et fabrication » présentait les taux globaux de cancer les plus élevés et différait des autres catégories particulièrement en ce qui a trait aux taux de cancer de la bouche ou du pharynx, de la peau et de la trachée ou du poumon. Puisque, dans le cadre de cette étude, les taux n'ont pas été corrigés pour tenir compte d'un quelconque aspect du mode de vie susceptible d'avoir agi comme facteur de confusion, la valeur en reste limitée sur le plan de l'évaluation des risques professionnels.

Une étude des schémas de mortalité chez 107 563 personnes décédées au sein d'une cohorte de 293 958 anciens combattants des États-Unis âgés de 31 à 84 ans (Blair et al., 1985)⁴⁰ a révélé certains liens pertinents quant au risque de cancer professionnel dans les chantiers maritimes. Puisque des données sur l'usage du tabac étaient disponibles pour deux périodes précises, elles ont été prises en compte pour catégoriser les taux de mortalité, et puisque les ratios standardisés de mortalité (RSM) bruts et corrigés en fonction du tabagisme étaient comparables, seules les valeurs brutes ont été retenues dans la publication.

Des liens significatifs ont été observés entre certains cancers et certains groupes d'anciens combattants, et ils pourraient s'avérer tout aussi pertinents aux travailleurs des chantiers maritimes :

cancer de l'estomac – charpentiers;

cancer du poumon – plombiers et tuyauteurs;

cancer rectal – mécaniciens et réparateurs;

cancer du poumon – travailleurs employés dans la construction et la réparation de navires.

En se fondant sur un ensemble de dossiers personnels tenus depuis 1980, Newhouse et al. (1985)⁴¹ ont examiné les taux de mortalité chez les soudeurs (1027), les calfats (235), les plaqueurs (557) et les électriciens (1670) qui avaient travaillé dans un chantier maritime du Royaume-Uni entre 1940 et 1968. Le cancer du poumon et le mésothéliome sont les seuls cancers à avoir été analysés en profondeur, et les taux de mortalité associés à ces deux types de cancer se sont révélés excessifs à l'égard de certains métiers. Les calfats présentaient un taux excessif significatif de tous les types de cancer à l'exception du mésothéliome (RSM : 1,68; IC de 95 % : 1,09-2,49), inclusion faite du cancer du poumon, toujours en excluant le mésothéliome (RSM : 2,32; IC de 95 % : 1,33-3,74). Pour ce qui est des taux de cancer associés aux autres métiers, les RSM étaient légèrement excessifs, mais ils avaient tous une valeur proche de l'unité avec une limite de confiance inférieure à 1 (tableau 4). Les taux de mésothéliome étaient particulièrement élevés chez les électriciens, mais au moins un cas a été observé dans chaque catégorie professionnelle. Cette tendance semble indiquer que tous les travailleurs du chantier maritime ont été exposés à l'amiante durant la période d'étude et met en évidence la difficulté de dégager des effets précis sur les travailleurs exerçant un métier donné lorsque la plupart des travailleurs sont soumis à un certain niveau d'exposition.

Danielsen et al. (1993)⁴² se sont penchés sur les taux d'incidence de cancer au sein d'une cohorte de 4571 travailleurs d'un chantier maritime norvégien. Un taux de cancer légèrement excessif a

été observé dans l'ensemble de la cohorte, et une analyse par type de cancer a révélé un nombre excessif significatif de cas de cancer du poumon et de cancer non précisé seulement. Même si les taux d'incidence des autres types de cancer semblaient élevés, la différence par rapport aux taux de base n'était pas significative. L'analyse des taux de cancer du poumon selon le métier a mis en évidence un nombre excessif significatif de cas seulement chez les soudeurs et les apprentis. Quatre cas de mésothéliome pleural ont été observés, mais aucun n'est survenu chez les soudeurs. Une analyse détaillée des données obtenues sur 587 soudeurs, compte tenu de l'apparition possible d'un cancer du poumon sur une période de 15 ans, a révélé un ratio standardisé d'incidence (RSI) plus élevé dans ce groupe professionnel (3,08; IC de 95 % : 1,35-6,08), les taux d'incidence étant légèrement plus élevés chez 255 soudeurs exposés à des concentrations élevées (RSI : 3,75; IC de 95 % : 1,38-8,19) et chez 207 soudeurs exposés à des concentrations très élevées (RSI : 4,00; IC de 95 % : 1,10-10,20). Le manque de données complètes sur l'usage du tabac et l'exposition à l'amiante porte atteinte à cette étude, car il réduit la capacité à discerner les cancers professionnels.

Une étude réalisée auprès d'un autre groupe de travailleurs d'un chantier maritime norvégien (Danielsen et al., 2000)⁴³ a permis d'établir les taux d'incidence de cancer dans une cohorte de 4480 sujets, mais n'a révélé un taux significativement élevé d'aucun type de cancer chez les travailleurs de quelque catégorie ou sous-catégorie professionnelle que ce soit dans ce groupe. Quatre cas de mésothéliome pleural ont été observés comparativement à 1,6 cas attendu, mais aucun lien n'a pu être établi avec un métier en particulier. Chen et al. (1999)⁴⁴ ont réalisé une étude auprès de 1292 peintres employés dans des chantiers maritimes afin d'examiner plus précisément les effets neurocomportementaux de l'exposition aux solvants chez les survivants de la cohorte, mais ce faisant, ils ont également documenté les mortalités au sein de la cohorte à partir d'une analyse des certificats de décès. Les chercheurs n'ont pas constaté que les taux de mortalité par cancer étaient élevés par rapport aux taux de mortalité attendus dans la population masculine écossaise. La valeur de cette étude est très limitée compte tenu du faible nombre de cas, du manque d'information sur l'exposition et du caractère sommaire de l'analyse.

Puntoni et al. (2001)⁴⁵ ont mené une étude auprès d'une cohorte de travailleurs d'un chantier maritime à Gênes, en Italie, et ils ont mis en évidence des taux excessifs de cancer du poumon et de la plèvre chez les travailleurs de nombreux métiers, le plus souvent en lien avec une exposition générale à l'amiante (tableau 4). Les taux de mortalité augmentaient avec la durée d'exposition et le temps écoulé depuis la première exposition, et, fait inhabituel, les soudeurs ne présentaient pas un taux excessif de cancer du poumon ou de mésothéliome pleural (données non indiquées dans le tableau). Les forgerons et les charpentiers de marine affichaient des taux excessifs de cancer du foie doublé d'une cirrhose. Quant aux menuisiers, aux charpentiers, aux calfats et aux métallurgistes, ils présentaient des taux excessifs de cancer de la vessie. Les chercheurs avancent qu'une exposition aux solvants peut avoir joué un rôle à cet égard, mais les données sur les types d'exposition précis sont insuffisantes pour établir un lien de causalité. L'analyse des 298 cas de cancer du poumon, des 32 cas de cancer du larynx, des 44 cas de cancer de la vessie et des 60 cas de mésothéliome pleural a été élargie pour tenir compte en partie de la durée d'exposition, ce qui a amené les auteurs à conclure que les taux de cancer du larynx et de la vessie ne devenaient significatifs qu'après 40 ans suivant la première exposition et qu'avec une durée d'exposition minimale de 25 ans. Le cancer de la plèvre est caractérisé par une plus courte période de latence que celle du cancer du poumon, des cas ayant été observés de 10 à 14 ans après la première exposition. L'exposition des travailleurs avant leur embauche au chantier

maritime n'a toutefois pas été prise en compte. Les détails relatifs à tous les taux d'incidence de cancer statistiquement significatifs figurent dans le tableau 4. Bien que cette étude fournisse certaines indications de cancer professionnel, le manque de données sur l'usage du tabac et les types d'exposition auxquels ont été soumis les travailleurs avant d'être embauchés au chantier maritime réduit considérablement la valeur des résultats.

Krstev et al. (2007)²² ont mené une étude approfondie auprès des travailleurs d'un chantier maritime de la Garde côtière depuis leur premier emploi, entre 1950 et 1964, jusqu'en 2001; ils ont ensuite analysé les taux de cancer chez les travailleurs de 20 catégories d'emploi différentes. Les taux globaux de cancer dans la cohorte étaient élevés par rapport aux taux de base enregistrés dans la population locale. Les seuls types de cancer présentant globalement des taux d'incidence excessifs chez les travailleurs exposés du chantier maritime (3038 sujets de la cohorte) étaient le cancer de l'appareil respiratoire (RSM : 1,28; IC de 95 % : 1,14-1,43), le mésothéliome (RSM : 5,39; IC de 95 % : 1,97-11,74) et le cancer du poumon (RSM : 1,26; IC de 95 % : 1,11-1,41). Le tableau 4 présente les types de cancer affichant un taux excessif en lien avec un métier. Aucune preuve d'un nombre excessif significatif de cas de cancer chez les travailleurs des autres métiers (*charpentiers, peintres, employés chargés du transport et du déplacement de matériel, mécaniciens et réparateurs de véhicules ou travaillant dans un garage, réparateurs de machines industrielles et spécialistes de l'entretien de ces machines, réparateurs électriques ou électroniques, autres mécaniciens et réparateurs, gabiers, employés responsables du fret, employés chargés du déplacement des marchandises et du matériel, manœuvres, cadres supérieurs [p. ex. chefs de chantier, gestionnaires], employés de bureau, ingénieurs ou techniciens et spécialistes*) n'a été rapportée. La présence de cas isolés de mésothéliome chez des travailleurs de diverses catégories professionnelles confirme la probabilité que l'exposition à l'amiante était un type d'exposition professionnelle fréquemment observé dans le cadre de cette étude et que le risque de cancer qui peut en résulter a également souvent été décelé.

La plupart des études revues affichaient un nombre légèrement excessif de cas de cancer du poumon ou de cancer de l'appareil respiratoire chez les travailleurs des chantiers maritimes, et certaines faisaient également état d'un nombre excessif de cas de mésothéliome pleural. Ces résultats étayaient l'hypothèse selon laquelle l'exposition répandue à l'amiante, indépendamment de l'emploi principal exercé, peut jouer un rôle important dans le risque général de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes et peut s'ajouter au risque inhérent à certains emplois exercés dans les chantiers maritimes.

3.2 Résumé

Les études disponibles menées auprès de travailleurs des chantiers maritimes sont de qualité et d'exhaustivité variables. Les études les plus informatives sont les dix études de cohorte, parmi lesquelles sept^{22;37;38;40-42;45} ont mis en évidence des taux excessifs de cancer du poumon ou de cancer de l'appareil respiratoire chez tous les travailleurs des chantiers maritimes, alors que cinq études^{22;36;38;41;45} ont rapporté certains cas de mésothéliome et qu'une étude³⁷ a fait état d'un taux élevé d'incidence d'amiantose.

Six études ont indiqué des taux de cancer par métier, mais le degré de différenciation varie selon les études. Les métiers associés à un risque nettement accru de cancer du poumon ou de cancer

de l'appareil respiratoire (exception faite du mésothéliome) sont ceux de soudeur^{22;37;42}, de décapeur³⁷, de plaqueur⁴¹, de chaudiériste³⁷, de plombier⁴⁰, de tuyauteur^{22;40;45}, de calfat⁴¹, de démolisseur de navires⁴⁵, de travailleur du métal et de forgeron⁴⁵, de peintre et de caréneur⁴⁵ et de calorifugeur⁴⁵. Les métiers associés à un risque très élevé de mésothéliome sont ceux d'électricien^{22;41;45}, de tôlier²², de calorifugeur⁴⁵, de peintre⁴⁵, de plombier⁴⁵, de monteur⁴⁵, de travailleur du métal et de forgeron⁴⁵, de démolisseur de navires⁴⁵, de soudeur⁴¹, de calfat⁴¹ et de plaqueur⁴¹. Puisque la plupart des données concernant les métiers provenaient de deux études et qu'un lien étroit a été établi entre l'incidence du cancer du poumon et celle du cancer de la plèvre, on dispose de nouvelles preuves du rôle de l'amiante dans l'étiologie du cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes, sans guère plus de précisions sur l'existence d'un risque additionnel en lien avec des métiers en particulier.

Les données historiques, les anciennes mesures (Harries, 1971²⁶; Williams, 2007³) et les matrices d'exposition élaborées (Burdorf, 1999⁴⁶; Zaebst, 2009⁵) portent à croire qu'une exposition à tous les types d'amiante, indépendamment de l'emploi principal exercé, peut jouer un rôle important dans le risque général de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes et peut s'ajouter au risque inhérent à certains emplois exercés dans les chantiers maritimes.

D'autres types de cancer présentant un risque significatif d'incidence accrue chez les travailleurs des chantiers maritimes sont le cancer de l'estomac⁴⁰ (charpentiers), le cancer du rectum⁴⁰ (mécaniciens et réparateurs), le cancer de la vessie⁴⁵ (travailleurs du métal), le cancer du foie⁴⁵ (forgerons), le cancer du larynx⁴⁵ (calorifugeurs) et le cancer de la bouche ou du nasopharynx²² (travailleurs du bois). Cependant, bien que ces cancers puissent être liés à une exposition, aucun d'entre eux n'a été mentionné dans plus d'une étude. Par conséquent, les données relatives aux autres cancers professionnels dont il sera fait mention dans la présente revue proviennent d'études réalisées auprès de travailleurs occupant des emplois similaires dans d'autres industries.

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Études sur les travailleurs des chantiers maritimes en lien avec la population générale							
Blot et al. (1979) ³⁴ (49 comtés des É.-U. où étaient implantés des chantiers maritimes)	Nombres non précisés	Aucune donnée sur l'exposition et aucune prise en considération des facteurs de confusion	Non mentionné	Cancer de l'appareil respiratoire		RR 1,12	La valeur des résultats est limitée, mais ils ont servi de fondement à des études subséquentes. Voir le texte.
				Cancer oropharyngien		RR 1,18	
				Cancer de l'œsophage		RR 1,14	
				Cancer de l'estomac		RR 1,10	
Blot et al. (1978) ³⁵ (côte de la Georgie)	458 sujets atteints du cancer du poumon 553 sujets témoins Sources de données : diagnostics dans 1 hôpital (1970-1976); 3 autres hôpitaux (1975-1976) et certificats de décès (1970-1974)	Le tabagisme, l'âge, la race et le lieu de résidence ont été pris en considération dans l'analyse Aucune donnée sur l'exposition disponible	Décès 216/187 Sujets hospitalisés 319/472	Globalement	535/659	RR 1,6 (1,1-2,3)*	Les estimations du risque ne concernent que le cancer du poumon. Les intervalles de confiance ne sont pas fournis pour la plupart des résultats. Seulement 5 % des sujets ont rapporté avoir manipulé directement de l'amiante. * p = 0,01
				Calorifugeur, chaudiériste	2/2	RR 1,2	
				Tuyauteur	10/4	RR 3,1	
				Charpentier de navires, monteur de conduites de vapeur	6/5	RR 1,5	
				Soudeur, décapeur	11/20	RR 0,7	
				Gabier, dirigeant	6/9	RR 0,8	
				Machiniste, opérateur de machine, travailleur du métal	13/11	RR 1,4	
				Travailleur de la construction	24/20	RR 1,5	
				Électricien	5/3	RR 2,0	
				Commis, comptable, dessinateur, garde	7/3	RR 2,8	
Non précisé	15/5	RR 3,7					
Études de cohorte							
Rossiter et Coles (1980) ³⁶ (chantier naval de Devonport, R.-U.)	6292 travailleurs en 1947 et suivi jusqu'en 1978	Aucune mention de prise en considération des facteurs de confusion; improbable selon les données fournies. Aucune donnée sur l'exposition	1043	Tous les cancers	265/282,1 (265/255,6) [#]	RSM 0,94 (1,04) [#]	***p < 0,001 [#] Les chiffres entre parenthèses dans les colonnes des décès et du RSM se rapportent aux valeurs régionales attendues.
				Mésothéliome	31/0,5 (31/0,4)	RSM 6,4 (7,7) ^{***}	
				Cancer du poumon	84/119,7 (84/100,3)	RSM 0,7 (0,84)	
				<u>Profession (n^{bre} de travailleurs) :</u>	<u>Tous les décès</u>	<u>Tous les décès</u>	
				Ouvrier chargé du garnissage en amiante des chaudières et floqueur	9/10,8 (9/10)	RSM 0,83 (0,9)	

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques	
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas					
				(54)				
				Peintre à bord d'un navire (519)	107/102,3 (107/94,5)	RSM 1,05 (1,13)	Aucune analyse approfondie de la cause du décès par métier.	
				Maçon, soudeur, chaudiériste, etc. (2152)	382/395,7 (382/365,5)	RSM 0,97 (1,05)		
				Mécanicien-monteur de machines, charpentier de navires (1843)	234/264,5 (234/243,8)	RSM 0,88 (0,96)		
				Ouvrier qualifié (1508)	311/307,9 (311/284,6)	RSM 1,01 (1,09)		
Beaumont et Weiss (1980) ³⁷ (chantiers maritimes de Seattle, É.-U.)	8679 membres du syndicat qui ont travaillé au moins 3 ans entre le 01-01-1950 et le 31-12-1973	Le tabagisme n'a pas été pris en compte. Aucune donnée sur l'exposition						
			2019		<u>RSM : Les chiffres sont relatifs au cancer de l'appareil respiratoire. (n^{bre} de décès)</u>	<u>Total</u>	<u>Période de latence > 20 ans</u>	
				Soudeur (3247)	529	RSM 1,31	RSM 1,69**	L'existence d'un lien significatif n'a pas été démontrée entre quelque autre type de cancer et un quelconque métier exercé dans les chantiers maritimes. Pas d'exposition directe à l'amiante dans cette cohorte, mais l'incidence de l'amiantose indique qu'il y a eu un certain niveau d'exposition.
				Charpentier de navires (1538)	345	RSM 0,57	RSM 0,53	
				Aide (1070)	350	RSM 1,28	RSM 1,45	
				Gabier (801)	255	RSM 0,92	RSM 0,76	
				Mécanicien (766)	118	RSM 0,92	RSM 1,26	
				Décapeur (473)	124	RSM 1,28	RSM 1,12	
				Chaudiériste (463)	169	RSM 1,57	RSM 2,03*	
				Autre (321)	129	RSM 1,98*	RSM 3,18***	
Kolonel et al. (1980) ³⁸ (chantier maritime de	7536 hommes employés le 01-01-1950 ou recrutés entre cette date et	L'exposition à l'amiante a été déterminée d'après la description de travail. Les sujets du groupe exposé ont exercé		Exposés :				Les chiffres se rapportent aux décès attribuables au cancer du poumon selon la
				0 à 9 ans	4/7,2	RR 0,6		
				10 à 19 ans	18/17,8	RR 1,0		

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques	
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas					
Pearl Harbor, Hawaii, É.-U.)	1969.	pendant au moins 1 an un métier dans le cadre duquel l'exposition était probable. Les comparaisons ont été faites avec les valeurs attendues pour la population générale d'Hawaii. Le tabagisme n'a pas été pris en considération dans l'analyse, mais certaines données sur le tabagisme révèlent un nombre plus élevé de fumeurs chez les travailleurs du chantier maritime que dans la population générale.	236 travailleurs non exposés	20 à 24 ans	13/7,5	RR 1,7	durée du suivi. Aucun décès causé par un mésothéliome n'était survenu au moment du suivi (1974), qui a duré au plus 24 ans après la première exposition. Trois décès sont survenus de 1974 à 1980.	
	4779 travailleurs exposés à l'amiante		Total		35/32,5	RR 1,1		
	2757 travailleurs non exposés		Non exposés :					
			0 à 9 ans		5/4,4	RR 1,1		
			10 à 19 ans		4/8,7	RR 0,5		
			20 à 24 ans		3/3,5	RR 0,9		
			Total	12/16,6	RR 0,7			
Blair et al. (1985) ⁴⁰ (anciens combattants des É.-U.)	293 958 anciens combattants des É.-U. âgés de 31 à 84 ans qui étaient en service en 1953	L'information sur le tabagisme et le métier a été obtenue au moyen d'un questionnaire auquel ont répondu 85 % des sujets en 1954 ou en 1957.	107 563 décès jusqu'en janvier 1970	Cancer de l'estomac	22/13,3 (16/7,2) [#]	RSM 165* (223) [#]	[#] Les chiffres entre parenthèses ne concernent que les fumeurs. * $p \leq 0,05$ Les chiffres ne se rapportent qu'aux métiers exercés dans des chantiers maritimes et assortis d'un lien significatif avec le cancer mentionné.	
				Charpentiers				
				Cancer du rectum				
				Mécaniciens et réparateurs				
				Cancer du poumon				
Plombiers et tuyauteurs	39/21,2 (35/18,6)*	RSM 184 (188)*						
Travailleurs employés dans la construction et la réparation de navires		RSM 180*						
Newhouse et al.	1027 soudeurs 235 calfats 557 plaqueurs	Aucune information sur l'usage du tabac ni sur l'exposition à	Soudeurs	Cancer du poumon, exception faite du mésothéliome				

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
(1985) ⁴¹ (chantier maritime du nord-est de l'Angleterre)	1670 électriciens Employés entre 1940 et 1968; suivi effectué en 1982	l'amiante Les facteurs de confusion n'ont pas été pris en considération dans l'analyse.	195 Calfats 50 Plaqueurs 87 Électriciens 211	Soudeurs Calfats Plaqueurs Électriciens Mésothéliome Soudeurs Calfats Plaqueurs Électriciens	26/22,9 12/5,2 12/12,1 35/33,6 1 1 2 9	RSM 1,13 (0,8-1,57) RSM 2,32 (1,33-3,74) RSM 1,00 (0,57-1,61) RSM 1,04 (0,75-1,33)	
Danielsen et al. (1993) ⁴² (chantier maritime en Norvège)	4571 travailleurs du chantier maritime, y compris 623 soudeurs d'acier doux employés entre 1940 et 1979	Selon les données disponibles sur l'usage du tabac, il y avait de 10 à 20 % plus de fumeurs dans la cohorte que dans la population générale. Une analyse détaillée des taux de cancer du poumon en fonction de l'âge chez les soudeurs a révélé un risque accru en lien avec des niveaux d'exposition plus élevés. Selon les échantillons de fumées de soudage prélevés en 1973, la concentration en poussières était de 0,8-9,5 mg/m ³ (médiane : 2,5 mg/m ³). Une autre analyse en 1985 a révélé des	1078	Cohorte totale, tous les types de cancer Cohorte totale, cancer du poumon Cohorte totale, type de cancer non précisé Cancer du poumon : Soudeurs Décapeurs Travailleurs du métal Travailleurs d'un atelier d'usinage Charpentiers Employés chargés du transport et du soutien de la production Vigiles Employés de bureau, contremaîtres Électriciens Gabiers, débardeurs Chaudronniers en cuivre, plombiers Apprentis et employés temporaires avant 1957 Employés responsables d'un soutien particulier avant 1957	408/361,3 65/46,3 23/14,2 9/3,6 3/0,9 8/7,8 11/8,4 11/6,5 3/3,8 5/3 1/2,5 2/1,2 1/0,9 1/0,7 14/7,1 1/1	RSI 1,13 (1,02-1,26) RSI 1,40 (1,08-1,79) RSI 1,62 (1,03-2,43) RSI 2,50 (1,14-4,75) RSI 3,33 (0,67-9,77) RSI 1,03 (0,45-2,03) RSI 1,36 (0,68-2,43) RSI 1,69 (0,85-3,05) RSI 0,79 (0,16-2,31) RSI 1,67 (0,53-3,90) RSI 0,40 (0-2,24) RSI 1,67 (0,17-6,00) RSI 1,11 (0-6,22) RSI 1,43 (0-8,00) RSI 1,97 (1,08-3,31) RSI 1,00 (0-5,60)	Les soudeurs étaient aussi exposés à un risque accru (RSI) de mélanome, d'un autre type de cancer de la peau, de cancer gastrique et de cancer rectal, bien qu'aucun de ces risques ne semblait important.

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
		concentrations variant de 0,6-22 mg/m ³ (médiane : 2,6 mg/m ³).		Employés chargés d'enlever la rouille Autres	1/3,4 0/0,8	RSI 0,29 (0-1,63)	
		Aucune donnée sur l'exposition à l'amiante					
Danielsen et al. (2000) ⁴³ (chantier maritime en Norvège)	4480 travailleurs d'un chantier maritime, y compris 861 soudeurs employés entre 1945 et 1980	Les échantillons d'air prélevés en 1973 ont révélé que les concentrations atmosphériques des fumées de soudage dans la zone de travail étaient de 14,5 mg/m ³ (4,2-54,4), alors qu'elles étaient < 1,5 mg/m ³ en 1977 et de 1,5 mg/m ³ en 1989. Les concentrations de Cr et de Ni étaient également indiquées. L'usage du tabac a été pris en considération dans l'analyse globale.	801	Toute la cohorte Soudeurs Travailleurs du métal Travailleurs d'un atelier d'usinage Décapeurs Plombiers Charpentiers Électriciens Employés chargés du transport et du soutien à la production Employés de bureau, contremaîtres	45/51,3 9/7,1 13/13,8 9/5,3 2/2,4 1/2,9 3/3,9 1/0,8 13/19,9 6/8,6	RSI 0,88 (0,64-1,17) RSI 1,27 (0,58-2,42) RSI 0,94 (0,50-1,61) RSI 1,70 (0,78-7,33) RSI 0,83 (0,10-3,01) RSI 0,34 (0,01-1,91) RSI 0,77 (0,16-2,25) RSI 1,30 (0,03-7,23) RSI 0,65 (0,34-1,12) RSI 0,70 (0,26-1,52)	Cancer du poumon seulement
Chen et al. (1999) ⁴⁴ (chantier naval en Écosse)	Cohorte de 1292 peintres employés dans l'atelier de peinture d'un chantier naval pendant ≥ 1 an entre 1952 et 1994	Aucune donnée sur l'exposition et aucune preuve de la prise en compte des facteurs de confusion dans l'analyse	205	Tous les types de cancer Œsophage Estomac Côlon Rectum Poumon Prostate Vessie	58/53 2/2 5/4 4/3 3/2 23/21 6/3 4/2	RMP 1,10 (0,84-1,43) RMP 0,87 (0,10-3,06) RMP 1,19 (0,39-2,78) RMP 1,20 (0,33-3,08) RMP 1,42 (0,29-4,16) RMP 1,08 (0,69-1,62) RMP 2,25 (0,83-4,89) RMP 2,19 (0,60-5,60)	Aucune augmentation des taux d'un quelconque type de cancer, qu'ils aient été regroupés ou analysés séparément. (Une étude transversale sur les effets neurocomportementaux chez les survivants a été incluse.)

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Puntoni et al. (2001) ⁴⁵ (chantier maritime à Gênes)	3984 travail- leurs d'un chantier maritime employés entre 1960 et 1981. Les taux d'incidence ont été comparés à ceux de la population générale.	Exposition générale connue à l'amiante, aux fumées de soudage, à la poussière de silice, à l'HAP et aux solvants, mais aucune donnée précise. Le niveau d'exposition a été déterminé d'après le principal métier. Aucune prise en compte du tabagisme ou d'autres facteurs de confusion.	2376	Tous les types de cancer	812/562,6	RSM 1,44 (1,35-1,55)	Le nombre élevé de cas de cancer de la plèvre chez les travailleurs de tous les métiers indique une exposition importante à l'amiante durant cet emploi ou un emploi précédent.
				Foie	34/18,3	RSM 1,86 (1,29-2,60)	
				Larynx	32/19,5	RSM 1,64 (1,12-2,32)	
				Poumon	298/168,7	RSM 1,77 (1,57-1,98)	
				Plèvre	60/11,5	RSM 5,24 (4,00-6,74)	
				Vessie	44/28,7	RSM 1,53 (1,11-2,05)	
				Autres types de cancer	96/72,6	RSM 1,32 (1,07-1,61)	
				Démolisseurs de navires, jaloneurs, maçons (851)			
				Cancer du poumon	59	RSM 1,56*	
				Cancer de la plèvre	11	RSM 4,88*	
				Forgerons et charpentiers de marine (710)			
				Cancer du foie	11	RSM 3,92*	
				Cancer du poumon	61	RSM 2,18*	
				Cancer de la plèvre	10	RSM 5,31*	
				Menuisiers, charpentiers, calfats, métallurgistes (597)			
				Cancer de la vessie	12	RSM 2,06*	
				Cancer du poumon	50	RSM 1,68*	
				Cancer de la plèvre	10	RSM 4,93*	
				Monteurs (354)			
				Cancer du poumon	26	RSM 1,74*	
Cancer de la plèvre	4	RSM 3,94*					
Plombiers, chaudronniers en cuivre (365)							
Cancer de la plèvre	6	RSM 5,62*					
Peintres, caréneurs (319)							
Cancer du poumon	25	RSM 1,83*					
Cancer de la plèvre	8	RSM 8,54*					
Électriciens (163)							
Cancer de la plèvre	4	RSM 7,98*					
Calorifugeurs (82)							
Cancer du larynx	3	RSM 8,52*					
Cancer du poumon	10	RSM 3,13*					

Tableau 4

Études sur le cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM, RMP ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
				Cancer de la plèvre	3	RSM 13,68*	
<i>*p < 0,05</i>							
Krstev et al. (2007) ²²	4702		3331	Électriciens	Mésothéliome (2)	RSM 14,53 (1,63-52,47)	313 sujets ont été perdus de vue. Seules les catégories professionnelles associées à des taux élevés de cancer sont indiquées.
(chantier maritime de la Garde côtière des É.-U.)	Cohorte employée entre janvier 1950 et décembre 1964; suivi effectué jusqu'en 2001.			Machinistes (métal et plastique)	Cancer du poumon (30)	RSM 1,60 (1,08-2,29)	
				Tôliers	Mésothéliome (2)	RSM 16,65 (1,87-60,12)	
				Travailleurs du bois	Cancer de la bouche et cancer du nasopharynx (6)	RSM 6,20 (2,27-13,50)	
				Charpentiers de navires, soudeurs, oxycoupeurs	Cancer du poumon (85)	RSM 1,34 (1,07-1,65)	
Études transversales ou études de registre							
Hoiberg et Ernst (1981) ³⁹	3351 hommes enrôlés dans la marine et admis dans un hôpital pour des tumeurs entre juillet 1965 et décembre 1976	L'âge n'a pas été pris en considération, bien qu'il y ait eu certaines différences entre les moyennes d'âge selon les catégories professionnelles.	162	Tous	Tous les types de cancer	47,6 [#]	# taux par 100 000 personnes par année
					Cancer du poumon	3,5 [#]	
				Construction	Tous les types de cancer	72,0 [#]	
					Cancer du poumon	7,4 [#]	

3.3 Amiante et cancer

Compte tenu de l'importance du rôle potentiel de l'exposition à l'amiante dans les taux de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes, cette section traite plus particulièrement de la question. Bien que le cancer soit l'objet principal de la présente revue, l'exposition à l'amiante provoque l'apparition d'autres maladies chroniques susceptibles d'être prises en compte comme indicateurs d'exposition par les organismes d'indemnisation. O'Reilly et al. (2007)⁴⁷ ont résumé les données relatives au rôle de ces maladies quant à l'établissement d'une éventuelle exposition à l'amiante.

Une grande partie des données sur le cancer professionnel chez les travailleurs des chantiers maritimes provient de travailleurs dont le suivi initial a été effectué durant le dernier quart du vingtième siècle. La majorité des publications épidémiologiques pertinentes à cette revue ont été publiées après 1970 et portent sur les conséquences d'expositions survenues à partir de 1920 environ. C'est dans ce contexte que nous avons examiné le lien entre l'amiante et le cancer.

Le CIRC⁴⁸ a d'abord examiné les données disponibles en 1977 et a par la suite procédé à un examen de ses conclusions initiales dont elle a publié les résultats dans le Supplément 7 (1987)⁴⁹, qui fournit un court résumé de l'état de la question concernant l'amiante. Une étude plus récente du CIRC, qui n'a pas encore été publiée mais qui a été mentionnée dans une présentation de Straif K. (2009)⁵, renforce ses conclusions précédentes, y compris celles selon lesquelles le cancer du larynx et le cancer des ovaires sont d'autres types de cancer liés à l'amiante. Les données qui révèlent un lien entre l'exposition à l'amiante et le cancer du poumon, le cancer du larynx⁵⁰ et le mésothéliome sont si probantes que le CIRC classe tous les types d'amiante comme étant cancérigènes pour les humains. Les données de base et les données à l'appui de cette conclusion ne sont pas analysées plus en profondeur dans la présente revue, mais les aspects quantitatifs en sont ultérieurement pris en considération en lien avec leur pertinence pour les travailleurs des chantiers maritimes. Churg (1986)⁵¹ ainsi que McDonald et McDonald (1996)⁵² ont avancé que le risque de mésothéliome associé à l'exposition au chrysotile était nettement inférieur à celui associé aux amphiboles, et leur hypothèse a été étayée par l'évaluation plus récente d'un ensemble plus large de données réalisée par Hodgson et Darnton (2000)⁵³. Une autre évaluation réalisée auprès de la même population (Hodgson et Darnton, 2010)²⁰⁹ a permis de conclure que le rapport de risque entre le chrysotile, l'amosite et la crocidolite est de 1:100:500 dans le cas du mésothéliome et que le rapport de risque entre le chrysotile et l'amphibole varie de 1:10 à 1:50 dans le cas du cancer du poumon. Tous les types d'amiante sont néanmoins classés cancérigènes. Cela dit, puisque l'exposition aux différents types d'amiante auxquels ont pu être soumis les travailleurs des chantiers maritimes n'a que très peu été caractérisée, les distinctions relatives aux formes d'exposition ne seront pas traitées plus en profondeur. En général, la période de latence entre l'exposition initiale et l'apparition du mésothéliome est plus longue que dans le cas du cancer du poumon, bien que des cas de mésothéliome soient survenus à la suite d'une brève exposition intense à la crocidolite.

Même si tous les travailleurs des chantiers maritimes risquent d'avoir été exposés à l'amiante, Walker et al. (1990)⁵⁴ ont constaté que les plombiers, les mécaniciens, les peintres et les électriciens présentaient les risques excédentaires les plus élevés de mésothéliome pleural.

⁵ <http://www.docstoc.com/docs/75674124/The-IARC-Monographs>

Huncharek et Muscat (1990)⁵⁵ ont documenté diverses activités professionnelles pouvant donner lieu à une exposition à l'amiante, notamment la pulvérisation d'un isolant acoustique, l'isolation de chaudières de locomotives, l'isolation de bâtiments et l'ignifugation.

3.3.1 Cancer du poumon

Un lien de causalité a été établi entre le cancer du poumon et l'exposition à l'amiante (CIRC, 1977)⁴⁸, et des données montrent également que l'exposition à l'amiante et le tabagisme ont un effet synergique sur les taux de cancer du poumon. Langård (1994)⁵⁶ s'est penché sur cette interaction, tout en évaluant la possibilité de prévenir le cancer du poumon dans la population norvégienne. Il est arrivé à la conclusion que l'exposition à l'amiante était à l'origine de près des deux tiers des cas de cancer du poumon professionnel survenus en Norvège. Bien qu'il y ait consensus sur le fait que l'exposition combinée au tabagisme et à l'amiante augmente le risque de cancer du poumon, le lien entre le tabagisme et le risque de cancer lié à l'amiante n'a pas été précisément quantifié. Berman et Crump (2008)⁵⁷ ont traité du lien entre le tabagisme et l'amiante dans une étude du modèle d'évaluation du risque de l'Environmental Protection Agency (EPA) dans les cas de cancer lié à l'amiante. Ils en sont venus à la conclusion, en se fondant sur une évaluation publiée par Berry et Liddell (2004)⁵⁸, qu'il s'agissait vraisemblablement d'un lien intermédiaire entre un lien multiplicatif et un lien additif. Par conséquent, le modèle multiplicatif utilisé par l'EPA est susceptible de surestimer le risque chez les fumeurs et de le sous-estimer chez les non-fumeurs, bien que le degré d'écart soit probablement faible.

Everatt et al. (2007)⁵⁹ ont examiné les antécédents d'exposition à l'amiante chez des patients atteints de cancer du poumon (298) et de mésothéliome (4) d'un hôpital en Lituanie. Les niveaux d'exposition ont été calculés, si ce n'est qu'en l'absence d'une surveillance de l'exposition avant 1998, l'évaluation des concentrations atmosphériques de fibres dans le cas des expositions antérieures à cette date semble fondée sur une base de données allemande non identifiée. L'exposition à 25 « fibres-année » double approximativement le risque de cancer du poumon. Les auteurs avancent que divers organismes pourraient utiliser cette valeur pour déterminer le montant des indemnités. En se fondant sur cette valeur indicative, les auteurs ont conclu que près de 50 cas de cancer du poumon par année en Lituanie étaient associés à l'exposition à l'amiante.

Kishimoto et al. (2003)⁶⁰ ont publié les résultats d'examen de 120 patients atteints d'un cancer du poumon que l'on soupçonnait dû à une exposition à l'amiante. Les données obtenues révélaient la présence d'amiantose, de plaques pleurales et de corps asbestosiques, et constituaient dans tous les cas une preuve suffisante aux fins de l'établissement d'indemnités de travail. La preuve requise est définie comme suit : « tout patient ayant travaillé dans un environnement où l'amiante a été utilisé pendant environ 10 ans ou plus et chez qui la gravité de l'amiantose est caractérisée par un score de profusion de 1 ou plus à la radiographie pulmonaire ou chez qui la présence de plaques pleurales peut être confirmée par radiographie pulmonaire ». Par ailleurs, si la présence de corps asbestosiques dans les poumons a été démontrée, il n'est pas nécessaire de satisfaire aux autres conditions.

3.3.2 Mésothéliome

Une étude de Baas et al. (1988)⁶¹ confirme l'existence d'un lien entre l'exposition à l'amiante et l'apparition du mésothéliome pleural, et fournit une pathologie descriptive. Les auteurs précisent toutefois que des antécédents d'exposition à l'amiante ne peuvent être établis dans tous les cas. Quoi qu'il en soit, les taux de mésothéliome de base dans la population générale sont faibles ($1/10^6$)⁶². Les rares cas de ce cancer au sein de la population générale et le nombre plus fréquent de cas chez certaines catégories de travailleurs portent à croire qu'il est d'origine professionnelle. Les études qui font état de la répartition des cas de mésothéliome par métier sont résumées ci-dessous.

Kishimoto et al. (2004)⁶³ ont étudié 106 cas de mésothéliome pleural malin survenus au Japon. Tous les sujets, sauf six, présentaient des antécédents d'exposition professionnelle à l'amiante, et 51 d'entre eux avaient travaillé dans un chantier maritime. Les sujets avaient en moyenne été exposés à l'amiante pendant $17,2 \pm 8,9$ années. La période de latence était > 31 années, la moyenne étant de $37,0 \pm 13,3$ années. On ignore si les antécédents professionnels de ces sujets sont représentatifs de ceux de la population japonaise en générale ou d'autres populations de patients atteints d'un mésothéliome.

Un examen des cas de mésothéliome pleural réalisé par Davenport (1989)⁶⁴ semble indiquer que les mesures de contrôle adoptées dans les années 1970 (lesquelles ont réduit les niveaux d'exposition à l'amiante) peuvent influencer sur les taux de cancer. Cette indication contraste avec les conclusions du plus récent rapport produit par Jemal et al. (2000)⁶⁵ à la suite d'une analyse approfondie des taux de mortalité causée par le cancer du poumon et le mésothéliome dans des comtés des États-Unis, en accordant une attention particulière aux comtés où étaient implantés des chantiers maritimes. Les tendances qu'ils ont observées laissent plutôt croire que les taux de mortalité par mésothéliome sont en hausse chez les hommes vivant dans des comtés où se trouve un chantier maritime, quoique le taux d'augmentation soit à la baisse. Les taux de cancer du poumon, qui comprend le cancer du poumon à proprement parler, le cancer des bronches, le cancer de la trachée et le cancer de la plèvre, semblent aussi être à la hausse chez les femmes vivant dans des comtés où se trouve un chantier maritime, ce qui peut aussi bien refléter des taux plus faibles d'exposition à l'amiante que des taux accrus de tabagisme. Ces indications de cancer en lien avec les chantiers maritimes sont très indirectes, puisqu'elles ne tiennent pas compte des métiers exercés.

Bang et al. (2004)⁶⁶ ont également résumé les tendances relatives aux taux d'incidence du mésothéliome et aux taux de mortalité par mésothéliome en s'appuyant sur les données du National Centre for Health Statistics des États-Unis. Bien que les chercheurs aient dénombré 10 016 décès causés par des tumeurs pleurales entre 1979 et 1998, les taux de mortalité sont, en fait, passés de $2,8/10^6$ à $2,3/10^6$ durant cette période après avoir été corrigés en fonction de l'âge. Des taux élevés d'incidence associés à l'exposition à l'amiante ont été constatés chez des travailleurs de l'industrie navale ainsi que de l'industrie du raffinage du pétrole et de la construction. En ce qui concerne les travailleurs de la construction, les taux étaient particulièrement élevés chez les calorifugeurs, les plâtriers et les chaudiéristes. Pinheiro et al. (2004)⁶⁷ ont présenté ces résultats plus en détail.

3.3.3 Cancer du larynx

Le CIRC a récemment reconnu le cancer du larynx comme un autre type de cancer associé à l'exposition à l'amiante (Straif, 2009)⁵⁰. De toutes les études portant sur les chantiers maritimes, une seule fait état d'un nombre excessif de cas de cancer du larynx (RSM : 1,64; IC de 95 % : 1,12-2,32), tout en précisant que les sujets avaient été soumis à un niveau élevé d'exposition à l'amiante dans leur milieu de travail (Puntoni et al., 2001)⁴⁵. Cette étude révèle également un nombre excessif

3.4 Exposition au rayonnement ionisant et risque de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

De nombreuses études, résumées ci-après, ont porté sur la possibilité que les travailleurs des chantiers maritimes exposés au rayonnement ionisant présentent un risque accru de cancer lié à ce type d'exposition. Il convient toutefois de souligner qu'il s'agit là d'un risque particulier en lien avec les travaux effectués sur des navires qui comportent un risque connu de rayonnement. Des travailleurs de certains métiers exercés en dehors des chantiers maritimes sont exposés au rayonnement depuis fort longtemps, et une grande partie des données sur le risque professionnel provient de ces sources. Le niveau d'exposition des travailleurs des chantiers maritimes a nettement augmenté à une époque où la sensibilisation aux risques professionnels était elle-même en hausse; la surveillance a ainsi pu tirer parti de nombreuses leçons apprises d'autres secteurs, mais il est possible que les conséquences directes ne soient pas encore évidentes chez les travailleurs exposés.

3.4.1 Revues générales

Matanoski et al. (1984)⁶⁸ ont examiné les risques de cancer professionnel auxquels sont exposés les radiologistes et les travailleurs soumis aux rayonnements, et ils ont rapporté que les travailleurs des chantiers maritimes n'étaient exposés qu'aux rayons gamma, alors que les travailleurs d'autres métiers pouvaient aussi être exposés aux rayons x ou aux rayons alpha. Il peut dès lors s'avérer difficile d'appliquer aux travailleurs des chantiers maritimes les conclusions relatives aux risques de cancer professionnel auxquels sont exposés les travailleurs d'autres métiers.

Un survol des études sur le cancer et l'exposition professionnelle au rayonnement (Boice et Lubin, 1997)⁶⁹ a permis de répertorier sommairement de nombreux types d'exposition professionnelle, y compris ceux qu'on retrouve dans les chantiers maritimes et qui font l'objet d'un examen détaillé à la section 3.4.2 ci-dessous. Il se dégage des études relatives aux types d'exposition présents dans les chantiers maritimes la conclusion que « bien que les résultats soient rassurants, ils indiquent qu'aux faibles doses en cause, le niveau de risque est lui-même faible, de sorte qu'il peut ne pas être décelable par les méthodes épidémiologiques » [traduction].

3.4.2 Rayonnement ionisant et cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Seuls les travailleurs des chantiers maritimes employés dans la construction ou la réparation de navires nucléaires et les radiographes industriels sont exposés au rayonnement ionisant. Tout risque auquel ces sous-groupes peuvent être sujets reste non pertinent pour la population générale de travailleurs des chantiers maritimes, qui n'est pas soumise à ce type d'exposition.

Une communication préliminaire de Najarian et al. (1978)⁷⁰ sur le cancer chez les travailleurs du nucléaire dans les chantiers maritimes reposait sur 1722 décès enregistrés chez d'anciens travailleurs d'un chantier naval des États-Unis. Les certificats de décès ont été extraits du registre local pour la période de 1959 à 1977. Les données relatives aux emplois comportant une exposition au rayonnement n'ont pu être obtenues d'un proche parent que pour un tiers seulement des personnes décédées; les autres décès n'ont pas été catégorisés selon ce facteur. L'information sur le niveau d'exposition au rayonnement de chaque travailleur ou sur l'exposition à d'autres facteurs de confusion potentiels est insuffisante. Le nombre total de cas de cancer observés, qui était de 56 sur les 146 décès survenus chez des employés classés comme étant des travailleurs du nucléaire, était plus élevé que les 31,5 cas attendus dans la population générale. Parmi ces cas de cancer, 6 cas de leucémie ont été constatés comparativement à 1,1 cas attendu. Les auteurs ont décrit en détail les limites de l'étude, et l'absence d'une quantité considérable de données fondamentales sur l'exposition compromet manifestement leur analyse. Par conséquent, cette étude n'est pas détaillée dans le tableau suivant. Greenberg et al. (1983)⁷¹ ont également commenté les lacunes de cette étude.

En 1979, un rapport préliminaire publié à la suite d'une enquête menée par le NIOSH⁷² sur le même chantier maritime après la parution des résultats indiqués ci-dessus a utilisé des données plus directes sur les types d'exposition (Rinsky et al., 1981, 1988)^{73;74}. Rinsky et al. (1981)⁷³ ont analysé des données provenant d'une cohorte totale de 24 545 travailleurs employés entre 1952 et 1977, qu'ils ont ensuite divisée en trois sous-cohortes :

1. les travailleurs effectuant des travaux sous rayonnements soumis à une exposition au rayonnement (7615);
2. les travailleurs n'effectuant pas de travaux sous rayonnements (15 585);
3. les travailleurs effectuant des travaux sous rayonnements non soumis à une exposition au rayonnement (1345).

Parmi les sujets de la cohorte totale, 1012 ont été perdus de vue et 4762 sont décédés comparativement aux 5361 décès attendus d'après les taux moyens de mortalité aux États-Unis. Dans le cas de la sous-cohorte 1, la dose totale cumulative de rayonnement et le temps écoulé depuis la première dose de rayonnement étaient connus et ont été utilisés aux fins de l'analyse. Le nombre de décès attribuables à la leucémie et à toutes les tumeurs lymphatiques et hématopoïétiques était plus faible dans la cohorte totale que dans la population générale, tout comme le taux total de mortalité par cancer (tableau 5). L'analyse des taux de tumeurs par rapport au niveau d'exposition cumulative n'a révélé aucune tendance ni différence indicative de l'existence d'un lien entre l'exposition au rayonnement ionisant et l'incidence du cancer. Bien que l'absence de toute preuve d'un taux excessif de cancer dans la population exposée soit rassurante,

la principale faiblesse de cette étude réside dans la durée relativement courte de 25 ans entre la date du premier emploi et la dernière observation.

Dans le cadre d'une étude subséquente, Rinsky et al. (1988)⁷⁴ ont appliqué une approche cas-témoins à la même cohorte pour examiner les taux de cancer du poumon en lien avec l'exposition au rayonnement, compte tenu de l'exposition à l'amiante et aux fumées de soudage. La série de cas regroupait 405 sujets décédés d'un cancer de la trachée, des bronches ou du poumon, lesquels étaient comparés à 1215 sujets témoins. Les antécédents de rayonnement étaient connus chez 121 sujets cas et 330 sujets témoins. En ce qui concerne les cas de cancer du poumon, le rapport de cotes (RC) relatif aux antécédents d'exposition au rayonnement était de 1,23 (IC de 95 % : 0,91-1,67). L'examen des différents niveaux d'exposition cumulative au rayonnement n'a révélé aucune tendance en lien avec la dose, même si le RC pour le groupe soumis au deuxième niveau d'exposition le plus élevé était statistiquement significatif, soit de 1,81 (IC de 95 % : 1,05-3,12). La différence n'était plus significative une fois les données corrigées en fonction de l'exposition à l'amiante et aux fumées de soudage, mais cela peut être en partie attribuable au petit nombre de sujets (tableau 5). Aucun lien n'a pu être établi entre le temps écoulé depuis la première exposition au rayonnement et le cancer du poumon, mais le RC était significatif lorsque l'exposition à l'amiante et aux fumées de soudage étaient combinées. Deux faiblesses notables de cette étude résident dans la durée relativement courte du suivi à partir de la première exposition et dans la méthode de sélection des sujets témoins dans la cohorte, également tenue pour faible par les auteurs dès lors qu'elle ne faisait appel qu'à des mesures restreintes pour apparier les sujets.

Silver et al. (2004)⁷⁵ ont présenté les résultats d'une étude élargie portant sur une cohorte constituée de 37 853 travailleurs d'un chantier naval des États-Unis (Portsmouth) qu'ils ont ensuite divisée en trois sous-cohortes : les sujets exposés ayant fait l'objet d'une surveillance (11 791), les sujets non exposés ayant fait l'objet d'une surveillance (1677) et les sujets n'ayant pas fait l'objet d'une surveillance (24 385). Le nombre de décès dans la cohorte totale et les sous-cohortes était respectivement de 12 393, 3223, 638 et 8532. Les taux de maladies liées au tabagisme, d'amiantose et de silicose ont été analysés, et aucune différence n'a été relevée entre les sous-cohortes. Le nombre de décès par cancer était légèrement supérieur dans la cohorte totale (RSM : 1,06; IC de 95% : 1,02-1,10), les taux les plus élevés ayant été enregistrés dans la sous-cohorte n'ayant fait l'objet d'aucune surveillance (RSM : 1,06; IC de 95 % : 1,01-1,10) et dans la sous-cohorte exposée au rayonnement (RSM : 1,07; IC de 95 % : 1,00-1,14). Aucune cause précise susceptible d'expliquer ces différences n'a toutefois été décelée, bien qu'un nombre légèrement excessif de cas de cancer du poumon ait été enregistré dans la sous-cohorte exposée, ce qui a donné lieu à une autre étude décrite ci-dessous⁷⁶. Aucun taux excessif de leucémie n'a été observé chez les travailleurs non exposés, bien qu'un lien étroit entre la leucémie et l'exposition au rayonnement ait été constaté. Les résultats sont reproduits dans le tableau 5. Une analyse plus détaillée est décrite dans une étude supplémentaire de Kubale et al. (2005)⁷⁷ décrite ci-dessous et résumée dans le tableau 5.

Le nombre légèrement excessif de cas de cancer du poumon enregistrés par Silver et al. (2004)⁷⁵ chez les travailleurs exposés au rayonnement a été examiné par Yiin et al. (2005)⁷⁶ dans le cadre d'une analyse approfondie prenant en considération des facteurs de confusion tels que l'exposition aux fumées de soudage, l'exposition à l'amiante, l'exposition aux solvants et le tabagisme. En raison d'un manque de données détaillées, certaines des corrections sont

relativement sommaires; les données sur l'exposition aux fumées de soudage et l'exposition à l'amiante ne sont fondées que sur les sujets pour lesquels on disposait d'un dossier de surveillance complet, alors que la catégorie d'emploi constitue le fondement d'une classification de l'exposition potentielle. Les antécédents de tabagisme n'étant pas connus, le statut socio-économique a été utilisé comme facteur de substitution. L'inclusion de tous ces paramètres dans les modèles de risque de cancer du poumon n'a pas permis d'établir un lien entre ce cancer et l'exposition externe au rayonnement. Les taux plus élevés de cancer du poumon étaient principalement attribuables à une combinaison de tabagisme, d'exposition à l'amiante et d'exposition aux fumées de soudage. Yiin et al. (2007)⁷⁸ se sont également penchés sur le risque de cancer du poumon chez les travailleurs du même chantier maritime en menant une étude cas-témoins au sein de la cohorte et en corrigeant les données en fonction de facteurs de confusion tels que l'âge, le statut socio-économique, l'exposition aux fumées de soudage et l'exposition à l'amiante. Ils ont ainsi pu confirmer les conclusions précédentes selon lesquelles il n'existe pas de lien significatif entre l'exposition au rayonnement ionisant dans les chantiers maritimes et le risque de cancer du poumon.

Kubale et al. (2005)⁷⁷ ont publié les résultats d'une étude cas-témoins qui consistait en un second suivi de l'étude réalisée par Silver et al. (2004)⁷⁵ et qui visait à examiner le lien entre la mortalité par leucémie et l'exposition au rayonnement ionisant, toujours dans le même chantier naval étatsunien. Les 115 sujets cas décédés entre 1952 et 1996 ont été appariés à 460 sujets témoins provenant de la même population de travailleurs du chantier naval. L'étude a pris en considération l'exposition aux solvants (benzène et tétrachlorure de carbone), même si les données sur ce type d'exposition étaient limitées. La dose moyenne de rayonnement chez les sujets cas était de 39,0 mSv comparativement à 20,0 mSv chez les sujets témoins, alors que la dose cumulative moyenne était de 23,2 mSv chez les sujets cas et de 4,5 mSv chez les sujets témoins. Une analyse de régression log-linéaire a révélé l'existence d'une relation exposition-réponse significative entre la mortalité par leucémie et la dose externe de rayonnement ionisant (RC : 1,08 à 10 mSv de rayonnement; IC de 95 % : 1,01-1,16) après correction des données en fonction de la durée d'exposition aux solvants, de l'état du travailleur effectuant des travaux sous rayonnements et du sexe. Le même modèle a également mis en évidence un rapport significatif entre la mortalité par leucémie et la durée d'exposition aux solvants (RC : 1,03 après un an d'exposition; IC de 95 % : 1,01-1,06). Les auteurs ont conclu à l'existence d'un risque relatif excédentaire (RRE) de 23 % (IC de 95 % : 3-88 %) en cas d'exposition externe à 10 mSv de rayonnement. Ils ont par ailleurs décrit les diverses limites des données de l'étude, principalement liées à l'exactitude des données sur l'exposition.

Schubauer-Berigan et al. (2007)⁷⁹ ont réalisé une étude sur les effets de l'exposition au rayonnement ionisant chez des travailleurs d'un chantier maritime et de quatre usines d'armes nucléaires aux États-Unis. Dans cette étude, l'exposition a été mesurée par dose dans la moelle osseuse, soit la plus fortement associée aux effets de la leucémie. L'étude a également permis de recueillir de l'information sur l'exposition au benzène et l'exposition aux solvants à titre de facteurs susceptibles de contribuer à l'incidence de la leucémie. Les travailleurs soumis au niveau le plus élevé d'exposition au benzène (exposition pendant plus de 200 heures à un niveau équivalent ou supérieur à la limite actuelle d'exposition en milieu de travail) présentaient un risque de leucémie accru de 80 % par rapport aux travailleurs non exposés. Après correction des taux en fonction de l'exposition au benzène et du sexe, les travailleurs qui avaient été exposés à plus de 10 mSv de rayonnement présentaient un RR de 1,45 (IC de 95 % : 1,04-2,01). Les

risques par unité de dose étaient plus élevés chez les travailleurs nés après 1921 et ceux embauchés après 1952 que chez les sujets nés ou embauchés avant ces dates. Après élimination de 22 cas de leucémie de type ambigu de l'analyse, les risques additionnels étaient plus grands par unité de dose que lorsque tous les cas de leucémie étaient pris en compte; le RRE par 10 mSv était de 2,6 % (IC de 95 % : <1,03-10,3 %) en tenant compte de tous les facteurs de confusion. Lorsque les données ont été modélisées en incluant tous les travailleurs et en corrigeant les données en fonction du sexe, la prise en compte d'une période de latence de deux ans a permis le meilleur ajustement. Dans le cadre d'une analyse distincte portant sur les travailleurs employés après 1921, la période de latence offrant le meilleur ajustement était de sept ans. Schubauer-Berigan et al. (2007)⁸⁰ ont également présenté les résultats d'une étude cas-témoins sur la leucémie lymphoïde chronique (LLC) menée au sein de la cohorte, et bien qu'ils aient décelé une tendance positive entre une incidence accrue et l'augmentation des doses, les différences n'étaient pas significatives. Ce résultat peut être en partie attribuable au faible nombre de cas dans chaque catégorie d'exposition.

Matanoski et al. (2008)²⁵ ont étudié un échantillon tiré d'une imposante cohorte de 800 000 travailleurs provenant de huit chantiers maritimes comprenant une sous-cohorte de 100 000 travailleurs du nucléaire. L'échantillon aléatoire réunissait tous les travailleurs du nucléaire présentant une exposition à vie supérieure à 5,0 mSv de rayonnement, 20 % des travailleurs du nucléaire présentant une exposition à vie moins élevée et 30 % de travailleurs sans lien avec le nucléaire. Le tableau 5 fournit davantage de détails. L'analyse des décès attribuables au cancer du poumon et à la leucémie par des méthodes de comparaison interne et externe n'a révélé aucune différence significative, mais les auteurs n'en ont pas moins avancé que les taux de leucémie affichaient une tendance liée à la dose, même si certains des taux les plus élevés avaient été enregistrés chez des travailleurs sans lien avec le nucléaire. On a attribué les taux élevés de cancer chez ces derniers à l'amplification de l'effet du travailleur en bonne santé résultant de la sélection minutieuse des travailleurs du nucléaire. Cette étude ne confirme ni n'infirme l'hypothèse selon laquelle l'exposition à de fortes doses de rayonnement peut être associée à un risque excédentaire de leucémie.

Par conséquent, d'après les données disponibles, peu d'éléments probants permettent d'affirmer que les travailleurs des chantiers maritimes exposés aux plus fortes doses de rayonnement (> 10 mSv) présentent un risque accru de leucémie. L'incapacité de démontrer l'existence de risques excédentaires dans certaines des études décrites ci-dessus peut être davantage attribuable aux limites de détection qu'à l'absence d'un lien. Puisque certaines des études mentionnées pourraient avoir été trop limitées pour détecter de faibles effets, on considère que le risque relatif excédentaire de 23 % (IC de 95 % : 3-88 %) associé à une exposition externe de 10 mSv de rayonnement, qui a été déduit par Kubale et al. (2005)⁷⁷, est cohérent avec toutes les données disponibles.

Il convient de souligner qu'en général, seuls les travailleurs des chantiers maritimes spécialisés dans la construction ou la réparation de navires nucléaires sont exposés au rayonnement ionisant, puisque, dans les autres chantiers maritimes, ce type d'exposition est inexistant, hormis pour ceux qui travaillent comme radiographes industriels.

Tableau 5

Études sur le cancer par rayonnement ionisant

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RRE, RR, RC, RSM, RTS ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Études de cohorte							
Rinsky et al. (1981) ⁷³ (chantier maritime de Portsmouth, É.-U.)	24 545 travailleurs de race blanche employés entre 1952 et 1977 et répartis en trois sous-cohortes	Aucun facteur de confusion n'a été pris en considération. Les données sur l'exposition au rayonnement étaient disponibles pour chaque sujet.	4762	Cohorte totale			
				Tous les cancers	977/1032,8	RSM 0,94 (0,89-1,01)	Les taux attendus étaient fondés sur ceux enregistrés dans l'ensemble de la population masculine blanche aux É.-U.
				Leucémie	39/41,5	RSM 0,94 (0,67-1,28)	
				Travailleurs exposés à une dose moyenne de rayonnement de 2,779 rems (0,001- 91,414) (7615)			
				Tous les cancers	201/218,5	RSM 0,92 (0,80-1,06)	
				Leucémie	7/8,3	RSM 0,84 (0,34-1,74)	
				Travailleurs n'effectuant pas de travaux sous rayonnements (15 585)			
				Tous les cancers	726/723,6	RSM 1,00 (0,93-1,08)	
				Leucémie	31/29,1	RSM 1,06 (0,72-1,51)	
				Travailleurs effectuant des travaux sous rayonnements non exposés au rayonnement (1345)			
Tous les cancers	50/59,5	RSM 0,84 (0,62-1,11)					
Leucémie	1/2,3	Non calculé					
Silver et al. (2004) ⁷⁵ (chantier maritime de Portsmouth, É.-U.)	37 853 travailleurs employés entre 1952 et 1992 ayant fait l'objet d'une surveillance jusqu'en 1996.	L'effet confusionnel de l'exposition aux solvants n'a pas été pris en considération. Les taux de maladie liée au tabagisme étaient semblables dans tous les groupes. Les données semblent indiquer que l'exposition à l'amiante et l'exposition au rayonnement peuvent être liées dans cet établissement.	12 393	Cohorte totale			Aucun taux excessif d'un quelconque type de cancer dans le groupe exposé au rayonnement.
				Leucémie (115)		RSM 1,01 (0,84,1,22)	
				Travailleurs exposés au rayonnement			
				Leucémie (29)		RSM 0,90 (0,60-1,29)	
				Exposition 0 - <1 mSv (5)		RTS 1	
				Exposition 1-10 mSv (10)		RTS 2,05 (0,77-5,47)	
				Exposition 10 - <50 mSv (10)		RTS 2,98 (1,12-7,97)	
				Exposition > 50 mSv (7)		RTS 5,13 (1,37-19,19)	
				Travailleurs non exposés au rayonnement			
				Leucémie (5)		RSM 0,79 (0,25-1,95)	
Travailleurs n'ayant pas fait l'objet d'une surveillance							
Leucémie (81)		RSM 1,08 (0,86-1,35)					

Tableau 5

Études sur le cancer par rayonnement ionisant

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RRE, RR, RC, RSM, RTS ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Yiin et al. (2005) ⁷⁶ (chantier maritime de Portsmouth, É.-U.)	Semblable à ce que l'on trouve dans l'étude de Silver et al. (2004) ⁷⁵ ci-dessus	Données corrigées en fonction de l'exposition à l'amiante, de l'exposition aux fumées de soudage et du statut socio-économique.		Taux non corrigés de mortalité par cancer du poumon Taux de mortalité corrigés		RRE 1,13 (-1,44 - 4,56)/10 mSv RRE -0,53 (-3,06 - 2,59)/10 mSv	L'étude portait sur le nombre excessif de décès par cancer du poumon enregistrés dans la cohorte.
Schubauer-Berigan et al. (2007) ⁸⁰ (un chantier maritime et quatre usines d'armes nucléaires aux É.-U.)	Données d'une étude cas-témoins au sein de la cohorte de l'étude décrite plus loin ⁷⁹	Données corrigées en fonction du tabagisme	43 sujets cas décès de la LLC et 172 sujets témoins	Dose externe totale 0 - < 1 mSv 1 - < 10 mSv 10 - < 50 mSv 50 - < 100 mSv ≥ 100 mSv Modèle linéaire : RRE par 10 mSv* 0 - < 2 ans 2 - < 5 ans 5 - < 10 ans 10 - < 20 ans ≥ 20 ans		RT 1,00 RT 1,09 (0,38-3,42) RT 1,65 (0,61-4,99) RT 2,55 (0,59-11,0) RT -0,28 (< 0-1,25) RT -0,12 (< 0-NC) RT -0,14 (< 0-0,44) RT 0,30 (< 0-1,6) RT 0,26 (< 0-1,6)	Dans cette étude, RT renvoie à « ratio des taux », plutôt qu'à un risque relatif.
				* Les données concernent les travailleurs, à l'exception de ceux ayant été exposés à > 100 mSv			
Matanoski et al. (2008) (8 chantiers maritimes des É.-U.)	800 000 travailleurs dont 700 000 n'étaient pas des travailleurs du nucléaire Analyse d'un échantillon aléatoire stratifié composé de :	Aucune indication claire des ajustements apportés aux données, hormis la correction en fonction de l'âge.		Comparaison externe ≥ 5,0 mSv < 5,0 mSv Autres que les travailleurs du nucléaire Comparaison interne avec le groupe exposé à 5,0-9,99 mSv ≥ 5,0 mSv	50 13 84	RSM 0,82 (0,61-1,08) RSM 0,53 (0,28-0,91) RSM 1,1 (0,88-1,37) RC 1,00	Les chiffres se rapportent aux taux de mortalité par cancer lymphatique et par cancer hématopoïétique, qui ont été corrigés en fonction de l'âge.

Tableau 5

Études sur le cancer par rayonnement ionisant

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RRE, RR, RC, RSM, RTS ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
	28 000 travailleurs exposés à ≥ 5,0 mSv			5,0 - 10,0 - 50,0 -		RC 3,23 (1,1-12,6) RC 2,94 (1,0-12,0) RC 1,71 (0,57-7,2)	Une analyse semblable des taux de cancer du poumon n'a révélé aucune tendance ni différence significative.
	10 462 travailleurs exposés à < 5,0 mSv		< 5,0 mSv			RC 3,58 (1,3-13,5)	
	33 353 travailleurs autres que du nucléaire		Autres que les travailleurs du nucléaire				
Études transversales ou études de registre							
Rinsky et al. (1988) ⁷⁴ (chantier maritime de Portsmouth, É.-U.)	405 sujets cas décédés du cancer de la trachée, des bronches ou du poumon comparativement à 1215 sujets de la cohorte dont le décès n'est pas attribuable au cancer.	Les sujets cas ont été sélectionnés dans la cohorte décrite ci- dessus ⁷³ . L'effet confusionnel de l'exposition aux fumées de soudage et à l'amiante n'a été pris en considération que sommairement, puisque aucune donnée sur l'exposition n'était disponible.		Dose cumulative non corrigée d'exposition au rayonnement : Tous les antécédents 0,0 0,001 – 0,999 1,0 – 4,999 ≥ 5,0 Dose cumulative corrigée d'exposition au rayonnement : Tous les antécédents 0,0 0,001 – 0,999 1,0 – 4,999 ≥ 5,0	121/330 21/60 62/190 25/47 13/33	RC 1,23 (0,91-1,67) RC 1,17 (0,68-2,04) RC 1,11 (0,77-1,61) RC 1,81 (1,05-3,12) RC 1,37 (0,68-2,78)	
Kubale et al. (2005) ⁷⁷ (chantier maritime de Portsmouth, É.-U.)	115 sujets décédés de la leucémie (1952-1996), 460 sujets témoins	Données corrigées en fonction de l'exposition aux solvants	Durée de l'exposition aux solvants Dose externe de rayonnement ionisant			RC à 1 an 1,03 (1,01-1,06) RC à 10 mSv 1,08 (1,01-1,16)	Les niveaux d'exposition aux solvants étaient fondés sur des données très limitées.

Tableau 5

Études sur le cancer par rayonnement ionisant

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RRE, RR, RC, RSM, RTS ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Schubaer-Berigan et al. (2007) ⁷⁹ (chantier maritime de Portsmouth et quatre usines d'armes nucléaires, É.-U.)	206 décès non liés à la LLC comparativement à 823 sujets témoins appariés selon l'âge	L'exposition au benzène pendant ≥ 200 h a été associée à un risque autre que la LLC de 1,82 (1,14-2,85), et l'exposition combinée au rayonnement et au benzène augmentait le risque.	N ^{bre} de décès ou de cas	Dose totale dans la moelle osseuse (incluant le plutonium)			Les données concernant les travailleurs du chantier maritime n'ont pas été séparées, mais 27 sujets cas et 108 sujets témoins provenaient de l'étude sur le chantier maritime.
				Période de latence de deux ans, données non corrigées :			
				0 - < 1 mSv	28/141	RC 1	
				1 - < 10 mSv	71/350	RC 1,05 (0,65-1,72)	
				10 - < 50 mSv	70/232	RC 1,61 (0,98-2,70)	
				50 - < 100 mSv	18/50	RC 1,89 (0,94-3,72)	
				≥ 100 mSv	19/50	RC 2,05 (1,02-2,62)	
				Période de latence de deux ans, données corrigées en fonction du sexe :			
				0 - < 1 mSv	28/141	RC 1	
				1 - < 10 mSv	71/350	RC 0,98 (0,61-1,63)	
10 - < 50 mSv	70/232	RC 1,41 (0,85-2,38)					
50 - < 100 mSv	18/50	RC 1,65 (0,82-3,28)					
≥ 100 mSv	19/50	RC 1,74 (0,85-3,51)					
Yiin et al. (2007) ⁷⁸ (chantier maritime de Portsmouth, É.-U.)	1097 décès attribuables au cancer du poumon comme cause sous-jacente et 3291 sujets témoins appariés selon l'âge	L'analyse multivariable a pris en considération les facteurs de confusion potentiels, soit le statut socio-économique, le sexe, l'âge, l'exposition aux fumées de soudage et l'exposition à l'amiante.	N ^{bre} de décès ou de cas	Données non corrigées :			L'analyse multivariable a pris en considération une période de latence de 15 ans.
				Exposition 0 - < 1 mSv	889/2794	Taux de base	
				Exposition 1 - 10 mSv (10)	104/264	RR 1,23 (0,97-1,56)	
				Exposition 10 - < 50 mSv (10)	69/141	RR 1,54 (1,14-2,07)	
				Exposition > 50 mSv (7)	35/92	RR 1,21 (0,80-1,77)	
				Analyse multivariable :			
				Log linéaire (à 10 mSv)		RR 1,02 (0,99-1,04)	
				Linéaire (par 10 mSv)		ERR 1,9% (-0,9% - 6,6%)	
				Dose ≥ 1 - < 10 vs < 1 mSv		RR 1,17 (0,86-2,09)	
				Dose ≥ 10 - < 50 vs < 1 mSv		RR 1,45 (1,01-2,09)	
Dose ≥ 50 vs < 1 mSv		RR 1,13 (0,072-1,75)					

3.5 Rayonnement magnétique, rayonnement ultraviolet et cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Les émissions électromagnétiques provenant de sources laser, radar, de communication et micro-ondes sont des exemples de rayonnement non ionisant. Bien que les travailleurs des chantiers maritimes, particulièrement les soudeurs, puissent être exposés à un champ magnétique de très basse fréquence et au rayonnement ultraviolet (voir chapitre 3.2.7), on tient leur exposition à d'autres fréquences pour occasionnelle, par opposition au personnel de la marine, dont l'exposition peut être constante (p. ex. au rayonnement émis par les sonars). Le CIRC⁸¹ a classé le rayonnement solaire comme étant cancérigène pour la peau en raison des rayons ultraviolets. Pour ce qui est des champs électromagnétiques de basse fréquence, le CIRC⁸² estime que les preuves ne sont pas suffisantes.

Aux fins d'exhaustivité, la section suivante présente une brève revue des connaissances actuelles sur la cancérogénicité potentielle de ces types d'exposition en guise de fondement à l'évaluation du risque professionnel découlant de cette source dans les chantiers maritimes. Compte tenu de la nature plutôt générale de la plupart des données disponibles, cette section traite plus précisément de l'exposition aux champs magnétiques de basse fréquence et de l'exposition au rayonnement ultraviolet.

3.5.1 Champs magnétiques de très basse fréquence

Dans sa revue des données disponibles sur les champs magnétiques et le cancer, Ahlbom (1988)⁸³ a fait référence à neuf études de cas-témoins représentatives réalisées entre 1979 et 1988. Il a décrit les limites des données en ce qui a trait à l'évaluation de l'exposition et aux facteurs de confusion potentiels, et les a pondérées en conséquence. Il en est ainsi venu à la conclusion que les preuves d'un lien entre l'exposition aux champs magnétiques et le cancer sont insuffisantes, mais qu'elles justifient un examen plus approfondi. Savitz et al. (1989)⁸⁴ se sont penchés sur la méthodologie employée dans les études épidémiologiques sur les champs électromagnétiques et le cancer, et ils ont conclu que les études jusque-là disponibles ne fournissaient pas de données adéquatement quantifiées ni d'information pertinente sur l'exposition. Ils ont par ailleurs souligné que le manque de compréhension des mécanismes en cause et, par conséquent, du rôle des facteurs de confusion potentiels constituait un obstacle majeur à la détermination du rôle des champs électromagnétiques dans l'apparition du cancer chez l'humain.

McBride et Gallagher (1992)⁸⁵ ont rédigé un excellent résumé des études réalisées jusque-là, inclusion faite de trois études publiées depuis l'examen d'Ahlbom⁸³ mentionné ci-dessus; il s'agissait d'études cas-témoins dans tous les cas. Certaines lacunes graves ont été relevées dans les études précédentes quant au manque d'information sur les facteurs de confusion et aux difficultés d'évaluation de l'exposition. Les auteurs en concluent que, dans l'ensemble, il n'existe pas de lien évident avec la leucémie infantile, si ce n'est que, malgré le faible nombre de cas, le risque de formation de tumeurs cérébrales chez les enfants semble élevé de façon constante. Il n'existe pratiquement aucune preuve d'un quelconque effet de l'exposition domestique aux champs électromagnétiques sur le risque de cancer chez l'adulte. Il est brièvement fait mention d'un lien entre l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques et le risque potentiellement plus élevé de leucémie, mais ce lien n'est pas étudié en profondeur. Une brève revue de la littérature réalisée par Newman (1992)⁸⁶ et une revue plus détaillée effectuée par

Knave (1994)⁸⁷ ont de nouveau mis en évidence certaines des incertitudes toujours présentes dans les recherches de cet ordre, mais sans apporter d'éléments nouveaux susceptibles d'enrichir le débat.

Savitz (1993)⁸⁸ a réalisé l'une des revues les plus complètes sur le lien entre le cancer et l'exposition aux champs électromagnétiques, et il en a tiré la conclusion suivante :

« Les liens rapportés entre les métiers de l'électricité et la leucémie ou le cancer du cerveau semblent trop constants pour être attribuables au hasard... La question essentielle consiste à savoir si ces liens sont attribuables à l'exposition aux champs électromagnétiques plutôt qu'à tout autre risque présent en milieu de travail, voire à un quelconque processus d'autosélection révélant des aspects du mode de vie qui augmentent le risque. » [Traduction]

Encore une fois, l'auteur de la revue recommande fortement d'améliorer l'évaluation de l'exposition.

Thériault (1995)⁸⁹ a examiné les études traitant d'un éventuel lien entre l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques et le cancer, et il en a conclu qu'une analyse groupée des données disponibles faisait état d'un taux excessif de leucémie avec une estimation du risque de 1,18 (IC de 95 % : 1,09-1,29) et de leucémie aiguë myéloïde avec une estimation du risque de 1,46 (IC de 95 % : 1,27-1,64). La méthode sous-jacente à cette analyse et les études incluses ne sont pas décrites en détail. Bien que certaines des études examinées décrivent un lien entre le cancer du cerveau et l'exposition potentielle des travailleurs, l'information sur l'exposition reste douteuse. Trois autres études ont été revues, ce qui a permis d'améliorer l'évaluation de l'exposition en utilisant des exposimètres individuels. Les résultats demeurent toutefois peu concluants.

En 2002, le CIRC⁸² a examiné toutes les données publiées à cette date, et son évaluation portait notamment sur les études qui avaient mis en évidence un risque potentiel accru de leucémie, de tumeurs cérébrales et de cancer du sein chez l'homme en lien avec certains emplois comportant un niveau présumé d'exposition aux champs électriques et magnétiques supérieur à la moyenne. Le CIRC a conclu que les études n'offraient pas de résultats cohérents en ce qui concerne la relation exposition-réponse ou un quelconque lien avec des sous-types particuliers de leucémie ou de tumeurs cérébrales. Quant aux preuves relatives à tout autre type de cancer, elles étaient insuffisantes. L'évaluation globale, qui reposait sur des preuves limitées de lien entre la leucémie infantile et l'exposition aux champs magnétiques de très basse fréquence, a permis d'affirmer que de tels champs pourraient être cancérigènes pour les humains (groupe 2B). Enfin, les preuves relatives aux champs électrostatiques et magnétiques étaient insuffisantes.

Demers et al. (1991)⁹⁰ ont décrit une étude cas-témoins sur le cancer du sein chez l'homme. Ils ont comparé 227 sujets cas chez qui un tel cancer était survenu au cours d'une période de trois ans à 300 sujets témoins aléatoirement sélectionnés. L'exposition était définie par le fait d'avoir déjà exercé ou non un métier comportant une exposition aux champs électromagnétiques. Un risque élevé a été décelé pour tout métier comportant un niveau d'exposition (RC : 1,8; IC de 95 % : 1,0-3,2). Pour certaines catégories d'emploi (électriciens, monteurs de lignes téléphoniques et travailleurs de centrale électrique), le risque était plus grand (RC : 6,0; IC de

95 % : 1,7-21,5). En ce qui concerne les employés de stations de radio et de stations de communication, le risque était plus faible (RC : 2,9; IC de 95 % : 0,8-10,2), bien qu'un certain lien ait été noté avec la durée de l'emploi.

Mack et al. (1991)⁹¹ ont décrit une étude cas-témoins dans laquelle 272 sujets cas masculins des États-Unis atteints d'un gliome ou d'un méningiome étaient comparés à 272 sujets témoins. Le fait d'avoir exercé pendant plus de 10 ans un métier comportant une exposition aux champs électriques ou magnétiques n'a pu être lié à une augmentation du risque de méningiome, mais a été associé à une augmentation non significative du risque de gliome (RC : 1,7; IC de 95 % : 0,7-4,4). Pour ce qui est de l'astrocytome, un risque très élevé (RC : 10,3; IC de 95 % : 1,3-90,8) a été noté lorsque la durée d'exercice d'un métier comportant une exposition aux champs électriques et magnétiques était supérieure à 10 ans. Les auteurs ont également décelé une tendance significative en ce qui concerne l'augmentation du taux d'incidence avec la durée de l'emploi dans de tels métiers.

Puisqu'il a souvent été fait mention des difficultés liées à l'évaluation de l'exposition comme étant un obstacle à la production de données de qualité sur le lien entre l'exposition aux champs électromagnétiques et le cancer, Armstrong et al. (1990)⁹² ont entrepris d'étudier les systèmes de surveillance susceptibles d'être utiles à cet égard. Ils ont conclu que, dans le cadre de toute étude subséquente, la force du champ électrique et la densité du champ magnétique devraient faire l'objet d'une surveillance.

Garland et al. (1990)⁹³ ont publié les résultats d'une étude cas-témoins réalisée auprès de 102 sujets cas atteints de leucémie parmi le personnel de l'US Navy. La répartition des cas selon les descriptions de travail figure dans le tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6

***Taux de leucémie (RSI) chez le personnel de la marine
âgé de 20 à 64 ans entre 1974 et 1984***

Emploi	N ^{bre} de cas	Années-personnes	RSI (IC de 95 %)
Spécialiste de l'artillerie de défense aérienne	4	53 943	2,9 (0,8-7,3)
Second maître électricien	7	111 944	2,5 (1,0-5,1)
Second maître d'équipage	5	78 888	2,2 (0,7-5,1)
Gestionnaire de personnel	3	52 077	2,0 (0,4-5,9)
Gérant de mess	4	86 691	1,9 (0,5-4,8)
Technicien de sonar	3	71 602	1,7 (0,3-4,9)
Magasinier	3	61 626	1,7 (0,4-5,0)
Second maître canonier	3	69 024	1,6 (0,3-4,8)
Second maître machiniste	7	235 155	1,1 (0,5-2,3)
Technicien en électronique	5	178 555	1,1 (0,4-2,6)
Radio (Mer)	4	133 319	1,1 (0,3-2,8)
Mécanicien structure des aéronefs	4	142 165	1,1 (0,3-2,7)
Technicien médical	5	177 943	1,1 (0,3-2,5)
Technicien d'entretien de la coque	3	111 435	1,1 (0,2-3,1)
Matelot recrue	10	462 341	1,1 (0,5-2,0)
Aviateur recrue	3	169 175	0,9 (0,2-2,6)
Tous les emplois dans la marine	102	4 072 502	

Un seul métier, celui de second maître électricien, a affiché un taux d'incidence très différent du taux de base chez le personnel de la marine, et cette différence n'était que marginalement significative. Cette étude comptait parmi celles qui avaient été examinées par le CIRC dans sa revue de 2002⁸².

3.5.2 Rayonnement ultraviolet

Les risques de cancer de la peau, particulièrement de mélanome, découlant de l'exposition aux rayons UV sont généralement bien connus (Dennis, 1997)⁹⁴. Le soudage à l'arc génère le spectre complet de rayons UV, y compris des rayons UVB. Par conséquent, il est probable que les soudeurs soient exposés à un risque accru de cancer de la peau par rapport au reste de la population. Cependant, peu d'études ont cherché à déterminer si le rayonnement UV produit durant le soudage à l'arc cause le cancer de la peau.

Il peut également y avoir risque de mélanome oculaire chez les soudeurs (Dixon et Dixon, 2004)²⁴, bien que les dispositifs de protection pour les yeux fassent normalement partie de l'équipement recommandé et puissent réduire ce risque. Malgré l'existence de ce risque, aucune donnée ne révèle un lien entre ce type de cancer et l'exposition au rayonnement UV produit par le soudage chez les travailleurs des chantiers maritimes.

Shah et al. (2005)⁹⁵ ont revu 133 rapports publiés sur les facteurs de risque du mélanome uvéal et ont constaté que 12 études fournissaient des données suffisantes pour calculer les RC et les erreurs types en lien avec les facteurs d'exposition à la lumière UV. Les auteurs ont découvert que le soudage constituait un facteur de risque important chez les sujets soumis à une exposition intermittente au rayonnement UV (5 études; 1137 cas [RC : 2,05; IC de 95 % : 1,20-3,51]). Bien que cette méta-analyse ait fourni des résultats incohérents quant au lien entre la lumière UV et l'apparition du mélanome uvéal, certains éléments de preuve indiquaient que le soudage pouvait constituer un facteur de risque à l'égard de ce type de cancer.

Une récente revue sur le lien entre le rayonnement UV et le mélanome oculaire chez les soudeurs n'a pas encore été publiée (CIRC 100D), mais Straif K. (2010)⁶ a inclus dans une présentation la conclusion de cette revue selon laquelle les *preuves* de ce lien sont *suffisantes*.

3.6 Conclusions relatives aux données sur le risque professionnel de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes

Après avoir revu les publications disponibles, nous en venons à la conclusion que le risque de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes découle principalement des effets de l'amiante (voir la section 3.2), l'exposition à cette substance pouvant provoquer l'apparition d'un mésothéliome, du cancer du larynx ou du cancer du poumon. Il s'avère impossible de mesurer le lien direct entre l'exposition et le risque en raison du manque de données sur l'exposition pour la période durant laquelle les travailleurs ont vraisemblablement été soumis aux niveaux d'exposition les plus élevés, bien qu'une certaine quantification de ce risque soit fournie à la section 5.1.1.

⁶ <http://www.collegiumramazzini.org/download/STRAIF10.pdf>

Trois des 10 études de cohorte revues^{22;37;42} qui portaient sur les travailleurs des chantiers maritimes révélaient un lien entre le cancer du poumon et le métier de soudeur dans les chantiers maritimes. Les études sur les travailleurs des chantiers maritimes ne permettent pas de mieux comprendre si le risque de cancer du poumon auquel sont exposés les soudeurs est lié à un quelconque type d'exposition précis autre qu'à l'amiante. Pour aider à tirer des conclusions sur la question, des études sur le cancer chez les soudeurs d'autres industries sont examinées plus en détail à la section 4.1.

Le cancer de la vessie est le seul autre type de cancer dont le taux d'incidence est parfois significativement excessif dans les études publiées sur les travailleurs des chantiers maritimes, mais seulement dans des études où les données n'ont pas été corrigées pour tenir compte du tabagisme comme facteur de confusion. Puisque son incidence ne semble pas associée à un quelconque type d'exposition ou de métier, le cancer de la vessie, en tant que risque général pour les travailleurs des chantiers maritimes, n'est pas examiné plus en profondeur. L'étude de Krstev (2007)²² confirme que le lien entre le travail du bois et le cancer de la bouche ou le cancer nasopharyngien doit également être considéré comme étant pertinent pour les travailleurs des chantiers maritimes.

Compte tenu des effets connus du rayonnement ionisant et du risque afférent de leucémie et de cancer du poumon, on ne peut pas ignorer les taux d'incidence légèrement accrus constatés aux niveaux les plus élevés d'exposition au rayonnement ionisant chez les travailleurs de certains métiers exercés dans des chantiers maritimes précis, même si les effets en question ne sont pas mesurables à des niveaux d'exposition moins élevés. Les aspects quantitatifs de ce risque dans les chantiers de construction et de réparation de navires nucléaires seront explorés plus en détail à la section 5.2.

Bien que de nombreux auteurs de revues sur la question soient d'avis que l'exposition aux champs électromagnétiques est associée à un risque accru de leucémie ou de cancer du cerveau, aucune preuve ne permet d'affirmer que ce risque est pertinent ou spécifique aux travailleurs des chantiers maritimes. Ce lien potentiel n'est pas examiné plus en profondeur dans la présente revue.

Le lien entre l'exposition au rayonnement UV et le mélanome oculaire revêt une importance particulière dans le cas des soudeurs, et ce type d'exposition est tenu pour présenter un risque potentiel en ce qui concerne les travailleurs des chantiers maritimes.

Compte tenu du peu de données disponibles sur les métiers et les niveaux d'exposition, bon nombre des études sur les travailleurs des chantiers maritimes n'offrent qu'une capacité de détection restreinte de risques professionnels particuliers. Il en découle que ces études ne mettent pas pleinement en évidence les risques connus afférents à certains métiers dans les chantiers maritimes. Par souci d'exhaustivité, nous avons, au chapitre 4, examiné plus en profondeur chacun de ces métiers en nous fondant sur les données concernant les types d'exposition auxquels sont soumis les travailleurs dans des secteurs autres que celui des chantiers maritimes, là où de telles données étaient disponibles.

4. CANCERS ASSOCIÉS À CERTAINS TYPES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

4.1 Soudage

Les risques afférents au métier de soudeur découlent non seulement des formes d'exposition résultant du soudage à proprement parler, mais aussi de celles qui résultent d'autres activités ayant cours sur les lieux de travail. Tous les travailleurs de chantiers maritimes employés avant les années 1980 étaient soumis à un niveau d'exposition élevé, mais non déterminé, à l'amiante. Le risque de base inhérent à l'exposition à l'amiante a une incidence sur les effets d'autres types d'exposition, y compris aux fumées de soudage, et nuit souvent à la détection des risques propres au soudage. La section suivante résume les données disponibles sur les effets cancérigènes de l'exposition professionnelle chez les soudeurs, incluant, mais sans s'y limiter, l'exposition aux fumées de soudage. Les risques propres au chrome et au nickel, en tant que composants des fumées, sont également pris en considération.

4.1.1 Revues

En 1990, le CIRC⁹⁶ a revu 23 études et conclu, compte tenu des preuves restreintes de leur cancérigénicité pour les humains et des données insuffisantes sur leur cancérigénicité pour les animaux, que les fumées de soudage étaient *possiblement cancérigènes* pour les humains (2B). Une revue réalisée en 1988 par le NIOSH⁷ sur les risques professionnels auxquels sont exposés les soudeurs avait permis d'en arriver à une conclusion semblable à celle du CIRC, à savoir que les soudeurs pouvaient présenter un risque relatif accru de 40 % de cancer du poumon en raison de leur travail. Cette revue mentionne les possibles effets confusionnels de l'usage du tabac et de l'exposition à d'autres substances cancérigènes en milieu de travail. Il y est également fait mention des risques éventuels propres aux soudeurs d'acier inoxydable et de la pertinence du rôle des fumées contenant du chrome et du nickel.

Stern (1981)⁹⁷ a avancé que le nombre excessif de cas de cancer du poumon observés chez les soudeurs pouvait être attribuable à une exposition à des substances telles que le nickel et le chrome VI, mais il n'a fourni aucune donnée à l'appui de son hypothèse. Stern (1982⁹⁸, 1983⁹⁹) a revu toutes les études alors disponibles sur le soudage et le cancer du poumon, dont bon nombre ont également été incluses dans la revue subséquente du CIRC, et a conclu qu'« une fois exclus les effets associés au tabagisme et au fait de travailler dans un chantier maritime, les données semblent toujours indiquer un risque excédentaire irréductible de cancer du poumon chez les soudeurs en général » et que « ce risque excédentaire est environ 30 % supérieur à celui auquel est exposé le reste de la population » [traduction]. De l'avis de l'auteur, ce risque excédentaire pourrait être principalement attribuable aux effets de l'exposition au chrome VI chez les soudeurs d'acier inoxydable.

Après avoir analysé tous les certificats de décès produits entre 1950 et 1978 en Colombie-Britannique, Gallagher et Threlfall (1983)¹⁰⁰ ont isolé une population de 10 036 travailleurs du métal qu'ils ont répartis en diverses catégories professionnelles, dont celle de soudeur. Leur rapport¹⁰⁰ a été suivi d'une analyse brève, mais plus détaillée de Gallagher et al. (1991)¹⁰¹ sur les taux de cancer du poumon chez les travailleurs du métal à partir d'un ensemble de données légèrement élargi, puisqu'il couvrait la période de 1950 à 1984. Les rapports de mortalité

proportionnelle (RMP) ont été analysés pour tous les types de cancer et de façon distincte pour la classe sociale afin de compenser le biais du tabagisme. Les risques précisément associés au cancer du poumon et à la maladie de Hodgkin ont de nouveau été confirmés dans cette publication, mais des réserves similaires quant au manque de données directes sur les antécédents de tabagisme peuvent encore être émises.

Langard et Stern (1984)¹⁰² ont examiné le risque potentiel posé par le nickel présent dans les fumées de soudage et, bien qu'ils aient confirmé l'exposition de certains groupes de soudeurs au nickel et au chrome ainsi qu'à d'autres substances potentiellement cancérigènes, ils n'ont trouvé aucune preuve de risque de cancer précisément associé à ces types d'exposition. Dans une présentation qu'ils ont faite lors d'une conférence internationale, Stern et al. (1986)¹⁰³ ont conclu qu'il existait d'abondantes preuves d'un risque modérément accru de cancer du poumon chez les travailleurs exerçant ce métier, tout en précisant qu'il était possible que ce risque excédentaire soit attribuable au tabagisme, à l'exposition à l'amiante ou à un autre facteur particulier.

Un mémoire de Sjögren (1985)¹⁰⁴ comprenait une description générale utile du procédé de soudage ainsi qu'un bref retour sur une revue des données provenant d'une cohorte de soudeurs d'acier inoxydable publiée en 1980¹⁰⁵ et résumée dans le tableau 7. La nouvelle analyse n'a pas permis de mettre en évidence un quelconque type de cancer professionnel au sein de la cohorte.

Une revue des résultats de 21 études cas-témoins et de 27 études de cohorte effectuée par Moulin et al. (1991)¹⁰⁶ a révélé que, dans l'ensemble, le risque relatif de cancer du poumon était de 1,40 pour tous les soudeurs. Cependant, en raison du manque de données sur l'usage du tabac dans de nombreuses études et du rôle inconnu de l'amiante, il est impossible de tirer de ces données une conclusion définitive sur le lien de causalité entre le soudage et le cancer du poumon. Puisqu'elle a été réalisée à peu près en même temps que celle du CIRC, sur la base de données et de conclusions comparables, la valeur indépendante de cette revue s'en trouve réduite.

Hormis les publications mentionnées ci-dessus, les études réalisées avant que le CIRC prenne position sur le sujet ne sont pas examinées en profondeur, mais tous les articles publiés avant 1990 et extraits de la recherche documentaire sont résumés dans le tableau 7. Quant aux articles publiés depuis 1990, ils sont résumés dans le tableau 8 et décrits plus en détail ci-dessous.

D'après l'évaluation des données sur lesquelles portent toutes les revues résumées précédemment, nous en venons à la conclusion que le cancer de l'appareil respiratoire est le seul type de cancer qui affiche un certain lien potentiel avec les formes d'exposition professionnelle liées au soudage. Par conséquent, tout traitement subséquent relatif à ce métier sera axé sur ce paramètre.

Tableau 7

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs publiées avant la revue du CIRC de 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou de cas-témoins	RR, RC, RSM ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Études de cohorte							
Sjögren (1980) ¹⁰⁵ (8 entreprises de la Suède)	234 soudeurs d'acier inoxydable avec au moins 5 ans d'expérience acquise entre 1950 et 1965	Le niveau d'exposition n'a pas été mesuré. La prise en compte du tabagisme et de l'exposition à l'amiante était inadéquate.	17	Toute la cohorte	3/0,68	Non indiqué	N.B. : Un article de 1987 mentionne que les données de cette étude ont été présentées de façon erronée.
Beaumont & Weiss (1981) ¹⁰⁷ (chantier maritime de Seattle, É.-U.)	3247 soudeurs	Les autres facteurs de risque tels que le tabagisme ou l'exposition à l'amiante, au chrome ou au nickel n'ont pas été pris en considération.	529 décès 1950- 1976	Toute la cohorte (analyse interne)	50/37,95	RR 1,32 ($p = 0,06$)	Les nombres attendus étaient fondés sur les taux généraux enregistrés aux États-Unis.
	5432 travailleurs autres que des soudeurs provenant du même endroit			20 ans depuis le 1 ^{er} emploi	39/22,38	RR 1,74 ($p < 0,001$)	
Sjögren & Hogstedt (1982) ¹⁰⁸ (recensement suédois)	26 000 soudeurs dont le nom figurait dans le recense- ment national suédois (1960); revue effectuée en 1970.	La lettre décrit une étude cas-témoins au sein d'une cohorte menée auprès de soudeurs et d'oxycoupeurs, ainsi qu'une étude distincte sur les soudeurs d'acier inoxydable.		Soudeurs et oxycoupeurs Cancer de la trachée, des bronches ou du poumon	96/66,64	RC 1,44 ($p < 0,001$)	Court rapport dans une lettre à l'éditeur
				Mésothéliome	4/1,17	RC 3,43 ($p < 0,03$)	L'incidence du mésothéliome confirme l'exposition à l'amiante.
				Soudeurs d'acier inoxydable Cancer du poumon	3/0,68	RC 4,4 ($p < 0,03$)	
Gallagher & Threlfall (1983) ¹⁰⁰	10 036 travailleurs du métal (toutes causes de	Aucune information sur le tabagisme	1002 sou- deurs	Cancer du poumon Maladie de Hodgkin Tous les types de cancer	74 9 207	RMP 145 (115-183) RMP 242 (110-460) RMP 114 (99-132)	Les taux étaient fondés uniquement sur les certificats de décès.

Tableau 7

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs publiées avant la revue du CIRC de 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
(Colombie-Britannique)	décès confondues) 1950-1978						
Becker et al. (1985) ¹⁰⁹ (25 usines en Allemagne)	1221 soudeurs d'acier inoxydable 1694 tourneurs	Les taux de tabagisme ont été inclus dans les calculs.	77	≤ 9 ans 10-19 ans 20-29 ans ≥ 30 ans	0/1,0 1/2,3 4/2,5 1/0,6	RSM 0,433 RSM 1,63 RSM 1,76	2,3 % des sujets perdus de vue
Newhouse et al. (1985) ⁴¹ (chantier maritime du nord-est de l'Angleterre)	1027 soudeurs	Aucune information sur l'usage du tabac ni sur l'exposition à l'amiante	195		26/22,9	RSM 1,13 (0,8-1,57)	Plus de données dans le tableau 5
Sjögren. (1987) ¹¹⁰	Deux cohortes de soudeurs d'acier inoxydable	Niveau élevé d'exposition (234) Faible niveau d'exposition (208)	32 47	Niveau élevé d'exposition Faible niveau d'exposition Niveau élevé d'exposition (234) versus faible niveau d'exposition (208)	5/2 1/3	RSM 2,49 (0,80, 5,81) RSM 0,33 (0-1,84) RR 7,01 (1,32-37,3)	Le RR élevé est attribué à un niveau d'exposition plus élevé au chrome, malgré la présence d'un très grand nombre d'autres variables.
Tola et al. (1988) ¹¹¹ (5 chantiers maritimes et 4 ateliers d'usinage en Finlande)	Total 12 693 (7775:4918) chantier maritime: atelier d'usinage Soudeurs (1308:381) Plaqueurs (3274:1034)	Les taux de tabagisme n'étaient pas connus, mais les auteurs ont supposé qu'ils étaient semblables à ceux de la population générale. Les auteurs ont estimé que l'exposition à l'amiante était probablement responsable du nombre excessif de certains types de cancer, mais sans pouvoir expliquer		Travailleurs des chantiers maritimes Soudeurs Plaqueurs Machinistes Tuyauteurs Travailleurs des ateliers d'usinage Soudeurs Plaqueurs Machinistes Tuyauteurs	227/192,1 27/23,5 103/88,5 87/77,5 23/15 110/118,8 14/9,9 34/36,1 67/79,7 2/3,8	RSI 1,18 RIS 1,15 RIS 1,162 RIS 1,12 RIS 1,54 RIS 0,93 RIS 1,42 RIS 0,94 RIS 0,84 RIS 0,53	Aucune augmentation du risque n'a été observée avec une plus longue durée de suivi.

Tableau 7

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs publiées avant la revue du CIRC de 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSM ou RSI (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
	Machinistes (2585:3418)	tous les taux excessifs observés.					
	Tuyauteurs (608:85)						
Études cas-témoins							
Olsen et al. (1984) ¹¹² (Danemark)	Étude cas- témoins sur le cancer du larynx			Tous (sujets témoins appariés) Cancer sous-glottique (sujets témoins non appariés) (sujets témoins appariés)	271/971 11/971 11/971	RR 1,6 (1,0-2,4) RR 6,3 (1,8-21,6) RR 8,1 (1,5-43,3)	Le RR semblait supérieur pour ce qui est du cancer glottique et sus- glottique chez les fumeurs.
Silverstein et al. (1985) ¹¹³ (usine au Michigan, É.-U.)	94 membres décédés du TUA ayant travaillé entre 1966 et 1982.	On ignorait si les sujets étaient fumeurs ou non- fumeurs. Les antécédents de travail complets de seulement 83 sujets étaient connus.		Tous Soudeurs/mécaniciens-monteurs	10/4,75 3/1	RSMP 2,2 (1,18-3,76)	Les hommes blancs des É.-U. ont servi de population de référence. Aussi peu que 28 cas de cancer au total.
Hull et al. (1989) ¹¹⁴ (comté de Los Angeles)	128 sujets cas atteints d'une affection pulmonaire maligne chez des soudeurs blancs et 177 sujets témoins	L'analyse des types d'exposition particuliers était limitée à 85 sujets cas et 74 sujets témoins en raison de préoccupations concernant la fiabilité des données. Les sujets cas fumaient davantage que les sujets témoins (98 % vs 88 %), mais les données non corrigées sont indiquées.	(Une entrevue a été menée seule- ment chez 90 sujets cas et 116 sujets témoins)	Déjà exposés vs jamais exposés Déjà exposés vs jamais exposés (10 ans) Soudage manuel à l'arc métallique Soudage sous protection gazeuse Soudage d'acier inoxydable Soudage d'acier fortement allié Soudage d'acier doux Soudage manuel à l'arc métallique d'acier inoxydable Soudage dans un espace clos Exposition à l'amiante Exposition aux fibres de verre	37/34 37/33 30/24 38/35 34/31 17/21 56/41 61/49 38/42 31/22 22/11	RC 1,7 (0,9-3,1) RC 1,8 (0,9-3,2)* RC 1,1 (0,6-2,7) RC 0,9 (0,5-1,8) RC 0,9 (0,5-1,8) RC 0,6 (0,3-1,4) RC 1,6 (0,8-3,1) RC 1,3 (0,6-2,3) RC 0,6 (0,3-1,2) RC 1,4 (0,7-2,8) RC 2,0 (0,8-5,2)	Il a été avancé que les résultats relatifs à la période de latence de 10 ans chez les sujets « déjà exposés » étaient significatifs, mais l'absence de correction en fonction du tabagisme et le plus grand nombre de sujets cas faussent les résultats de cette analyse.

*p = 0,04 (test de Fisher
unilatéral)

4.1.2 Données d'études réalisées depuis la revue du CIRC

La plus vaste étude sur les soudeurs a été menée sous les auspices du CIRC, et les résultats ont été rapportés par Simonato et al. (1991)¹¹⁵. L'étude a été réalisée auprès de plus de 135 entreprises de neuf pays différents, et la cohorte totale comprenait 12 119 sujets. En tout, 1027 sujets ont été exclus de l'analyse, portant ainsi à 11 092 le nombre de sujets de la population sur laquelle était fondée l'analyse complète des données. Les différentes données nationales provenaient de cohortes étudiées à différentes périodes et selon différents profils d'emploi sur une période s'échelonnant approximativement de 1960 à 1984. Le nombre total de décès survenus durant la période à l'étude s'élève à 1093.

Pour chaque sujet, une dose cumulative a été calculée d'après un algorithme constant prenant en considération le type de métal soudé et les changements technologiques survenus au fil du temps. L'exposition à d'autres variables comme l'amiante, les rayons alpha ou les champs électromagnétiques n'a pas pu être estimée. Les taux d'incidence attendus ont été calculés d'après les taux nationaux pertinents. Bien que des taux supérieurs de cancer du poumon aient été constatés chez les soudeurs, aucun lien n'a été établi avec un type de soudure ou d'exposition particulier. Les preuves concernant le lien entre l'augmentation du risque et une plus longue durée d'exposition ou d'emploi sont très limitées. Certaines données indiquaient un risque excédentaire de cancer du poumon chez les soudeurs d'acier doux, particulièrement après 20 ans ou plus depuis leur premier emploi.

Les effets confusionnels de l'exposition à l'amiante ne pouvaient pas être pris en compte, puisqu'il n'existait aucune donnée sur ce type d'exposition. La présence de cinq cas de mésothéliome dans la cohorte porte toutefois à croire que les travailleurs ont été exposés à l'amiante. L'usage du tabac n'a pas été inclus comme élément d'analyse, puisque cette information n'était pas disponible pour tous les sujets de la cohorte. Dans une analyse distincte portant sur certains sous-groupes de la cohorte pour lesquels des données sur le tabagisme étaient disponibles, rien n'indiquait qu'il pouvait exister une différence notable quant à l'usage du tabac chez les soudeurs et dans la population générale. On estime improbable que le tabagisme en soi puisse expliquer le taux excessif de cancer du poumon chez les soudeurs, mais l'exposition à l'amiante ne peut être écartée comme facteur possible du risque excédentaire de cancer observé. Compte tenu du manque de données documentées sur l'exposition à l'amiante, le rôle de ce facteur ne peut toutefois pas être quantifié.

Gérin et al. (1993)¹¹⁶ ont tenté d'améliorer l'analyse de l'exposition au soudage au sein de la même cohorte de soudeurs en prenant en considération l'exposition au chrome (exposition totale et au chrome VI) de même qu'au nickel. Leur analyse a révélé un lien avec l'exposition au nickel à des concentrations de 0,1 à 0,5 mg/m³-année, mais non à des niveaux d'exposition plus élevés. Peu de conclusions définitives peuvent être tirées de l'étude en raison du faible nombre de travailleurs exposés.

Une étude de cohorte publiée par Danielsen et al. (1993)⁴² et portant sur 4571 travailleurs de chantiers maritimes a révélé un nombre excessif de cas de cancer du poumon chez les soudeurs comparativement au nombre de cas enregistré dans la population générale de la Norvège et chez d'autres travailleurs des chantiers maritimes (tableau 8).

Dans une cohorte étudiée par Moulin et al. (1993)¹¹⁷, les soudeurs ayant travaillé avec des métaux non ferreux ou avec l'acier doux pendant plus de 20 ans affichaient des taux nettement plus élevés de cancer broncho-pulmonaire (RSM : 3,24; IC de 95 % : 1,05-7,55). Cette étude a produit des résultats comparables à ceux de Simonato et al. (1991)¹¹⁵ concernant le fait que l'effet était plus marqué chez les soudeurs d'acier doux.

Hansen et al. (1996)¹¹⁸ ont relevé des taux excessifs significatifs de cancer du poumon chez tous les soudeurs, mais sans pouvoir dégager de preuves d'une augmentation des taux chez ceux qui avaient été exposés sur une plus longue période (tableau 7). Les données semblaient également indiquer un risque accru chez des travailleurs qui n'avaient jamais été employés comme soudeurs, ce qui porte à croire qu'il existe une autre cause que l'exposition directe aux fumées de soudage. Par conséquent, bien que les données mettent en évidence des causes professionnelles, elles ne permettent pas de conclure à l'existence d'un lien entre le soudage et les taux de cancer du poumon.

Silva et al. (1999)¹¹⁹ ont présenté les résultats d'une étude menée auprès de 199 soudeurs employés dans un entrepôt gouvernemental des États-Unis et dont les dossiers étaient incomplets dans bon nombre de cas. Dans les limites de cette étude, aucune preuve n'a pu être fournie concernant un quelconque effet du soudage sur les taux de cancer (tableau 8). Danielsen et al. (2000)⁴³ ont publié les résultats d'une étude sur les taux de mortalité par cancer au sein d'un groupe de travailleurs d'un chantier maritime norvégien, laquelle mettait l'accent sur les variables de confusion liées à l'incidence du cancer du poumon chez les travailleurs des chantiers maritimes (tableau 8). Aucun effet significatif sur les taux de cancer du poumon n'a été observé à l'égard de quelque métier que ce soit. Un taux légèrement excessif de cancer du poumon chez les soudeurs ayant travaillé pendant plus de 15 ans a été relevé, mais il n'était pas significatif. Les quatre cas de mésothéliome survenus dans le groupe indiquaient que les travailleurs avaient des antécédents d'exposition à l'amiante.

Une étude menée par Becker et al. (1991)¹²⁰ (tableau 8) auprès de soudeurs d'acier inoxydable a révélé des taux légèrement excessifs de cancer de la vessie et de cancer du poumon comparativement aux taux enregistrés dans la population générale, mais pas chez les travailleurs autres que les soudeurs. Les trois cas de mésothéliome présents dans cet ensemble de données semblent indiquer un effet potentiel de l'amiante sur les résultats de l'étude, de sorte qu'elle ne permet pas de conclure définitivement à l'existence d'un lien entre le soudage et l'incidence tumorale. Becker et al. (1999)¹²¹ ont présenté les résultats d'un autre suivi réalisé auprès de la même cohorte jusqu'en 1995, résultats d'ailleurs semblables à ceux rapportés précédemment, mais fondés sur 268 décès survenus dans le groupe de soudeurs contre 446 dans le groupe de comparaison. Les auteurs ont conclu que tout nombre excessif de cas de cancer révélé par cette étude était sans doute principalement attribuable à l'amiante, et que les résultats n'indiquaient pas un risque accru de cancer dû au soudage.

L'incidence du cancer a été examinée chez des soudeurs de chaudières norvégiens, y compris des soudeurs d'acier inoxydable (Danielsen et al., 1996)¹²². Ce groupe n'affichait pas un taux excessif significatif de cancer du poumon; par contre, les cas de cancer du rein étaient plus fréquents qu'on pouvait s'y attendre. Quoi qu'il en soit, les taux de ces deux types de cancer restaient plutôt marginaux. Aucune différence particulière n'a été observée entre les soudeurs d'acier inoxydable et le reste de la cohorte (tableau 8). Les trois cas de mésothéliome pleural survenus dans la

cohorte semblent indiquer un certain niveau d'exposition à l'amiante, ce qui, conjugué au fait que les différences attribuables au tabagisme n'ont pas été prises en considération, suffit à soulever de sérieuses questions quant aux résultats.

Une analyse des décès par cancer du poumon au sein d'une large cohorte (Lauritsen et Hansen, 1996)¹²³ a mis en évidence un nombre légèrement excessif de décès chez les soudeurs, bien qu'aucune corrélation n'ait été établie avec la durée de l'exposition. Le manque d'information sur l'exposition à l'amiante signifie que ce facteur ne peut pas être exclu en tant que cause de la différence observée.

Moulin (1997)¹²⁴ a réalisé une méta-analyse de toutes les études menées sur le soudage et le cancer de 1954 à 1994, à savoir 18 études de cas-témoins représentatifs et 31 études de cohorte. Treize études ont été exclues de l'analyse parce qu'elles avaient fourni des résultats plutôt semblables à d'autres, portant ainsi à 36 le nombre total d'études analysées (16 études de cas-témoins représentatifs et 20 études de cohorte). La conclusion générale appuie celle du CIRC selon laquelle les soudeurs présentent, en général, un risque relatif accru de cancer du poumon de 30 à 40 %. L'auteur a en outre conclu que le risque de cancer du poumon ne pouvait pas être précisément attribué au soudage d'acier inoxydable, et que le tabagisme pouvait être partiellement responsable du taux excessif enregistré. Une autre conclusion selon laquelle l'amiante peut vraisemblablement être un facteur causal en ce qui a trait aux taux excessifs de cancer du poumon observés chez les soudeurs revêt une importance particulière, d'autant plus que l'exposition à l'amiante est très peu documentée dans nombre d'études.

Steenland (2002)¹²⁵ a publié les résultats de suivi d'une étude antérieure menée auprès d'une cohorte de soudeurs d'acier doux de trois usines de fabrication des États-Unis. Les données fournies sont particulièrement intéressantes dans la mesure où aucun des soudeurs n'est tenu pour avoir été exposé à l'amiante, ce qui élimine d'emblée ce facteur de confusion potentiel. Le cancer du poumon était le seul type de cancer dont l'incidence était élevée chez les soudeurs comparativement aux taux enregistrés dans la population générale des États-Unis. Les taux de cancer du poumon n'étaient cependant pas significativement différents entre les soudeurs et un groupe témoin de travailleurs autres que soudeurs (4286) employés dans les mêmes usines. L'analyse était fondée sur 108 décès attribuables au cancer du poumon (voir le tableau 8). Le taux excessif de cancer du poumon n'était pas significatif, et rien n'indiquait l'existence d'un lien avec l'exposition. L'auteur avance par ailleurs que les différences relatives à l'usage du tabac chez les soudeurs et les autres travailleurs peuvent expliquer au moins en partie les écarts de taux de cancer observés.

Dans le cadre d'une revue des données concernant les effets des fumées de soudage sur les poumons, Antonini et al. (2003)¹²⁶ ont cité plusieurs études épidémiologiques (qui sont toutes décrites dans le présent document) et confirmé qu'aucune donnée additionnelle sur les animaux n'avait été fournie depuis que le CIRC a émis son opinion pour la première fois. Dans une seconde revue contemporaine, Antonini (2003)¹²⁷ a également indiqué que les données disponibles étaient faussées par les évaluations d'exposition inexactes et l'insuffisance des renseignements sur d'autres facteurs tels que l'exposition à l'amiante et l'usage du tabac.

Siew et al. (2008)¹²⁸ ont examiné le lien entre le cancer du poumon et l'exposition aux fumées de soudage de même qu'au fer. Malgré la taille imposante de la population, le nombre de cas dans

chaque catégorie d'analyse était relativement faible, de sorte qu'il était impossible de distinguer les effets des fumées de soudage de ceux du fer. Les indications d'un risque accru de cancer du poumon chez les sujets exposés sont toutefois cohérentes avec celles d'autres études. Une analyse des taux chez les soudeurs des chantiers maritimes n'a révélé aucun risque additionnel par rapport aux autres soudeurs, mais le nombre de sujets était trop petit pour en tirer d'autres conclusions.

Sjögren et al. (1994)¹²⁹ ont présenté les résultats d'une méta-analyse de cinq études menées auprès de soudeurs, et ont fait état d'un risque accru du cancer du poumon (RR : 1,94; IC de 95 % : 1,28-2,93). L'analyse confirme les tendances observées dans plusieurs études, mais sans pouvoir mettre en évidence un agent étiologique particulier. Étant donné que l'amiante n'a pas été pris en compte dans nombre d'études, l'exposition à l'amiante est susceptible d'être le principal agent responsable du cancer du poumon chez les soudeurs.

Tableau 8

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs rapportées depuis 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Études de cohorte							
Simonato et al. (1991) ¹¹⁵ (9 pays/135 entreprises; étude du CIRC)	11 092	Le tabagisme n'a pas été pris en considération.	1093	Toute la cohorte Soudeurs d'un chantier maritime Soudeurs d'acier doux Soudeurs d'acier inoxydable ayant toujours exercé ce métier Soudeurs d'acier inoxydable ayant principalement exercé ce métier	116/86,81 36/28,62 40/22,42 39/30,52 20/16,25	RSM 1,34 (1,10-1,60) RSM 1,26 (0,88-1,74) RSM 1,78 (1,27-2,43) RSM 1,28 (0,91-1,75) RSM 1,23 (0,75-1,90)	De façon générale, aucun lien n'a été établi entre la durée d'exposition et les taux de cancer du poumon. Aucun autre type de cancer lié à une forte exposition.
Becker et al. (1991) ¹²⁰ (25 usines en Allemagne)	1221 soudeurs exposés au Cr et au Ni comparés à 1694 tourneurs	Données corrigées en fonction du tabagisme	153 288	Cancer du poumon Mésothéliome Cancer de la vessie Cancer du poumon (fumeurs) Mésothéliome (fumeurs) Cancer du poumon selon le temps écoulé depuis la première exposition ≤ 9 ans 10-19 ans 20-29 ans ≥ 30 ans	14/12,4 3/0,3 4/1,3 13/7,3 2/0,2 0/1,0 2/3,6 7/4,9 5/2,9	RSM 1,13 (0,67-1,91) RSM 9,61 (3,10-9,99) RSM 3,04 (1,14-8,10) RSM 1,79 (1,04-3,08) RSM 10,98 (2,75->9,99) - RSM 0,56 (0,14-2,24) RSM 1,42 (0,68-2,99) RSM 1,72 (0,72-4,14)	Les taux de mortalité ont été comparés à ceux de la population allemande générale. La comparaison des deux groupes pour déterminer le taux total d'incidence du cancer du poumon a révélé un nombre légèrement excessif de cas chez les soudeurs (RR = 1,2; IC de 95 % : 0,6-2,2).
Gérin et al. (1993) ¹¹⁶ (135 entreprises de 9 États membres de l'UE)	11 092 soudeurs de sexe masculin	Tentatives d'évaluer l'exposition à quatre composantes des fumées de soudage (total, Cr[VI], Cr total et Ni).	Non indiqué	Cr(VI) < 0,05 mg/m ³ -année Cr(VI) 0,05-0,5 mg/m ³ -année Cr(VI) 0,5-1,5 mg/m ³ -année Cr(VI) ≥ 1,5 mg/m ³ -année Ni < 0,1 mg/m ³ -année Ni 0,1-0,5 mg/m ³ -année Ni ≥ 0,5 mg/m ³ -année	0/0,29 7/5,39 9/4,67 5/3,55 0/0,72 17/9,51 4/3,67	RSM 0 (0-12,72) RSM 1,3 (0,52-2,68) RSM 1,93 (0,88-3,66) RSM 1,41 (0,46-3,29) RSM 0 (0-5,12) RSM 1,79 (1,04-2,86) RSM 1,09 (0,3-2,79)	L'analyse était fondée sur les soudeurs qui avaient travaillé au moins 5 ans et dont la première exposition datait de 20 ans.

Tableau 8

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs rapportées depuis 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Danielsen et al. (1993) ⁴² (chantiers maritimes de Norvège)	4571 travailleurs des chantiers maritimes, dont 623 soudeurs, employés pour la première fois entre 1940 et 1979. Surveillance jusqu'en 1989	Données limitées sur l'emploi, l'usage du tabac et l'exposition. On a dénombré plus de fumeurs chez les soudeurs que dans la population générale, mais autant que dans le reste de la cohorte de travailleurs des chantiers maritimes.	1078	Soudeurs soumis à un niveau d'exposition élevé (255)	6/1,6	RSI 3,75 (1,38-8,19)	Les taux de cancer du poumon sont fondés sur les groupes qui ont commencé à travailler au moins 15 ans plus tôt.
				Soudeurs soumis à un niveau d'exposition très élevé (207)	4/1	RSI 4,00 (1,10-10,20)	
				Décapeurs (45)	3/0,8	RSI 3,75 (0,75-11,00)	
				Toute la cohorte		RSI 1,40 (1,08-1,79)	
				Soudeurs comparativement à d'autres travailleurs des chantiers maritimes		RR 3,75 (1,38-8,19)	
Moulin et al. (1993) ¹⁷ (13 usines de France incluant des chantiers maritimes)	2721 soudeurs et 6683 travailleurs manuels Données sur la mortalité de 1975 à 1988	Les antécédents de tabagisme de > 86 % des sujets des deux populations étaient connus. Les taux de tabagisme étaient si semblables entre les différents groupes que les chercheurs ont considéré que la présence d'un biais significatif était impossible. En raison de l'éventuel effet confusionnel lié à l'exposition à l'amiante dans les chantiers maritimes, les données se rapportant à ces lieux ont été analysées séparément.	730 Sou- deurs 203 Travail- leurs manuels 527	Total			La cause du décès a été établie chez 98 % des sujets. Tous les chiffres se rapportent à la durée d'exposition compte tenu d'une période de latence de 5 ans.
				Soudeurs à temps partiel	3/2,639	RSM 1,14 (0,24-3,33)	
				Soudeurs d'acier doux	9/5,65	RSM 1,59 (0,73-3,02)	
				Soudeurs d'acier inoxydable ayant toujours exercé ce métier	3/3,26	RSM 0,92 (0,19-2,69)	
				≥ 20 ans d'exposition principalement au Cr(VI)	2/1,95	RSM 1,03 (0,12-3,71)	
				Soudeurs soumis à un faible niveau d'exposition	3/0,96	RSM 3,11 (0,64-9,10)	
				Soudage de métaux non ferreux et d'acier doux	5/1,54	RSM 3,24 (1,05-7,55)	
				Soudeurs d'acier inoxydable	0/0,47	RSM 0,00 (0,00-7,82)	
				Soudeurs exposés au Cr(VI)	0/0,23	RSM 0,00 (0,00-15,85)	

Tableau 8

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs rapportées depuis 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Hansen et al. (1996) ¹¹⁸ (79 entreprises de soudage du Danemark)	10 059 travailleurs du métal de sexe masculin	L'analyse a pris en compte l'information sur le tabagisme et l'exposition à l'amianté, mais s'appuyait sur un questionnaire rempli par des collègues ou des membres de la famille dans le cas des sujets décédés. Une fois sur trois, aucune donnée sur l'exposition à l'amianté n'a été fournie.	812	Cohorte totale (10 059) Soudeurs ayant toujours exercé ce métier (75 592) Travailleurs du métal autres que les soudeurs (1675)	105/69,95 51/36,84 45/26,68	RSI 1,51 (1,24-1,83) RSI 1,38 (1,03-1,81) RSI 1,69 (1,23-2,26)	Les taux attendus d'incidence étaient fondés sur les statistiques nationales du Danemark.
Danielsen et al. (1996) ¹²² (soudeurs de chaudières norvégiens)	2957 soudeurs de chaudières incluant une sous- cohorte de 606 soudeurs d'acier inoxydable	Les détails sur le métier exercé et les types d'exposition n'ont pas été confirmés. De plus, aucune information n'a été fournie sur l'usage du tabac.	625	Cancer du poumon Cancer du rein	50/37,5 19/10,7	RSI 1,33 (0,99-1,76) RSI 1,78 (1,07-2,78)	3 cas de mésothéliome dans le groupe de soudeurs décédés
Becker (1999) ¹²¹ (25 usines en Allemagne)	1213 soudeurs 1688 tourneurs		274 448	Toutes tumeurs malignes Mésothéliome	84/80,3 7/0,6	RSM 1,05 (0,84-1,30) RSM 11,79 (4,73-24,31)	On a conclu que tout taux excessif de cancer était attribuable à l'exposition à l'amianté.
de Silva et al. (1999) ¹¹⁹ (entrepôt militaire des É.-U.)	199 soudeurs employés avant 1980 qui n'ont pas cessé de travailler avant 1966.	Aucune correction n'a été apportée en fonction du tabagisme ou de l'exposition à l'amianté.	17	Soudeurs de toutes catégories		RSM 1,10 (0,30-2,81)	L'entrepôt était en activité depuis le début des années 1940. Les chercheurs ont utilisé un système d'information géographique pour

Tableau 8

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs rapportées depuis 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Danielsen et al. (2000) ⁴³ (chantier maritime de Norvège)	4480 travailleurs d'un chantier maritime, dont 861 soudeurs, qui ont été employés de 1945 à 1991	L'analyse a pris en considération l'usage du tabac et l'emploi précédent. Le groupe de soudeurs comptait environ 10 % de plus de fumeurs.	801	Toute la cohorte – tous les types de cancer Toute la cohorte – cancer du poumon Soudeurs – cancer du poumon Analyse selon la durée d'emploi ≥ 15 ans de travail	441 45/51,3 9/7,1	RSI 1,06 (0,96-1,17) RSI 0,88 (0,64-1,17) RSI 1,27 (0,58-2,42) Aucun lien avec le risque de cancer RR 1,9 (0,67-5,38)	fournir un ensemble de données plus complet. Quatre cas de mésothéliome; aucun cas chez les soudeurs
Steenland (2002) ¹²⁵ (usines de fabrication lourde aux É.-U.)	4459 soudeurs d'acier doux et 4286 travailleurs autres que des soudeurs provenant des mêmes usines	Les soudeurs n'ont pas été exposés à l'amiante.	108	Tous les sujets vs la population des É.-U. Tous les sujets vs les travailleurs autres que des soudeurs Durée d'exposition vs les travailleurs autres que des soudeurs 2-5 ans 5-10 ans 10-15 ans 15-20 ans > 20 ans		RSM 1,46 (1,20-1,76) RSM 1,222 (0,93-1,59) RSM 1,26 (0,71-2,21) RSM 0,88 (0,47-1,66) RSM 1,47 (0,75-2,86) RSM 1,22 (0,63-2,38) RSM 1,06 (0,59-1,90)	
Études de registre							
Siew et al. (2008) ¹²⁸ (registre finlandais)	30 137 cas de cancer du poumon 1971-1995	Les estimations du risque ont été corrigées en fonction du tabagisme, du statut socio-économique et de l'exposition à l'amiante et à la poussière de silice.	26 24 102	Exposition aux fumées de soudage [exposition au fer ≥ 50 mg/m ³ -année] ≥ 100 mg/m ³ -année ≥ 200 mg/m ³ -année Exposition au fer [exposition aux fumées de soudage ≥ 200 mg/m ³ -année] ≥ 10 mg/m ³ -année ≥ 50 mg/m ³ -année		RR 1,33 (0,50-3,55) RR 1,54 (1,17-2,04) RR 1,25 (0,95-1,65) RR 1,23 (0,95-1,61)	Les estimations relatives à l'exposition aux fumées et au fer étaient fondées sur le recensement des métiers fait en 1970.

Tableau 8

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs rapportées depuis 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
				Soudeurs des chantiers maritimes		RSI 1,05 (0,69-1,55)	
				Soudeurs de l'industrie du bâtiment		RSI 1,31 (0,84-1,95)	
				Soudeurs non classés ailleurs		RSI 1,39 (1,14-1,69)	
Études cas-témoins							
Lauritsen & Hansen (1996) ¹²³ (79 entreprises de soudage du Danemark)	94 sujets décédés du cancer du poumon au sein d'une cohorte de 8372 travailleurs du métal comparés à 439 témoins représentatifs	Bien que les auteurs aient affirmé avoir compensé les données sur le tabagisme au moyen d'un modèle de régression logistique aux fins de l'analyse, les données concernant les témoins représentatifs ne sont pas fournies. Puisque les données sur l'exposition à l'amiante n'étaient pas disponibles pour de nombreux sujets de l'échantillon, il a été impossible d'analyser l'effet confusionnel connexe.		Toujours travaillé comme soudeurs (46) Exposés : 1,5 an (8) 6-10 ans (7) 11-15 ans (10) 16-20 ans (7) > 20 ans (14)		RC 1,7 (1,0-2,8) RC 1,7 (0,6-4,1) RC 2,1 (0,7-5,7) RC 3,2 (1,2-7,9) RC 1,5 (0,5-3,9) RC 1,2 (0,6-2,5)	
Méta-analyses							
Sjögren et al. (1994) ¹²⁹ (méta-analyse sur les fumées de soudage d'acier inoxydable et le cancer du poumon)	Les taux de cancer du poumon provenant de 5 études ont été analysés.	La méta-analyse est fondée sur une simple estimation du RR combiné (3 études de cas-témoins représentatifs [CTR] et 2 études de cohorte)		Canada (CTR) (1984) Danemark (CTR) (1996) ¹¹⁸ France (cohorte) (1993) ¹¹⁷ Norvège (CTR) (1986) Suède (cohorte) (1987) ¹¹⁰		RC 3,3 (1,2-9,2) RC 1,57 (0,85-2,89) RSM 0,97 (0,12-3,51) RC 2,56 (0,85-7,54) RSM 2,04 (0,66-4,76) RR combiné 1,94 (1,28-2,93)	Même si trois études n'ont pas été prises en compte pour diverses raisons, la qualité des données utilisées reste variable.

Tableau 8

Données sur les taux de cancer chez les soudeurs rapportées depuis 1990

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Moulin (1997) ¹²⁴ (méta-analyse de 36 études)				Toutes catégories ou catégories de soudage non précisées		RR 1,38 (1,29-1,48)	Toutes les analyses portent sur les taux de cancer du poumon.
				Études basées sur une population (7)		RR 1,39 (1,28-1,51)	
				Études CTR (9)		RR 1,72 (1,36-2,18)	
				Études de cohorte (3)		RR 1,27 (1,22-1,55)	
				Soudage dans un chantier maritime		RR 1,30 (1,14-1,48)	
				Études CTR (6)		RR 1,16 (0,92-1,47)	
				Études de cohorte (8)		RR 1,36 (1,17-1,60)	
				Soudage ailleurs que dans un chantier maritime		RR 1,35 (1,15-1,58)	
				Études CTR (1)		RR 3,8 (1,4-10,7)	
				Études de cohorte (6)		RR 1,31 (1,12-1,54)	
				Soudage d'acier doux		RR 1,50 (1,18-1,91)	
				Études CTR (2)		RR 1,56 (0,82-2,99)	
				Études de cohorte (2)		RR 1,49 (1,15-1,93)	
				Soudage d'acier inoxydable		RR 1,50 (1,10-2,05)	
			Études CTR (2)		RR 2,00 (1,22-3,28)		
			Études de cohorte (5)		RR 1,23 (0,82-1,85)		

4.1.3 Nickel et chrome

Gérin et al. (1985)¹³⁰ ont publié une analyse des données sur le métier exercé par des Montréalais âgés de 35 à 70 ans qui avaient reçu un diagnostic de cancer parmi 14 types de cancer différents. L'article a été publié en français et contient un résumé en anglais. Les résultats obtenus en 1982 sur 1500 antécédents de travail comportant une exposition au nickel ont révélé l'existence d'un lien significatif entre l'exposition au nickel ou au chrome et le cancer du poumon (RR : 3,1; IC de 95 % : 1,9-5,0).

En 1987, le CIRC¹³¹ a résumé une évaluation de la cancérrogénicité du chrome et conclu que les preuves d'un lien entre le cancer du poumon et les composés du chrome VI (ou chrome hexavalent) étaient suffisantes. Pour ce qui est du chrome élémentaire et des sels trivalents du chrome, les données indiquant un lien avec le cancer étaient toutefois insuffisantes. Sunderman (1973)¹³² et le CIRC (1987)¹³³ ont revu les données sur la cancérrogénicité du nickel et des composés du nickel, et conclu que les preuves d'un lien avec le cancer de la cavité nasale, le cancer du poumon et possiblement le cancer du larynx étaient suffisantes. Les auteurs n'ont pas déterminé quels composés précis du nickel étaient en cause, mais les données les plus probantes étaient liées à une exposition durant l'affinage et la fonte du nickel. Le sulfure et le sous-sulfure de nickel ainsi que les oxydes de nickel ont été décrits comme des agents étiologiques potentiels. Dans une revue publiée par Longstaff et al. (1984)¹³⁴, les auteurs avançaient que les données disponibles tendaient clairement à démontrer la non-cancérrogénicité du nickel et de l'oxyde de nickel, et que la classification du CIRC devait être modifiée.

Hayes (1988)¹³⁵ a revu les données épidémiologiques sur l'exposition au chrome et le cancer professionnel, et constaté que le chrome VI était la principale forme de chrome émise lors de l'utilisation d'électrodes enrobées durant le soudage de l'acier inoxydable. Il a toutefois conclu que les données disponibles à l'époque ne permettaient pas de confirmer l'existence d'un lien quelconque entre le soudage de l'acier inoxydable et le cancer du poumon.

Langård (1993)¹³⁶ a revu les données sur l'exposition à des formes solubles et insolubles de chrome VI et a conclu que les différences observées quant à la cancérrogénicité associée à différents types d'exposition au chrome VI pouvaient être attribuables à la durée d'exposition. Cette conclusion tend à confirmer que les données sur l'exposition en soi ne peuvent être considérées comme étant suffisantes pour assumer l'existence d'un risque. Langård (1994)¹³⁷ a revu les données de base concernant le cancer lié au nickel chez les soudeurs, et conclu que le cancer du poumon était le seul type de cancer lié à l'exposition au nickel, ajoutant que les données disponibles étaient souvent faussées par le manque d'information sur le tabagisme et l'exposition à l'amiante.

Popp et al. (1991)¹³⁸ se sont penchés sur la cancérrogénicité potentielle des émanations de chrome et de nickel durant le soudage en réalisant un essai *in vitro* d'échange de chromatides sœurs et en provoquant la rupture des brins d'ADN dans les lymphocytes des travailleurs exposés. L'étude portait sur 39 soudeurs allemands comparés à 18 sujets témoins. Les chercheurs ont mesuré la quantité de chrome et de nickel dans l'urine de chaque sujet, réalisé un essai d'échange de chromatides sœurs, provoqué la rupture des brins d'ADN et déterminé le taux d'éluion. Même si les niveaux d'exposition étaient faibles, les taux de chrome urinaire étaient toujours supérieurs à la valeur seuil recommandée de 40 µg/L. Les taux d'échange de chromatides sœurs étaient

nettement inférieurs chez les soudeurs que chez les sujets témoins, mais ils étaient élevés chez les fumeurs des deux groupes. Le taux d'élution de l'ADN a été retenu comme étant une mesure de la réticulation des protéines, et il a été corrélé avec les mesures de chrome urinaire. La rupture des brins d'ADN était moins fréquente dans le groupe exposé. Dans l'ensemble, ces données ont fourni certaines preuves d'une exposition au chrome, mais sans confirmer, comme on s'y attendait, la génotoxicité du chrome.

Jakobsson et al. (1997)¹³⁹ ont présenté les résultats du suivi d'une cohorte suédoise composée de 727 meuleurs, brunisseurs et soudeurs d'acier inoxydable ayant travaillé au moins 12 mois entre 1927 et 1981. Les travailleurs avaient été exposés à des poussières contenant du chrome et du nickel, mais non à des fluides de coupe. Certaines des analyses effectuées incluaient des cohortes de référence provenant d'autres industries dont les sujets n'avaient pas été exposés aux poussières, et les taux de cancer attendus ont été établis à partir des taux enregistrés dans les comtés pertinents à chaque cohorte. Au total, 292 décès sont survenus dans la cohorte. Le cancer de la prostate était le seul type de cancer qui affichait un taux global excessif dans la cohorte exposée (RSI : 1,7; IC de 95 % : 1,2-2,4). Même si les taux globaux de cancer du côlon n'étaient pas significativement différents des taux de base, l'analyse selon l'année civile de la première embauche révélait un taux nettement excessif de cancer sigmoïdien chez les travailleurs dont le premier emploi datait de 1927 à 1942 (RSI : 10; IC de 95 % : 2,7-26) comparativement à ceux qui avaient été embauchés par la suite. Cette différence dans les taux de cancer n'a pu être attribuée à un agent étiologique ou à un type d'exposition particulier.

Après avoir examiné les taux de cancer du tractus gastro-intestinal et les possibles effets du chrome hexavalent dans le cadre d'une revue de la littérature assortie d'une méta-analyse, Gatto et al. (2010)¹⁴⁰ ont conclu à l'absence de preuve d'un risque accru de cancer gastro-intestinal chez les travailleurs exposés au chrome VI, inclusion faite des soudeurs.

4.1.4 Conclusions sur le soudage

Puisque le seul cancer mentionné de façon soutenue dans les études sur le soudage est le cancer du poumon, c'est le seul lien potentiel que nous avons pris en considération. Les rapports de risque excèdent souvent l'unité tout en restant inférieurs à 2, et dans nombre d'études récentes, les résultats sont souvent non significatifs, la limite de confiance étant inférieure à 1.

Les efforts visant à cerner des agents étiologiques ont éveillé des soupçons d'exposition au chrome VI et au nickel chez les soudeurs d'acier inoxydable, mais les études ont invariablement démontré que les groupes exposés au chrome VI ou au nickel ne présentaient pas un risque plus grand de cancer du poumon que les autres soudeurs. Par conséquent, les soudeurs d'acier inoxydable ne peuvent être tenus pour constituer un groupe à risque particulier.

Il a récemment été reconnu que le rayonnement ultraviolet présente un danger pour les soudeurs, car il comporte un risque de cancer de la peau et de cancer oculaire. Cependant, les publications revues n'ont fourni aucune preuve d'un risque significatif pour les travailleurs des chantiers maritimes.

L'exposition à l'amiante de nombreux soudeurs des chantiers maritimes, pour avoir travaillé dans des lieux où l'amiante était utilisé et pour avoir utilisé des matériaux contenant de l'amiante, est

fréquemment confirmée par la survenue d'un nombre excessif de cas de mésothéliome. De plus, le rôle potentiel du tabagisme à l'égard des taux excessifs de cancer observés n'a pas été complètement écarté dans nombre d'études. Aucune des analyses n'a porté sur le potentiel connu du tabagisme combiné à l'exposition à l'amiante d'augmenter les taux de cancer du poumon par rapport au potentiel isolé de chacun de ces facteurs en raison du manque de données disponibles dans les deux cas, alors qu'il pourrait expliquer les taux apparemment excessifs. Compte tenu de la fréquence de l'observation d'un risque légèrement excédentaire, le lien entre le nombre excessif de cas de cancer du poumon et le métier de soudeur peut être confirmé, sans toutefois tirer de conclusions sur l'agent étiologique.

4.2 Huiles et fluides de coupe et cancer

L'un des risques potentiels reconnus pour la santé des travailleurs qui procèdent au meulage ou à l'usinage de plaques de métal tient à l'exposition aux huiles et autres fluides de coupe (FC) utilisés pour lubrifier les pièces et faciliter la coupe et le meulage. Puisqu'aucun rapport d'étude ne traite de ce type d'exposition chez les travailleurs des chantiers maritimes, nous avons, dans le cadre de la présente revue, cherché à recueillir des données provenant de secteurs d'activité susceptibles d'être pertinents au contexte des chantiers maritimes. Le CIRC (1984¹⁶, 1987⁸⁶) considérait les huiles minérales non raffinées comme étant cancérigènes pour les humains compte tenu des preuves épidémiologiques d'un lien avec le cancer du scrotum et le carcinome spinocellulaire de la peau ainsi que des preuves, quoique limitées, d'un lien avec le cancer du poumon et le cancer du tube digestif. Un taux possiblement excessif de cancer de la vessie a par ailleurs été observé après une exposition aux huiles de coupe contenant des amines aromatiques.

La publication par le NIOSH¹⁴¹ de résultats d'analyse selon lesquels des échantillons de fluides de coupe vendus sur le marché contenaient de faibles concentrations de 2,2'-(nitrosoimino)diéthanol a suscité des préoccupations quant à la cancérigénicité potentielle des huiles de coupe. Garry et al. (1986)¹⁴² ont étudié la génotoxicité de certains fluides de coupe hydrosolubles et non hydrosolubles, et ils ont établi le potentiel mutagène de plusieurs fluides hydrosolubles au moyen de l'épreuve de mutation inverse bactérienne. L'analyse de ces fluides a révélé de fortes concentrations de 2,2'-(nitrosoimino)diéthanol ainsi que des concentrations d'autres nitrosamines (le diméthyle, le diéthyl et le dibutyle) de l'ordre de 1 ppm.

Mackerer (1989)¹⁴³ a examiné les effets des brouillards d'huile sur la santé, et conclu qu'il n'existait à l'époque aucune preuve convaincante de ce que l'exposition aux fluides de coupe avait pu provoquer l'apparition du cancer dans un organe autre que la peau, et ce, malgré la cancérigénicité potentielle de contaminants tels l'hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) et les nitrosamines. La teneur en HAP des huiles était tenue pour le principal facteur susceptible d'expliquer les taux élevés de cancer de la peau, particulièrement du scrotum. Thony et al. (1975)¹⁴⁴ ont fourni des données confirmant ce lien avec le cancer du scrotum ainsi que la preuve de la présence de benzo[a]pyrène dans les huiles. Bien que Lindstedt et Sollenberg (1982)¹⁴⁵ de même que Boffetta et al. (1997)¹⁴⁶ aient réalisé des revues sur le lien entre l'exposition à l'HAP et le risque de cancer professionnel, ils n'ont jamais mentionné les risques particuliers associés aux fluides de coupe. Ils ont néanmoins confirmé que les principaux sièges du cancer généralement associés à une exposition à l'HAP sont la peau, les poumons et la vessie, bien que les liens précis varient selon chaque HAP et le type d'exposition.

Dans le cadre d'une revue subséquente, Savitz (2003)¹⁴⁷ a pris en considération bon nombre des études décrites à la section suivante, et mis en évidence certaines des difficultés relatives à l'évaluation de l'exposition relevées dans un grand nombre de ces études. Les preuves de cancérogénicité sont résumées ainsi que les conclusions concernant de nombreux types de cancer. Des liens concluants ne sont tenus pour avoir été établis que dans le cas du cancer du rectum et du cancer du larynx, et tout indique que les risques augmentent avec la durée d'exposition. D'autres types de cancer pour lesquels un lien est possible, mais qui doivent faire l'objet d'études plus approfondies, sont le cancer de l'œsophage, le cancer de la peau et le cancer du cerveau.

Une grande partie des données qui suivent portent sur l'analyse du lien entre l'exposition aux fluides de coupe et le cancer. Un groupe d'études se rapportant à l'industrie automobile est aussi pris en considération afin d'optimiser l'interprétation et la revue des données.

4.2.1 *Travailleurs de l'industrie automobile*

Dans le cadre d'une étude sur l'exposition aux FC, Eisen et al. (1992)¹⁴⁸ ont publié une analyse sur les taux de mortalité au sein d'une cohorte de travailleurs de l'automobile employés dans trois usines des États-Unis. Ils n'ont toutefois quantifié d'aucune façon ni examiné l'exposition en lien avec la population en question. Le tableau 9 contient les résultats généraux concernant les principales différences relatives aux taux de cancer dans chaque usine. Dans l'ensemble, les taux de cancer au sein de la cohorte n'étaient pas significativement différents des taux attendus, mais une différence a été notée entre les usines, puisqu'aucun type de cancer n'affichait de taux élevés dans plus d'une usine.

Plusieurs autres rapports et études dont les détails sont fournis ci-dessous ont porté sur la même cohorte.

Hallock et al. (1994)¹⁴⁹ ont utilisé les données de 394 échantillons prélevés dans les trois usines comme point de départ pour quantifier l'exposition. Les résultats ont révélé une réduction marquée des concentrations d'aérosols entre la première (1958-1969) et la dernière (1980-1987) période d'échantillonnage. De tous les types d'activité, c'est le meulage qui était invariablement associé aux plus fortes concentrations d'aérosols, le niveau d'exposition le plus élevé ayant été enregistré durant la période de 1958 à 1969. La caractérisation de l'exposition aux FC a également fait l'objet d'un rapport par Woskie et al. (2003)¹⁵⁰ et était fondée sur une grande quantité de données publiées sur la composition de ces fluides. Les auteurs ont conclu qu'« aucun type de FC ni aucun composant particulier de ces derniers n'avait pu être défini comme agent responsable des effets des FC sur la santé » [traduction]. Ils ont en outre observé que les niveaux d'exposition avaient diminué au fil de la période de temps couverte par les études sur la mortalité liée aux FC.

Tolbert (1992)¹⁵¹ a examiné les données provenant de deux des trois usines afin d'étudier les liens entre les types d'exposition aux FC et les taux de cancer, et il a découvert certains liens entre l'incidence du cancer du rectum, du larynx et de la prostate et l'exposition aux FC. Ces observations ont servi de fondement à des analyses plus approfondies décrites dans d'autres articles cités dans la présente section. Le tableau 9 présente un résumé complet de ces analyses.

Une série d'études cas-témoins a pris en considération divers facteurs de confusion potentiels (acier, fer, composés sulfurés, composés chlorés, biocides, amiante et brouillards chimiques) et révélé un taux excessif de cancer du larynx associé aux FC non solubles (Eisen et al., 1994¹⁵²; Zeka et al., 2004¹⁵³), de cancer du pancréas associé aux FC synthétiques (Bardin et al., 1997¹⁵⁴), de cancer de l'œsophage associé aux FC solubles et synthétiques (Sullivan et al., 1998¹⁵⁵), de cancer du cerveau et de cancer de la prostate associé aux FC solubles (Thurston et al., 2002¹⁵⁶), de cancer de la vessie associé aux FC non solubles (Friesen et al., 2009¹⁵⁷) et de cancer rectal associé aux FC non solubles (Malloy et al., 2009¹⁵⁸). Les détails de toutes ces études figurent au tableau 9.

Tableau 9

Données sur les taux de cancer chez les travailleurs de l'industrie automobile exposés aux fluides de coupe

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques	
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas					
Études de cohorte								
Eisen et al. (1992) ¹⁴⁸ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	Cohorte de 46 384 travailleurs employés au moins 3 ans avant janvier 1985 (la première embauche a eu lieu dans les années 1920 dans le cas de 2 usines et en 1939 dans le cas de la 3 ^e usine)	Aucune quantification de l'exposition	10 159 9376 sujets pour lesquels la cause était connue	Usine I (5491 décès)				
				Tous les types de cancer	1085	RSM 1,02 (0,96-1,08)	Tous les résultats indiqués concernent des hommes de race blanche, à moins d'une indication contraire. # données relatives aux hommes de race noire seulement	
				Leucémie	65	RSM 1,57 (1,21-2,00)		
				Cancer du pancréas [#]	21	RSM 1,70 (1,05-2,61)		
				Usine II (2625 décès)				
				Tous les types de cancer	563	RSM 1,01 (0,97-1,05)		
				Cancer du poumon	213	RSM 1,16 (1,01-1,32)		
				Cancer du larynx	15	RSM 1,85 (1,03-3,05)		
				Usine III (736 décès)				
				Tous les types de cancer	183	RSM 0,98 (0,84-1,13)		
Cancer du foie	9	RSM 2,77 (1,26-5,25)						
Tolbert et al. (1992) ¹⁵¹ (2 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	Cohorte de 33 619 travailleurs employés au moins 3 ans avant décembre 1984.			Fluides de coupe	Huiles solubles	Fluides synthétiques	Les données indiquées ne concernent que les hommes de race blanche. Une analyse des données selon la durée d'exposition a révélé un lien plus solide entre l'exposition aux fluides de coupe ≥ 7,5 ans et le cancer rectal (RR : 3,17 [1,62-6,24]) et le cancer de la prostate (RR : 1,52 [1,01-2,29]).	
				RSM	RSM	RSM		
				Œsophage	1,18 (0,74-1,79)	1,03 (0,72-1,43)		0,99 (0,43-1,94)
				Estomac	1,12 (0,83-1,48)	1,19 (0,97-1,45)		1,28 (0,79-1,96)
				Côlon	0,79 (0,61-1,03)	0,85 (0,70-1,02)		0,83 (0,54-1,22)
				Rectum	1,47 (1,04-2,03)	1,09 (0,81-1,43)		0,92 (0,42-1,74)
				Pancréas	0,80 (0,55-1,11)	0,77 (0,59-1,00)		1,03 (0,62-1,61)
				Larynx	1,98 (1,26-2,98)	1,41 (0,95-2,01)		1,57 (0,68-3,09)
				Poumon	1,02 (0,90-1,15)	1,07 (0,97-1,17)		1,01 (0,83-1,21)
				Prostate	1,16 (0,91-1,46)	1,08 (0,90-1,28)		1,11 (0,73-1,63)
Cerveau	1,08 (0,68-1,64)	1,24 (0,91-1,66)	0,61 (0,22-1,33)					
Leucémie	1,25 (0,88-1,71)	1,33 (1,05-1,67)	1,22 (0,70-1,98)					

Tableau 9

Données sur les taux de cancer chez les travailleurs de l'industrie automobile exposés aux fluides de coupe

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Études cas-témoins							
Eisen et al. (1994) ¹⁵² (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	108 sujets cas atteints du cancer du larynx comparés à 538 sujets témoins	Les cas ont été choisis parmi 10 159 sujets décédés au sein d'une cohorte de 46 384 travailleurs de l'automobile. Les expositions aux composés d'acier, de fer et de soufre, aux composés chlorés, aux biocides, à l'amiante et aux brouillards chimiques ont été prises en compte en tant que facteurs de confusion.		FC non solubles FC solubles Fluides de meulage Années d'exposition aux biocides Années d'exp. aux composés d'acier Années d'exp. aux composés de fer Années d'exposition à l'aluminium Années d'exp. aux composés de soufre Années d'exposition au chlore Années d'exposition à l'amiante Années d'exp. aux brouillards chimiques		RC 1,06 (1,02-1,10) RC 0,99 (0,96-1,02) RC 1,01 (0,98-1,04) RC 1,05 (0,99-1,12) RC 1,02 (0,99-1,05) RC 1,00 (0,97-1,04) RC 1,00 (0,86-1,16) RC 1,06 (1,01-1,12) RC 0,97 (0,79-1,19) RC 0,98 (0,93-1,02) RC 0,90 (0,66-1,22)	Tous les RC sont fondés sur les années d'exposition. Une autre analyse a révélé un taux excessif significatif associé à un niveau élevé (> 0,5 mg/m ³ -année) d'exposition aux fluides de coupe (RC : 2,23; IC de 95 % : 1,25-3,98).
Bardin et al. (1997) ¹⁵⁴ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	97 sujets cas atteints du cancer du pancréas comparés à 1825 sujets témoins	Les cas ont été choisis parmi 10 159 sujets décédés au sein d'une cohorte de 46 384 travailleurs de l'automobile. Les facteurs de confusion suivants ont été pris en considération : les contaminants dans les fluides, tels que les biocides, les nitrosamines et		FC non solubles FC solubles FRM synthétiques Fluides de meulage Fluides de meulage synthétiques Fluides de meulage solubles Fluides d'usinage solubles Années d'exposition aux biocides Années d'exposition aux nitrosamines Années d'exp. aux composés d'acier Années d'exp. aux composés de fer Années d'exposition à l'aluminium Années d'exp. aux composés de soufre		RC 1,01 (0,97-1,04) RC 1,02 (1,00-1,05) RC 1,05 (0,97-1,14) RC 1,02 (1,00-1,05) RC 1,10 (1,01-1,20) RC 1,02 (1,00-1,05) RC 1,03 (1,00-1,06) RC 1,09 (1,00-1,02) RC 1,10 (1,01-1,20) RC 1,02 (0,99-1,04) RC 1,02 (0,99-1,05) RC 1,15 (0,96-1,38) RC 1,02 (0,96-1,08)	Tous les RC indiqués sont fonction d'une période de latence de 10 ans et reposent sur les années d'exposition. Les données ont aussi été analysées en tenant compte d'une période de latence de 20 ans, mais le seul RC ayant augmenté est

Tableau 9

Données sur les taux de cancer chez les travailleurs de l'industrie automobile exposés aux fluides de coupe

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
		les composés d'acier, de fer, d'aluminium et de soufre.					celui qui se rapporte aux années d'exposition à l'aluminium (RC : 1,64 [1,06-2,54]).
Sullivan et al. (1998) ¹⁵⁵ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	53 sujets cas atteints du cancer de l'œsophage comparés à 971 sujets témoins appariés	Les cas ont été choisis parmi 10 159 sujets décédés au sein d'une cohorte de 46 384 travailleurs de l'automobile.	FC non solubles FC solubles FC synthétiques Fluides de meulage Fluides de meulage synthétiques Fluides de meulage solubles Fluides d'usinage solubles Années d'exposition aux biocides Années d'exposition aux nitrosamines Années d'exp. aux composés d'acier Années d'exp. aux composés de fer Années d'exp. aux composés de soufre		RC 1,01 (0,97-1,04) RC 1,1 (0,8-1,5) RC 3,3 (1,1-9,6) RC 1,1 (0,9-1,4) RC 3,3 (1,1-9,5) RC 1,2 (1,0-1,5) RC 1,1 (0,9-1,4) RC 16,0 (1,8-143,2) RC 3,7 (1,2-11,1) RC 1,1 (0,8-1,4) RC 1,1 (0,8-1,4) RC 1,2 (0,7-2,1)		Tous les RC indiqués sont fonction d'une période de latence de 20 ans et reposent sur les années d'exposition, puisque cette analyse a révélé les plus grandes différences entre les sujets cas et témoins.
Thurston et al. (2002) ¹⁵⁶ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	a) 306 sujets cas décédés du cancer de la prostate ont été comparés à plus de 6000 sujets témoins b) 87 sujets cas décédés du cancer du cerveau ont été comparés à 1740 sujets témoins		Cancer de la prostate Exposition cumulative aux FC solubles 0 mg/m ³ -année 25 mg/m ³ -année 50 mg/m ³ -année 100 mg/m ³ -année 150 mg/m ³ -année 250 mg/m ³ -année Cancer du cerveau Exposition cumulative aux FC solubles 0 mg/m ³ -année 0,5 mg/m ³ -année 1 mg/m ³ -année	RR (aucune période de latence) 1,05 (0,97-1,15) 1,11 (0,94, 1,31) 1,23 (0,88-1,72) 1,37 (0,83-2,26) 2,24 (1,19-4,19)	RR (période de latence de 30 ans) 1,05 (0,92-1,20) 1,11 (0,85-1,45) 1,23 (0,72-2,11) 1,54 (0,77-3,11) 6,58 (2,05-21,16) RR (pér. lat. 10-20 ans) 1,04 (0,98-1,11) 1,09 (0,95-1,24)	Les analyses présentées sont fondées sur un modèle non linéaire, mais les auteurs affirment qu'elles permettaient un meilleur ajustement des données que les méthodes conventionnelles.	

Tableau 9

Données sur les taux de cancer chez les travailleurs de l'industrie automobile exposés aux fluides de coupe

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
				5 mg/m ³ -année		1,53 (0,79-2,96)	
				10 mg/m ³ -année		3,54 (1,40-8,97)	
				15 mg/m ³ -année		15,07 (3,97-57,17)	
Zeka et al. (2004) ¹⁵³ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	Cancer du larynx (78) Cancer de l'estomac (77) Cancer de l'œsophage (37)			Solubles (RR)	Non solubles (RR)	Synthétiques (RR)	Les données indiquées se rapportent à la durée totale. La répartition des durées d'exposition augmentait le RR dans certains cas, mais les IC étaient trop larges.
			Larynx	0,97 (0,91-1,04)	1,07 (1,01-1,12)	1,03 (0,76-1,39)	
			Estomac	1,00 (0,95-1,03)	0,96 (0,84-1,08)	0,68 (0,32-1,43)	
			Œsophage	0,94 (0,84-0,04)	0,93 (0,75-1,15)	0,96 (0,86-1,07)	
Bardin et al. (2005) ¹⁵⁹	63 sujets cas atteints du cancer hépatobiliaire ont été comparés à 569 sujets témoins	Les cas ont été choisis parmi 15 613 sujets décédés au sein d'une cohorte de 46 400 travailleurs de l'automobile. Les résultats peuvent avoir été faussés par l'exposition à la paraffine chlorée.		FC non solubles	Cancer du foie	Cancer des voies biliaires	Puisque de nombreuses analyses sont fondées sur de très petits nombres, les IC sont larges.
				0 mg/m ³ -année	RC	RC	
				0-1,0 mg/m ³ -année	0,58 (0,12-1,43)	1,21 (0,42-3,51)	
				> 1,0 mg/m ³ -année	0,47 (0,19-1,16)	2,65 (0,93-7,54)	
			FC solubles	< 1,4 mg/m ³ -année	0,95 (0,40-2,29)	0,62 (0,20-1,91)	
				> 1,4-12,6 mg/m ³ -année	0,57 (0,21-1,53)	0,66 (0,14-3,05)	
				> 12,6 mg/m ³ -année			
			FC synthétiques	0 mg/m ³ -année			
				> 0 mg/m ³ -année	1,16 (0,35-3,81)	0,71 (0,20-2,56)	
			Paraffine chlorée	0 année			
				> 0 année		3,88 (0,88-19,96)	
Thompson et al. (2005) ¹⁶⁰ (3 usines de	99 sujets cas atteints du cancer du	Les cas ont été choisis au sein d'une cohorte de	FC non solubles		RC 1,05 (0,97-1,14)		La seule catégorie d'analyse révélant des différences concernait les femmes exposées
			FC solubles				
			Modèle 4		RC 1,11 (1,01-1,22)		

Tableau 9

Données sur les taux de cancer chez les travailleurs de l'industrie automobile exposés aux fluides de coupe

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas-témoins	RR, RC, RSI ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
l'industrie automobile aux É.-U.)	sein ont été comparés à 626 sujets témoins appariés	4680 travailleuses de l'automobile.		Modèle 5 Modèle 6 FC synthétiques		RC 1,16 (1,01-1,32) RC 1,18 (1,02-1,35) RC 0,90 (0,62-1,30)	aux FC pendant les 10 ans précédant le diagnostic.
Friesen et al. (2009) ¹⁵⁷ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	153 sujets cas atteints du cancer de la vessie 480 sujets cas atteints du cancer du poumon	Les cas ont été choisis au sein d'une cohorte de 21 999 travailleurs de l'automobile. Résultats fondés sur un sous-groupe de sujets de la cohorte d'origine qui étaient vivants et avaient moins de 60 ans en 1985.		Fluides de coupe 0 > 0 - < 0,15 mg/m ³ -année 0,15 - < 0,52 mg/m ³ -année 0,52 - < 1,86 mg/m ³ -année 1,86 - < 8,98 mg/m ³ -année > 8,98 mg/m ³ -année	N ^{bre} de cas 65 17 18 18 17	Rapport des taux d'incidence 1 1,40 (0,82-2,38) 1,22 (0,71-2,09) 1,13 (0,67-1,90) 1,51 (0,88-2,61) 2,07 (1,19-3,62)	Une tendance à la hausse en ce qui concerne le rapport des taux d'incidence et l'augmentation de l'exposition cumulative aux FC non solubles a été observée avec une période de latence de 10 et de 20 ans.
Malloy et al. (2009) ¹⁵⁸ (3 usines de l'industrie automobile aux É.-U.)	90 sujets cas atteints d'un carcinome rectal ont été comparés à 1707 non-cas.	Les cas ont été choisis au sein d'une cohorte de 46 399 travailleurs de l'automobile.		FC non solubles 0 > 0 - 0,68 mg/m ³ -année 0,68 - 1,93 mg/m ³ -année 1,93 - 10,09 mg/m ³ -année > 10,09 mg/m ³ -année		RR 1,2 (0,6-2,2) RR 1,6 (0,9-3,2) RR 1,5 (0,8-2,8) RR 2,7 (1,4-5,3)	Lorsque les données sont analysées en tenant compte d'une période de latence de 15 et de 20 ans, on note un effet marqué pour tous les types d'exposition à des concentrations excédant 1 mg/m ³ -année.

4.2.2 Travailleurs d'autres industries

Järvalho et Lavenius (1987)¹⁶¹ ont rapporté les résultats d'une analyse des taux de cancer, inclusion faite des taux de mortalité et de morbidité, chez un petit groupe de travailleurs suédois (792) pour lesquels l'exposition aux fluides de coupe était peu documentée. Aucun lien n'a été établi entre l'exposition et un quelconque type de cancer.

Les travailleurs d'une usine de fabrication de roulements exposés à la plupart des risques afférents au travail du métal dans les chantiers maritimes ont fait l'objet d'une étude réalisée par Park et al. (1988)¹⁶² dont les résultats sont présentés dans le tableau 10. Le faible nombre de cas de cancers dignes d'intérêt et l'incertitude relative au métier exercé diminuent le poids des conclusions de cette étude. L'analyse est assujettie à toutes les réserves habituelles concernant les calculs relatifs aux RMP, mais plus particulièrement en ce qui a trait à la sélection de la population témoin.

Park (2001)¹⁶³ a analysé les taux de maladie associés aux opérations d'affûtage des outils dans l'industrie automobile aux États-Unis en examinant des demandes d'indemnisation. Même si les taux de cancer du pancréas, de la prostate et du poumon semblaient plus élevés dans certaines usines, ces écarts étaient attribués aux procédures de diagnostic et de demande d'indemnisation plutôt qu'à un quelconque effet réel du milieu de travail.

Russi et al. (1997)¹⁶⁴ ont étudié les cas de cancer du larynx survenus au Connecticut et effectué des comparaisons avec deux groupes témoins.

Leur analyse n'a pas démontré un lien entre l'exposition aux huiles de coupe et le cancer du larynx, mais l'étude était plutôt limitée sur le plan de la sélection des sujets cas et témoins ainsi que des hypothèses émises concernant l'exposition.

Tableau 10

Données sur les taux de cancer chez les travailleurs exposés aux fluides de coupe

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus ou de cas- témoins	RR, RC, RSI, RMP ou RSM (IC de 95 %)	Commentaires
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès				
Järholm & Lavenius (1987) ¹⁶⁵ (une seule usine à Gothenberg, en Suède)	792 hommes ayant été exposés au moins 5 ans aux huiles de coupe entre 1958 et 1983			Mortalité Toute la cohorte Tous les sujets exposés pendant > 20 ans Morbidity Toute la cohorte Tous les sujets exposés pendant > 20 ans	42/61,5 33/51,2 67/97,6 56/78,7		Diverses analyses ont été réalisées, mais aucune différence significative n'a été observée.
Park et al. (1988) ¹⁶² (usine de fabrication de roulements au Connecticut, aux É.-U.)	768 travailleurs horaires avec 10 ans ou plus de service décédés entre janvier 1969 et juillet 1982	Les données sur le métier exercé et l'exposition n'étaient pas très fiables. Le taux excessif non significatif d'alcoolisme chronique dans le groupe de meuleurs peut avoir influencé les résultats.	702 certificats de décès obtenus	Cancer du péritoine et de l'appareil digestif Cancer de l'estomac Cancer du rectum Exposition professionnelle Meulage FC aqueux (tous les travaux) FC aqueux (travaux limités)	55/33,65 11/5,53 11/3,58 7/146 8/159 2/53	RMP 1,54 (1,20-1,99) RMP 1,99 (1,12-3,54) RMP 3,07 (1,54-5,50) RC 6,5 (p = 0,01) RC 6,9 (p=0,008) RC 5,2 (p=0,13)	
Russi et al. (1997) ¹⁶⁴ (registre des tumeurs du Connecticut)	888 sujets cas de plus de 50 ans décédés du cancer du larynx comparés à 752 sujets témoins atteints du cancer de la bouche	Une comparaison a aussi été faite avec 3594 sujets témoins appariés de la population générale		a) Sujets témoins atteints du cancer de la bouche Aucune exposition Faible niveau d'exposition Niveau élevé d'exposition b) Sujets témoins de la population Aucune exposition Faible niveau d'exposition Niveau élevé d'exposition		RC 1,00 (0,7-1,42) RC 1,48 (1,01-2,16) RC 0,98 (0,75-1,27) RC 1,05 (0,81-1,35)	Les données sur l'exposition proviennent de l'information consignée sur le métier exercé au moment du décès. Lorsque les résultats relatifs à un niveau élevé d'exposition comparés aux données sur les sujets témoins atteints du cancer de la bouche ont été corrigés pour tenir compte de la ville de résidence, le RC obtenu se situait à 1,42 (0,91-2,20).

4.2.3 Conclusions sur les huiles et les fluides de coupe

Il existe peu d'information sur les types de fluides de coupe (huiles, émulsions hydrosolubles et fluides synthétiques) employés dans les chantiers maritimes et sur leur utilisation. Les huiles et les fluides de coupe sont utilisés pour le coupage et le meulage des métaux. La coupe des feuilles d'acier se fait principalement par coupage thermique dans les chantiers maritimes, mais les fluides de coupe ont probablement été utilisés pour l'usinage des métaux. L'ensemble de données le plus important sur ce sujet provient de l'industrie automobile. Malheureusement, la majorité des rapports existants portent sur l'analyse de données provenant de la même cohorte, de sorte qu'il est impossible de considérer qu'il s'agit de documents indépendants permettant de vérifier l'existence de liens.

Le risque de cancer de la peau associé aux huiles minérales peu raffinées est connu de longue date et constitue le principal lien étudié, mais ces huiles ont cessé d'être utilisées à différents moments dans différents lieux de travail, de sorte que la pertinence de ce risque pour les travailleurs des chantiers maritimes ne peut pas être établie à partir des données disponibles. Néanmoins, des taux significativement excessifs de nombreux types de cancer ont été relevés dans la cohorte de travailleurs de l'industrie automobile (leucémie, cancer du pancréas, du poumon, du foie, du larynx, de l'œsophage, de la prostate et de la vessie). Les données de la cohorte semblent peu reproductibles, même entre les différentes usines prises en compte. Pour pouvoir tirer des conclusions définitives, les liens avec les différents types de cancer mis en évidence par les données doivent faire l'objet de vérifications indépendantes auprès d'autres cohortes. Il se peut que les taux excessifs de cancer observés dans certaines études résultent d'un risque professionnel, mais il est impossible d'affirmer avec certitude qu'ils sont liés au travail des métaux. Le meulage semble être l'activité la plus fréquemment associée au risque de cancer. De plus, une étude a révélé qu'il s'agit sans doute du procédé offrant le plus d'exposition aux brouillards de FC.

Plusieurs analyses d'études cas-témoins sur le cancer de la vessie (Gonzalez et al., 1989¹⁶⁶; Steineck et al., 1990¹⁶⁷; Yamaguchi et al., 1991¹⁶⁸; Notani et al., 1993¹⁶⁹; Siemiatycki et al., 1987¹⁷⁰; Teschke et al., 1997¹⁷¹) ont confirmé le lien entre ce type de cancer et l'exposition aux huiles et aux fluides de coupe, ou n'ont au contraire révélé aucun lien pertinent. Aucune de ces études n'a cerné d'agents étiologiques particuliers.

Le lien avec le cancer du larynx et le cancer de la prostate qui a été observé dans la cohorte d'origine a été confirmé dans les deux cas par des études cas-témoins, mais non par d'autres études indépendantes. Bien qu'un lien réel puisse exister dans cette cohorte, on ne sait pas avec certitude si ce lien est applicable de façon générale ou s'il est particulier aux FC pris en compte dans les études cas-témoins. Le lien entre les huiles de coupe et le cancer de la peau a été démontré dans le passé, plus précisément en ce qui concerne l'exposition à l'HAP, mais ce lien n'a pas été mis en évidence dans les études revues dans le présent document.

4.3 Peinture

Le métier de peintre dans les chantiers maritimes est considéré comme étant assez semblable à ses homologues d'autres industries pour justifier une revue des données sur le risque professionnel émanant des sources connexes. Les peintres des chantiers maritimes sont sans

doute également soumis à des types d'exposition qui n'existent pas dans d'autres secteurs industriels, notamment en lien avec la peinture antisalissure (p. ex. composés organomercuriels, oxyde de cuivre, arsenic et composés organoétains) et la peinture antirouille (p. ex. chromates, oxyde de plomb, composés de zinc et brai de goudron de houille dans les peintures noires). Les peintres peuvent aussi avoir travaillé dans des lieux où l'amianté était utilisé.

4.3.1 Revues générales

La revue réalisée par le CIRC¹⁹ en 1989 sur le métier de peintre a constitué le point de départ de la présente revue. Le CIRC concluait dans son rapport qu'il existait des preuves suffisantes de la cancérogénicité (cancer de la vessie et cancer du poumon) de l'exposition professionnelle à laquelle étaient soumis les peintres. Cette conclusion reposait sur un large éventail de preuves, mais plus particulièrement sur les données épidémiologiques relatives à différents cancers professionnels et faisant constamment état de taux accrus de cancer du poumon. Les principales sources de données examinées provenaient d'études de cohorte résumées dans le tableau 11 ci-dessous.

Un grand nombre d'études cas-témoins ont par ailleurs fourni des preuves à l'appui d'un lien avec le cancer du poumon. D'autres études cas-témoins indiquaient un risque excédentaire possible de leucémie et de cancer de la vessie, de l'œsophage, de l'estomac, des canaux biliaires, du pancréas et de la prostate.

Bosetti et al. (2005)¹⁷² ont examiné les études disponibles menées depuis la revue du CIRC et jusqu'en 2004 sur le risque de cancer de la vessie chez les peintres. Quatre études de cohorte ont ainsi été revues de même que 19 études cas-témoins et une analyse groupée de 11 études cas-témoins. Les résultats de toutes les études ont été inclus dans une méta-analyse en appliquant à chaque étude un facteur de pondération proportionnel à la précision des données fournies. Le RR combiné des études de cohorte était de 1,10 (IC de 95 % : 1,03-1,18) et reposait sur un total de 893 cas. Compte tenu du manque de données sur l'exposition, il était impossible de dégager des agents étiologiques potentiels. En outre, les données disponibles ne tenaient pas compte d'éventuelles interactions entre le métier de peintre et le tabagisme. L'analyse groupée des études cas-témoins a fourni un RR de 1,35 (IC de 95 % : 1,19-1,53). L'écart observé entre les analyses des études cas-témoins et des études de cohorte semble indiquer la présence de certains biais d'information dans les études cas-témoins. La plupart des études ne comportaient pas suffisamment de données sur la durée ou d'autres facteurs temporels pour permettre l'évaluation d'un quelconque lien de causalité entre une exposition récente à la peinture et le risque de cancer de la vessie.

Tableau 11**Études de cohorte examinées dans la revue du CIRC sur le métier de peintre**

Source citée	Siège du cancer	Remarques
Chiazze et al (1980) ¹⁷³	Poumon	RR non significatif de 1,4 chez 226 peintres au pistolet décédés parmi un total de 4215 sujets décédés qui avaient travaillé dans cinq grosses usines de fabrication automobile aux É.-U.
Englund (1980) ¹⁷⁴ , Engholm & Englund (1980)	Œsophage, foie et canaux biliaires, poumon, larynx et leucémie lymphoïde	D'après 2740 sujets décédés au sein d'une cohorte de 30 580 membres du syndicat des peintres de la Suède. Des taux excessifs ont été notés pour tous les types de cancer indiqués, mais les taux de cancer de l'œsophage (17 cas – RSI : 2,15; 1,24-3,40), de cancer du foie (12 cas – RSI : 2,00; 1,03-3,49) et de cancer du poumon (81 cas – RSI : 1,28; 1,06-1,52) étaient significatifs.
Dalager et al. (1980) ¹⁸⁰	Poumon	Étude sur les peintres au pistolet de l'industrie aéronautique. Au total, 50 cas de cancer, dont 21 cas de cancer du poumon, mais le taux total de cancer et le taux de cancer du poumon étaient nettement supérieurs aux taux de base.
Mikkelsen (1980)		2609 peintres de la région de Copenhague. Aucun risque accru de cancer n'a été observé lorsque les données ont été comparées avec celles des briqueteurs de la même région.
Whorton et al. (1983)	Bronches, poumon, trachée et plèvre	6424 syndiqués de la région de San Francisco exerçant six métiers différents. Risque accru chez les peintres aux sièges indiqués.
Matanoski (1986) ¹⁷⁵	Estomac et poumon	5313 décès (1281 attribuables au cancer) dans un groupe de 57 175 peintres membres d'un syndicat de la construction aux É.-U. Cancer du poumon (326 cas; RMP : 1,18; 1,06-1,32), cancer de l'estomac (50 cas; RMP : 1,36; 1,0-1,80). Des taux excessifs non significatifs ont aussi été notés pour ce qui est du cancer de la vessie et de la leucémie.
Stockwell & Matanoski (1985) ¹⁷⁶	Poumon	Étude cas-témoins sur 1214 cas de cancer du poumon à New York. La peinture a également été associée à un risque élevé (RR : 2,8; 1,5-5,2). Les données peuvent avoir été faussées par l'utilisation d'enduits contenant de l'amiante.
Olsen & Jensen (1987)	Poumon	La classification de la durée d'emploi la plus longue pour les 93 810 sujets cas atteints d'un cancer dont le nom figurait dans le registre danois a révélé un ratio standardisé d'incidence proportionnelle pour le cancer du poumon chez les peintres de 1,49 (1,19-1,85), lequel était fondé sur 79 cas.

De nombreuses études ont mis en évidence des agents présents de longue date dans l'environnement de travail des peintres et susceptibles d'accroître le risque de cancer. Il s'agit de substances telles que l'amiante, les amines aromatiques, les chromates, les solvants organiques et le cadmium¹⁷⁷.

Baker (1994)¹⁷⁸ a examiné les effets des solvants sur la santé et a produit un résumé des données disponibles dans lequel il fait état des taux élevés de cancer, particulièrement du système lymphatique ou hématopoïétique, rapportés par plusieurs études. Les autres types de cancer présentant un taux accru chez les travailleurs exposés aux solvants sont le cancer de l'œsophage, du foie et du col de l'utérus. Les données disponibles sur l'essence minérale ont été revues par le PISSC en 1996¹⁷⁹, et un risque relatif accru a été observé à l'égard du cancer du poumon, du rein

et de la prostate ainsi que du lymphome de Hodgkin. La nature des études et le manque d'information détaillée sur l'exposition n'ont toutefois pas permis de distinguer les effets de l'exposition à cette substance de ceux des autres types d'exposition dans la population étudiée.

Dalager et al. (1980)¹⁸⁰ ont rapporté les données sur la mortalité dans une cohorte de techniciens d'entretien d'aéronef comprenant 977 peintres au pistolet exposés à des peintures contenant du chromate de zinc. La cohorte était formée de tous les employés ayant travaillé dans deux grosses bases d'entretien d'aéronefs des États-Unis au cours des 10 ans précédant l'année 1959. Le rapport est fondé sur les décès survenus dans cette cohorte jusqu'à la fin de 1977. La fréquence des causes précises de décès a été comparée aux données correspondantes dans la population générale des États-Unis. Les auteurs ont compté 202 décès chez les peintres, ce qui révèle un taux excessif significatif de cancer (RMP : 1,36), particulièrement des voies respiratoires (RMP : 1,84). Les RMP augmentaient avec la durée de l'emploi. Puisque l'âge médian au moment de la première embauche était de 43 ans, le manque de données sur les emplois antérieurs constitue une grave lacune de cette analyse. De plus, l'information sur l'usage du tabac et la consommation d'alcool n'était pas disponible. Bien que le nombre excessif de cas de cancer du poumon soit cohérent avec les résultats d'autres études menées chez les peintres, cette étude ne fournit pas de preuves suffisantes pour conclure que le chromate constitue un agent étiologique potentiel.

4.3.2 Études de cohorte

Une seule étude portant sur les risques auxquels sont exposés les peintres des chantiers maritimes est disponible (Chen et al., 1999)⁴⁴, et elle ne met en évidence aucun risque précis lié à ce métier (pour plus de détails, voir le tableau 12). Les taux de cancer étaient semblables chez les peintres et dans la population masculine de base de l'Écosse. Toutes les autres données sont fondées sur les peintres d'autres industries, de sorte que les schémas d'exposition peuvent ne pas être tout à fait pertinents aux chantiers maritimes.

Aronson et al. (1999)¹⁸¹ ont étudié les taux de mortalité au sein d'une large cohorte d'employés canadiens. Le seul risque professionnel significatif qu'ils ont pu établir en lien avec le métier de peintre tenait au cancer du cerveau, mais la fiabilité de cette analyse doit être mise en doute en raison du faible nombre de cas et de la méthode très limitée utilisée pour déterminer le métier précis de chaque travailleur.

Gubéran et al. (1989)¹⁸² ont décrit une étude menée chez des peintres de Genève. Ils ont analysé les taux de mortalité enregistrés dans une cohorte et les cas survenus dans celle-ci. Les auteurs ont noté des taux significativement élevés de mortalité par cancer du poumon et par cancer de la vésicule biliaire parmi les cas de cancer rapportés dans la cohorte, en plus d'un nombre excessif de cas de cancer de la vessie et des testicules. Les détails sur les taux de cancer sont fournis dans le tableau 12. Les auteurs ont avancé que le nombre excessif de cas de cancer du poumon était lié à l'exposition à l'amiante ou au chromate, sans toutefois fournir de preuves directes.

Une étude sur les taux de cancer chez les peintres nordiques (Skov et al., 1993)¹⁸³ a révélé des taux excessifs de cancer de la bouche, du pharynx et du poumon chez les sujets d'au moins un des quatre pays étudiés. L'étude était fondée sur les rapports de recensement et les décès consignés dans les registres de cancer. L'analyse effectuée ne démontre aucune prise en compte de la durée d'exposition.

Terstegge et al. (1995)¹⁸⁴ ont comparé la cause de tous les décès chez des peintres des Pays-Bas avec les taux attendus dans la population générale. Bien que les taux globaux de cancer aient été plus élevés chez les peintres (3266 cas comparativement à 3050 cas attendus), le cancer du poumon était le seul type de cancer qui affichait un taux significativement excessif (tableau 12).

Steenland et Palu (1999)¹⁸⁵ ont présenté les résultats de suivi d'une cohorte de peintres des États-Unis précédemment étudiée par Matanoski et al. (1986)¹⁷⁵. Les résultats sont résumés au tableau 12 et indiquent un nombre excessif de cas de cancer du poumon et de cancer de la vessie chez les peintres. L'absence de correction pour tenir compte des facteurs de confusion suffirait à expliquer les différences observées, bien que celles-ci subsistent lorsque l'analyse porte sur les membres de la cohorte qui ne travaillaient pas comme peintres aux fins de comparaison. Les auteurs font état d'une diminution du risque par rapport à celui auquel étaient exposés les peintres ayant longtemps exercé leur métier avant 1930, ce qui peut supposer l'existence d'un facteur de risque auquel les peintres ne sont plus exposés de façon notable.

4.3.3 Études transversales

Bethwaite (1990)¹⁸⁶ a rapporté des taux élevés de myélome multiple et de cancer de la vessie chez des peintres de ≤ 60 ans après avoir analysé toutes les inscriptions au registre des cancers de la Nouvelle-Zélande sur une période de quatre ans (pour plus de détails, voir le tableau 12).

4.3.4 Études cas-témoins

Stockwell et Matanoski (1985)¹⁷⁶ ont étudié les cas de cancer du poumon (65 sujets cas vs 182 sujets témoins) recensés dans le cadre d'une vaste étude de cohorte¹⁷⁵ de peintres des États-Unis. Le cancer du poumon a été associé à la peinture, à l'utilisation de plâtre à reboucher et à l'absence de port d'un masque ou d'un appareil de protection respiratoire (voir le tableau 12).

Lindquist et al. (1987)¹⁸⁷ ont mené une étude sur 125 patients suédois atteints de leucémie après avoir obtenu d'eux et de 125 sujets témoins tous les antécédents personnels voulus par voie d'entrevues. Les détails relatifs aux risques sont fournis dans le tableau 12. Les résultats confirment l'existence d'un lien entre la leucémie et le métier de peintre, et indiquent que l'exposition aux solvants pourrait être un des agents étiologiques en cause.

Jensen et al. (1987)¹⁸⁸ ont présenté les résultats d'une étude de cas-témoins représentatifs sur le cancer de la vessie qui avait également été prise en considération dans la revue effectuée par le CIRC (1989)¹⁹ sur le cancer en lien avec le métier de peintre. Le cancer de la vessie chez les peintres a également fait l'objet d'une étude cas-témoins rapportée par Myslak et al. (1991)¹⁸⁹.

4.3.5 Méta-analyses

Guha et al. (2010)¹⁹⁰ ont examiné le lien entre le métier de peintre et le cancer du poumon à partir des données de 47 études indépendantes (18 études de cohorte ou de couplage de dossiers et 29 études cas-témoins). Les études incluses dans l'analyse portaient au total sur plus de 11 000 cas ou décès dus au cancer du poumon chez des peintres. Dans l'ensemble, les conclusions du CIRC (1989)¹⁹ ont été de nouveau confirmées. Une analyse semblable a également été réalisée sur le cancer de la vessie (Guha et al., 2010)¹⁹¹, laquelle englobait 41 études indépendantes (2 études de cohorte, 9 études de couplage de dossiers et 30 études cas-

témoins) couvrant plus de 2900 cas ou décès attribuables au cancer de la vessie chez des peintres. Encore une fois, les résultats appuyaient les conclusions antérieures du CIRC selon lesquelles l'exposition professionnelle des peintres est étiologiquement associée au cancer de la vessie. L'analyse a aussi bien révélé un risque global élevé qu'un risque accru avec une augmentation du niveau d'exposition.

Une autre méta-analyse portant sur le cancer du poumon et de la vessie chez les peintres a été réalisée par Bachand et al. (2010)¹⁹²; elle repose sur une sélection pointue des études et comprend de nombreuses analyses différentes (tableau 12). Bien que l'analyse de base confirme un faible lien entre les taux de cancer du poumon et de la vessie et le métier de peintre, l'application d'une série de corrections démontre que, dans cette analyse, le lien observé pourrait être expliqué par des facteurs autres que ceux liés à l'emploi. Quoi qu'il en soit, le risque excédentaire constaté est cohérent avec les résultats de Guha^{190,191}.

Tableau 12

Données sur les taux de cancer chez les peintres

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus	RR, RC, RSI, RMP ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Études de cohorte							
Aronson et al. (1999) ¹⁸¹ (Canada)	457 224 hommes et 242 196 femmes du Canada employés entre 1965 et 1971 Données sur la mortalité de 1965 à 1991	Très mauvaise description de l'emploi (fondée sur de l'information pour une seule année [1971])		Cancer du cerveau chez les peintres		RR 3,79 (1,70-8,48)	
Gubéran et al. (1989) ¹⁸² (peintres résidant à Genève)	Cohorte de 1916 peintres au moment du recensement de 1970. Suivi effectué de 1971 à 1984	Aucune donnée sur le mode de vie de chacun des sujets de la cohorte, mais on soupçonne une plus forte consommation d'alcool dans ce groupe que dans la population générale. L'analyse distingue entre les cas de cancer et les décès par cancer.		Décès Tous les sièges de cancer Vésicule biliaire Poumon Cas Tous les sièges de cancer Vésicule biliaire Poumon Testicules Vessie	96/75,4 3/0,7 40/23 159/132 3/0,8 40/27,3 5/1,6 13/7,6	RSM 1,27 (1,07-1,51) RSM 4,29 (1,17-11,08) RSM 1,74 (1,31-2,26) RSI 1,20 (1,05-1,37) RSI 3,75 (1,02-9,69) RSI 1,47 (1,11-1,91) RSI 3,13 (1,23-6,57) RSI 1,71 (1,01-2,72)	Seuls les types de cancer associés à une différence significative sont indiqués.
Skov et al. (1993) ¹⁸³ (Danemark, Norvège, Suède, Finlande)	Total de 87 004 peintres dont le nom figurait dans les dossiers de recensement depuis 1960 (Norvège et Suède) ou 1970 (Finlande et Danemark)	Suivi de 14 ans (Norvège) 19 ans (Suède) 10 ans (Finlande et Danemark) Un taux élevé de cirrhose a été noté chez les sujets finlandais, mais aucune donnée sur l'usage du tabac ou la consommation d'alcool n'était disponible.		Cancer de la bouche Cancer du pharynx Cancer du poumon	Suède (29/18,45) <i>NS – Tous les autres</i> Norvège (21/9,96) Danemark (10/4,40) <i>NS – Tous les autres</i> Norvège (251/190,50) Suède (493/389,02) Finlande (118/94,35) Danemark (181/130,19)	RR 1,57 (1,05-2,26) RR 2,11 (1,31-3,22) RR 2,27 (1,09-4,18) RR 1,32 (1,17-1,49) RR 1,27 (1,16-1,39) RR 1,25 (1,04-1,50) RR 1,39 (1,20-1,61)	Le risque de cancer de l'œsophage, du foie, du larynx et de la vessie n'était accru chez les sujets d'aucun des pays nordiques. (1,86; 1,25-2,68).

Tableau 12

Données sur les taux de cancer chez les peintres

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus	RR, RC, RSI, RMP ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
Terstegge et al. (1995) ¹⁸⁴ (peintres des Pays-Bas)	9812 peintres décédés entre 1980 et 1992	Aucune donnée sur l'exposition ni sur le mode de vie des sujets n'est disponible dans cette étude.		Poumon	1480/1236,7	RMP 119,7 (113,7-125,9)	Aucun autre type de cancer n'a été associé à des taux significativement élevés dans cette étude.
Steenland et Palu (1999) ¹⁸⁵ (membres du syndicat des peintres des É.-U.)	Suivi d'une étude précédente ¹⁷⁵ incluse dans la revue du CIRC. Membres du syndicat des peintres des É.-U. nés avant 1940 et encore vivants en 1975. Suivi jusqu'en 1994.	Les différences attribuables à l'alcool, au tabagisme et à l'amiante n'ont pas été prises en compte.		Poumon Foie Vessie	RSM – tous 1,23 (1,17-1,29) 1,25 (1,03-1,50) 1,23 (1,05-1,43)	RSM (période de latence de 20 ans) 1,24 (1,18-1,31) 1,17 (0,95-1,44) 1,25 (1,06-1,47)	Le RSM concerne la population générale, alors que le RR est fondé sur la comparaison entre des peintres et des travailleurs autres que des peintres membres d'un syndicat.
Chen et al. (1999) ⁴⁴ (chantier naval du R.-U.)	1292 peintres de sexe masculin ayant travaillé dans un chantier naval en Écosse pendant ≥ 1 an entre 1950 et 1992		205	Tous les sièges	58/53	RMP 1,10 (0,84-1,43)	Aucun risque accru d'un quelconque type de cancer
Études transversales							
Bethwaite et al. (1990) ¹⁸⁶ (registre des cancers de la Nouvelle-Zélande)	19 904 hommes âgés de ≥ 20 ans inscrits au registre des cancers de la NZ entre 1980 et 1984	Il existe peu de données sur l'emploi, l'exposition et les facteurs de confusion potentiels. Une évaluation sommaire de l'absence des effets du tabagisme a été réalisée		Appareil urinaire Vessie Rein	38 24 9 15 14 7 7	RC 1,53 (1,10-2,14) RC 1,52 (1,00-2,31) RC 2,27 (1,15-4,48) RC 1,27 (0,75-2,15) RC 1,45 (0,85-2,50) RC 1,94 (0,91-4,19) RC 1,16 (0,54-2,48)	L'emploi pris en compte était l'emploi actuel ou l'emploi le plus récent au moment de l'inscription. Pour chaque siège de cancer, les

Tableau 12

Données sur les taux de cancer chez les peintres

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus	RR, RC, RSI, RMP ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
		en se fondant sur les taux d'incidence d'autres types de cancer liés au tabagisme, mais certaines données indiquaient qu'il y avait un plus grand nombre de fumeurs chez les peintres que dans la population générale.		Myélome multiple	10	RC 1,95 (1,05-3,65)	sujets inscrits au registre qui étaient atteints d'un autre type de cancer ont formé le groupe témoin.
			Âge 20-59	5	RC 4,23 (1,80-9,91)		
			Âge ≥ 60	5	RC 1,27 (0,52-3,10)		
Études cas-témoins							
Stockwell et Matanoski (1985) ¹⁷⁶ (cancer du poumon chez les peintres des É.-U.)	69 patients atteints du cancer du poumon et 182 sujets témoins (seulement 69 cas ont été inclus dans l'analyse sur un total de 124 patients dénombrés).	Les données ont été corrigées en fonction du tabagisme. Un questionnaire a été rempli par un proche parent de 94 % des sujets cas et de seulement 33 % des sujets témoins.		Peintre Métier habituel Métier consigné Toujours exercé ce métier Toujours utilisé du plâtre à reboucher (amiante) Jamais porté un masque ou un appareil de protection respiratoire	51/98 37/66 52/103 53/112 37/86	RC 2,75 (1,45-5,21) RC 3,17 (1,43-7,05) RC 2,57 (1,34-4,94) RC 5,23 (1,89-14,48) RC 1,57 (0,86-2,87)	Un lien a été noté entre l'absence du port d'un masque et le cancer du poumon (RC : 5,54; 1,01-29,33).
Jensen et al. (1987) ¹⁸⁶ (résidents de Copenhague)	371 cas entre 1979 et 1981 comparés à 771 sujets témoins de la région	Des antécédents détaillés ont été obtenus au moyen d'une entrevue. Les données ont été corrigées en fonction de l'âge, du sexe et du tabagisme aux fins de l'analyse.		Peintres – tous Peintres pendant > 20 ans	13 8	RR 2,54 (1,12-5,73) RR 4,1 (1,2-13,9)	
Lindquist et al. (1987) ¹⁸⁷ (patients atteints de leucémie)	125 patients suédois atteints de leucémie comparés à 125 sujets témoins	Une entrevue en personne a été réalisée auprès des patients. La durée d'exposition médiane des peintres était de 16 ans. Le tabagisme, l'exposition aux rayons X, l'anesthésie et la peinture utilisée dans		Peintres Travailleurs autres que peintres exposés aux solvants	13/1 26/7	RC 13 (2,0-554) RC 3,7 (1,6-10,1)	Tous les peintres ont indiqué qu'ils utilisaient quotidiennement des solvants.

Tableau 12

Données sur les taux de cancer chez les peintres

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus	RR, RC, RSI, RMP ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
		un cadre non professionnel ont été pris en compte.					
Myslak et al. (1995) ¹⁸⁹ (peintres allemands de Dortmund)	403 patients atteints du cancer de la vessie traités entre 1984 et 1987 comparés à un groupe témoin composé de 426 patients atteints du cancer de la prostate	Aucune différence entre les fumeurs et les non- fumeurs		Peintres 3 différentes populations témoins Région 1 Région 2 Région 3	21/8	RR 2,76 ** RR 2,7 (1,8-4,1) *** RR 2,8 (1,9-4,2) *** RR 3,5 (2,4-5,2) *** ** <i>p</i> < 0,01 *** <i>p</i> < 0,001	Les peintres ont, en général, été très longtemps exposés (moyenne de 29 ans) depuis un jeune âge (moyenne de 14 ans). Un délai d'environ 45 ans s'était écoulé entre la première exposition et le diagnostic.
Méta-analyses							
Guha et al. (2010) ¹⁹⁰ (poumon)	47 études (18 études de cohorte ou de couplage de dossiers et 29 études cas- témoins)			Tous les peintres Non-fumeurs Peintres ≥ 20 ans Peintres < 20 ans		RR 1,35 (1,29-1,41) RR 2,00 (1,09-3,67) RR 2,00 (0,77-1,65) RR 1,37-(0,89-2,13)	
Guha et al. (2010) ¹⁹¹ (vessie)	41 études (2 études de cohorte, 9 études de couplage de dossiers et 30 études cas- témoins)			Tous les peintres Données corrigées en fonction de tous les types d'exposition professionnelle et du tabagisme Peintres ≥ 10 ans Peintres < 10 ans		RR 1,25 (1,16-1,34) RR 1,27 (0,99-1,63) RR 1,81 (1,20-2,75) RR 1,41 (1,00-2,01)	
Bachand et al. (2010) ¹⁹²	24 études cas- témoins et 7 études de cohorte sur le	L'application de facteurs de correction externes a invariablement réduit le risque, mais ne l'a pas		Toutes les études cas-témoins – cas de cancer du poumon Données des études cas-témoins corrigées pour le SSE – cas de cancer du poumon Toutes les études de cohorte – mortalité par cancer du		RC 1,18 (1,09-1,28) RC 1,09 (0,98-1,22)	

Tableau 12

Données sur les taux de cancer chez les peintres

Référence (lieu)	Caractéristiques de la cohorte ou de l'étude			Catégories d'exposition	N ^{bre} de cas observés ou attendus	RR, RC, RSI, RMP ou RSM (IC de 95 %)	Remarques
	Nombres	Facteurs de confusion inclus dans l'analyse et données sur l'exposition	N ^{bre} de décès ou de cas				
	cancer du poumon 40 études cas- témoins et 4 études de cohorte sur le cancer de la vessie	éliminé complètement. Les estimations indiquent un certain effet confusionnel attribuable au tabagisme. Le statut socio- économique (SSE) est le facteur de correction qui a le plus modifié les résultats.		poumon Données des études de cohorte corrigées pour le tabagisme – mortalité par cancer du poumon Toutes les études cas-témoins – cas de cancer de la vessie Données des études cas-témoins corrigées pour le SSE – cas de cancer de la vessie Toutes les études de cohorte – mortalité par cancer de la vessie Données des études de cohortes corrigées pour le tabagisme – mortalité par cancer de la vessie		RE 1,38 (1,34-1,41) RE 1,19 (0,98-1,44) RC 1,28 (1,17-1,41) RC 1,17 (0,94-1,46) RE 1,14 (1,06-1,22) RE 1,22 (1,06-1,40)	

4.3.6 Conclusions sur la peinture

Les peintres qui travaillent dans les chantiers maritimes sont exposés non seulement aux substances utilisées dans le cadre de leur travail, mais également aux concentrations de base d'amiante et de fumées de soudage. Ce dernier aspect sera traité ultérieurement.

Dans le cadre d'une revue sur le cancer professionnel de la vessie, Clayson (1976)¹⁹³ a déterminé que le 4-aminobiphényle, la 2-naphtylamine, la benzidine, la 1-naphtylamine et le 4-nitrobiphényle étaient les principales substances chimiques responsables de ce cancer chez les hommes. Bien que les peintres ne soient pas expressément mentionnés dans cette revue, exception faite des peintres de kimonos japonais, l'utilisation connue d'amines aromatiques dans certaines peintures ne peut pas être ignorée. Une seconde revue réalisée par le même auteur en 1981¹⁹⁴ ne mentionne que trois agents chimiques (le 4-aminobiphényle, la 2-naphtylamine et la benzidine), puisque les effets de la 1-naphtylamine étaient considérés comme étant attribuables à la contamination par l'isomère-2. Puisque la détoxification des amines aromatiques se produit lorsqu'elles sont métabolisées par la N-acétyl-transférase, un faible niveau de cette activité enzymatique rendrait les sujets plus vulnérables à l'action cancérigène de ces teintures. En 1997¹⁹⁵ et en 2001¹⁹⁶, Golka et al. ont démontré que les acétylateurs lents étaient surreprésentés chez les peintres atteints du cancer de la vessie, renforçant ainsi le lien causal entre l'exposition à la benzidine et le cancer de la vessie.

Yasunaga et al. (1997)¹⁹⁷ ont étudié les mutations du gène p53 chez 26 patients atteints du cancer de la vessie et ayant été exposés aux amines aromatiques, et ils ont conclu que le schéma de changements génétiques était différent pour ce qui est des lésions professionnelles et non professionnelles. Les données sont plutôt variées et l'analyse n'a pas pris en considération le lien entre le tabagisme et le cancer de la vessie. Des données plus reproductibles seraient nécessaires afin de tirer, de façon réaliste, quelque conclusion que ce soit sur le lien entre la nature des lésions et leurs causes.

Bien que de nombreux liens entre le cancer et le métier de peintre aient été mis en évidence par les études mentionnées, les seuls liens qui présentent un certain degré de cohérence se rapportent au cancer du poumon et au cancer de la vessie. Le CIRC a déjà reconnu l'existence de ces liens en 1989 lorsqu'il a conclu à l'existence d'un lien entre le métier de peintre et le cancer. Cette conclusion a été étayée par le CIRC en 2010¹⁹⁸ lorsqu'il a confirmé l'existence d'un lien entre le mésothéliome pleural et le métier de peintre, en plus de confirmer les liens avec le cancer du poumon et le cancer de la vessie.

Les conclusions du CIRC sont appuyées par diverses études, incluant des méta-analyses. Cependant, l'importance du risque estimé peut avoir été faussée par le tabagisme et d'autres facteurs, puisque les deux types de cancer sont également associés au tabagisme. Les agents étiologiques d'un quelconque type de cancer associé au métier de peintre n'ont pas été précisément établis, mais les solvants, les enduits contenant de l'amiante, les amines aromatiques et les pigments de chromate sont tenus pour être les substances en cause les plus probables.

Le CIRC¹⁹⁹ a établi que le benzène était cancérigène pour les humains, et principalement associé à la leucémie et aux cancers du système hématopoïétique ou lymphoréticulaire. L'exposition des peintres aux solvants contenant du benzène à l'état d'impureté pose probablement un certain

risque de survenue de ces cancers, mais aucune étude à ce jour n'a démontré que ces solvants étaient associés au métier de peintre. Par conséquent, ces substances ne sont pas examinées plus en profondeur.

4.4 Plombiers et tuyauteurs

Le métier de plombier et de tuyauteur compte parmi ceux qui sont les plus couramment associés à l'exposition à l'amiante en raison de l'utilisation de revêtement calorifuge et de matériaux d'isolation. Par conséquent, nombre des questions soulevées dans le cadre de la revue sur la cancérogénicité de l'amiante (section 3.3) s'appliquent à ce métier.

Nous n'avons trouvé aucune étude portant expressément sur ce métier dans les chantiers maritimes, mais les études suivantes servent à illustrer les données disponibles.

Kaminski et al. (1980)²⁰⁰ ont rapporté les résultats d'une analyse sur la mortalité des plombiers et des tuyauteurs effectuée par le NIOSH et fondée sur 3794 demandes de prestations de décès présentées à l'United Association of Journeymen and Apprentices of the Plumbing and Pipefitting Industry au cours de l'année 1971. L'année a été choisie aléatoirement parmi des dossiers consignés de 1968 à 1975. L'analyse a été restreinte à 3369 hommes de race blanche des États-Unis pour lesquels un certificat de décès pouvait être obtenu, et elle portait sur cinq catégories professionnelles (plombiers, tuyauteurs et monteurs de conduites de vapeur, monteurs de gicleurs, travailleurs du métal et soudeurs au plomb). Les RMP pour l'ensemble du groupe à l'étude ont été calculés à partir de comparaisons avec la population des hommes de race blanche des États-Unis en 1971. Un taux significativement excessif de tumeurs malignes a été observé, surtout en ce qui a trait au cancer de l'œsophage et au cancer de l'appareil respiratoire (principalement du poumon, des bronches et de la trachée). Sept cas de mésothéliome ont été rapportés, bien que, dans plusieurs cas, le certificat de décès ne précisait pas le siège du cancer. La plupart des cas de mésothéliome et de maladies liées à l'amiante sont survenus dans le groupe professionnel des monteurs de conduites de vapeur. La plupart des autres types de cancer affichant un nombre excessif de cas étaient associés au métier de plombier, un taux excédentaire significatif ayant été constaté à l'égard des tumeurs malignes et du cancer du péritoine, de l'appareil digestif, de l'œsophage, de l'appareil respiratoire et des tissus lymphatiques et hématopoïétiques. Les auteurs ont reconnu la faiblesse de l'ensemble de données et de l'analyse (particulièrement en ce qui concerne la tendance à surestimer les risques).

Gallagher et Threlfall (1983)¹⁰⁰ ont présenté les résultats d'une étude de mortalité menée auprès des travailleurs du métal revue précédemment et incluant la catégorie professionnelle des plombiers. Le cancer du poumon (RMP : 1,44; IC de 95 % : 1,21-1,71) et le cancer de la cavité pleurale (RMP : 14,41; IC de 95 % : 5,28-31,37) ont été associés à cette catégorie professionnelle, et les taux de ces deux types de cancer se sont avérés caractéristiques des taux enregistrés à la suite d'une exposition à l'amiante.

Cantor et al. (1986)²⁰¹ ont fait état d'une étude menée auprès de 7121 membres de l'United Association of Plumbers and Pipefitters de la Californie décédés entre 1960 et 1979. Les certificats de décès relatifs à tous les décès consignés dans les dossiers du syndicat ont été analysés, et les RMP ont été calculés à partir de comparaisons avec la population générale des États-Unis. Les auteurs ont constaté, à l'égard du groupe pris dans son ensemble, un RMP accru

de 1,29 (IC de 95 % : 1,06-1,58), de 1,40 (IC de 95 % : 1,30-1,51), de 1,50 (IC de 95 % : 1,16-1,94) et de 1,24 (IC de 95 % : 1,06-1,44) pour ce qui est du cancer de l'estomac, du cancer de l'appareil respiratoire, du cancer du cerveau et du cancer lymphopoiétique, respectivement. Lorsque les métiers ont été analysés séparément, les plombiers présentaient également des taux excessifs de cancer du rein et de cancer du cerveau, absents dans les autres catégories professionnelles. L'analyse n'a pas considéré le cancer de la plèvre de façon distincte, mais dans la présentation des résultats, les auteurs ont précisé que 16 décès étaient attribuables à un mésothéliome, dont 12 au mésothéliome pleural. En conséquence, le RR de ce type de cancer dans ce groupe était de 3,9.

On admet en général que le type d'analyse utilisé dans les études mentionnées ci-dessus a tendance à surestimer les risques. Par conséquent, en l'absence de données justificatives supplémentaires, les résultats ne sont pas jugés suffisamment probants pour établir un lien entre cette catégorie professionnelle et le cancer de l'estomac, du rein, du cerveau ou du système lymphatique. Le principal risque professionnel pour les plombiers et les tuyauteurs tient vraisemblablement à la survenue d'un cancer du poumon ou de la plèvre en lien avec une exposition à l'amiante. Puisque ce groupe de travailleurs est en contact direct avec l'amiante, il devrait être considéré comme un groupe présentant un risque élevé d'être atteint d'un cancer lié à l'amiante.

4.5 Travailleurs du bois

Le métier de travailleur du bois, de charpentier ou de menuisier dans les chantiers maritimes présente des caractéristiques plutôt mixtes par rapport à d'autres secteurs, compte tenu de l'abondante utilisation qu'on y fait du bois franc (bois de feuillus). Ces travailleurs sont donc exposés à des poussières plus apparentées à celles qu'on retrouve dans l'industrie du meuble que dans la charpenterie en général. Étant donné qu'ils sont en plus exposés à l'amiante et aux fumées de soudage, comme le sont couramment tous les travailleurs des chantiers maritimes, ces corps de métier présentent globalement un risque accru de cancer.

Après avoir examiné les taux d'incidence du cancer du nez chez des travailleurs du Royaume-Uni et le lien avec le type de métier en cause, Acheson et al. (1981)²⁰² ont, entre autres, démontré l'existence d'un taux excessif de ce cancer chez les travailleurs du bois. Les RSI calculés pour différents sous-groupes de travailleurs du bois ont révélé un risque excédentaire significatif chez les travailleurs fabriquant des chaises, les ébénistes, les machinistes et d'autres travailleurs du bois, alors que le risque excédentaire n'était pas significatif chez les charpentiers et les menuisiers.

Le CIRC a, en 1981²⁰³, examiné les risques associés à la charpenterie et à la menuiserie, et en a conclu que les données épidémiologiques ne suffisaient pas à évaluer de façon définitive le risque de cancer afférent. Le CIRC a mentionné la possibilité d'un lien avec la maladie de Hodgkin et l'adénocarcinome nasal, bien que ce dernier n'ait été observé que dans certaines études et que les données qui s'y rapportent peuvent avoir été faussées par l'exercice d'emplois antérieurs, comme la fabrication de meubles. Les preuves d'un risque accru de cancer du poumon, de la vessie et de l'estomac sont considérées comme étant insuffisantes.

Hernberg et al. (1983)²⁰⁴ ont présenté les résultats d'une étude de cas-témoins représentatifs sur le cancer nasal et le cancer nasosinusal menée auprès de 167 sujets cas dont le nom figurait dans

les registres des cancers du Danemark, de la Finlande et de la Suède. L'exposition combinée aux poussières de bois de feuillus et de bois de conifères (bois mou) a été associée à un risque élevé de cancer (RC : 12,0; IC de 95 % : 2,4-59,2). Une analyse détaillée de l'exposition semble indiquer que l'exposition aux poussières de bois de feuillus est le principal facteur en cause et qu'elle est associée à l'adénocarcinome. La comparaison des taux entre les fumeurs et les non-fumeurs a révélé un risque légèrement accru en lien avec l'exposition combinée aux poussières de bois de feuillus et de bois de conifères chez les fumeurs. L'exposition aux poussières de bois mou n'a pas entraîné un risque additionnel significatif de cancer du nez, et le risque d'adénocarcinome n'a pas été mis en évidence dans le groupe exposé.

En 1987, le CIRC²⁰⁵ a, après avoir examiné les données disponibles, caractérisé les preuves comme étant limitées, répétant qu'il était possible que certains cas d'adénocarcinome nasal soient survenus à la suite d'une exposition dans le cadre d'un emploi antérieur dans l'industrie du meuble. Il a toutefois confirmé que ces deux types de cancer (le lymphome de Hodgkin et l'adénocarcinome nasal) étaient les plus susceptibles de présenter un lien.

En 1995, une revue du CIRC²⁰⁶ l'a amené à conclure que les preuves de la cancérogénicité de la poussière de bois chez les humains étaient suffisantes, et ce, sans faire de distinction entre la poussière de bois de feuillus et la poussière de bois de conifères, même si la plupart des données concernant l'adénocarcinome nasal semblaient se rapporter au bois franc.

Teschke et al. (1997)¹⁷¹ ont décrit une étude de 48 cas de cancer du nez enregistrés auprès de la British Columbia Cancer Agency entre 1990 et 1992. Les travailleurs qui avaient toujours œuvré dans l'industrie du textile présentaient un taux excessif de cancer du nez (RC : 7,6; IC de 95 % : 1,4-56,6). Aucun lien significatif n'a été observé avec quelque autre métier que ce soit, y compris charpentier et travailleur du bois ou travailleur des chantiers de construction navale.

Une étude rétrospective sur l'exposition de 28 sujets allemands atteints d'un adénocarcinome nasal (Jansing et al., 2003)²⁰⁷ a confirmé la position selon laquelle l'origine de la poussière de bois est négligeable.

Une étude réalisée auprès de travailleurs des chantiers maritimes a mis en évidence un nombre excessif de cas de cancer de la bouche et du nasopharynx (RSM : 6,20; IC de 95 % : 2,27-13,5) chez les travailleurs du bois (Krstev, 2007)²². Même si, d'après l'étude mentionnée ci-dessus et la revue du CIRC, aucune autre donnée n'était expressément pertinente à l'évaluation du risque de cancer chez les travailleurs du bois et les charpentiers des chantiers maritimes, il convient de considérer que ce groupe de travailleurs peut être exposé à un risque accru d'un type précis de cancer, particulièrement d'adénocarcinome nasal. Ce sujet est traité dans les sections suivantes.

4.6 Électriciens

Les électriciens peuvent être exposés aux champs électromagnétiques et à d'autres types d'exposition en raison des tâches exécutées à proximité d'eux. Seules des données très limitées semblent indiquer un lien entre l'exposition aux champs électromagnétiques et le cancer du cerveau ou la leucémie. La section 4.6 porte sur ce sujet. Deux études seulement ont rapporté des taux de cancer chez les électriciens. Le RSM pour le mésothéliome était considérablement élevé chez les travailleurs d'un chantier maritime des États-Unis (Krstev et al., 2007)²², mais le risque

de cancer du poumon associé au métier d'électricien n'était pas accru chez les travailleurs d'un chantier maritime norvégien (Danielsen et al., 2000)⁴³. D'après ces preuves et les données disponibles sur l'exposition (Williams et al., 2007)³, on estime que les électriciens qui travaillent dans les chantiers maritimes peuvent présenter un risque accru de cancer lié à l'amiante, sans toutefois être exposés à des risques additionnels propres à leur métier.

4.7 Autres métiers exercés dans les chantiers maritimes et autres types d'exposition

Très peu de publications ont dressé une liste détaillée des métiers exercés dans les chantiers maritimes. Dans le cadre de la présente revue, nous avons tenté de recueillir des données sur tout risque de cancer associé aux métiers suivants, au-delà de ceux qui ont été décrits jusqu'à maintenant :

- mécanicien-monteur de machines;
- huileur;
- graisseur;
- mécanicien d'entretien;
- décapeur;
- grutier;
- gabier;
- manœuvre.

Puisque nous n'avons cerné aucun risque de cancer particulier en lien avec ces catégories professionnelles, celles-ci ne seront traitées que dans la classification générale des travailleurs des chantiers maritimes.

5. LIENS CAUSALS ENTRE DES TYPES DE CANCER PRÉCIS ET LES MÉTIERS EXERCÉS DANS LES CHANTIERS MARITIMES

Nous avons entrepris de réaliser la présente revue afin de mieux comprendre le risque de cancer associé aux travaux effectués dans les chantiers maritimes et de soutenir la démarche des personnes chargées de déterminer le montant des indemnités à verser en cas de maladie professionnelle.

La revue a permis de recenser les principaux risques connus en lien avec les chantiers maritimes et d'examiner l'exposition potentielle des travailleurs à ces risques, compte tenu, notamment, des métiers tenus pour présenter un risque de cancer, mais sans précision quant aux agents étiologiques en cause. Le Tableau 13 ci-dessous présente un résumé de ces risques.

Tableau 13

Risques dans les chantiers maritimes, types de cancer et classification du CIRC

Risque	Type de cancer	Class. du CIRC	Remarques
Amiante	Cancer du poumon, mésothéliome, cancer du larynx	1	
Benzène	Leucémie	1	
Cadmium	Cancer du poumon	1	
Chrome VI	Cancer du poumon	1	
Brai de goudron de houille	Cancer de la peau, cancer du poumon	1	
Champs électromagnétiques de très basse fréquence	Leucémie, cancer du cerveau	2B	
Rayonnement ionisant	Leucémie	1	
Plomb	Cancer de l'estomac	2B	
Fluides de coupe	Cancer de la peau	1	Huiles peu raffinées
Nickel	Cancer de la cavité nasale, cancer du poumon	1	
Peinture	Cancer de la vessie, cancer du poumon	1	
Quartz	Cancer du poumon	1	
Solvants			
Dichlorométhane		2A	
Perchloroéthylène		2A	
Trichloroéthylène		2B	

Rayonnement ultraviolet	Cancer de la peau, mélanome oculaire	1	
Fumées de soudage et de coupage thermique (particules totales)	Cancer du poumon	2B	
Poussière de bois	Cancer nasosinusal et cancer nasopharyngien	1	

Note : La classification du CIRC est : 1 – cancérigène pour l’humain; 2A – probablement cancérigène pour l’humain; 2B – possiblement cancérigène pour l’humain; 3 - Données insuffisantes pour juger du potentiel cancérigène pour l’humain; 4 – probablement non cancérigène pour l’humain.

Les données examinées révélaient un risque accru de certains types de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes. Les sections suivantes explorent les causes possibles de ces risques accrus.

5.1 Amiante et cancer chez tous les travailleurs des chantiers maritimes

L'amiante, en tant que substance cancérigène connue pour les humains, peut causer le cancer du poumon, le cancer du larynx et le mésothéliome. Les risques de cancer du poumon et de mésothéliome présentent différents profils temporels, et le nombre de cas de cancer du poumon est particulièrement élevé chez les travailleurs qui sont également fumeurs, alors que les taux de mésothéliome sont indépendants d'autres facteurs. Le lien précis entre les deux facteurs en ce qui a trait au cancer du poumon suscite des débats, mais un récent article conclut que le tabagisme et l'exposition à l'amiante ont, à tout le moins, un effet additif dans un modèle linéaire. Bien qu'il y ait des différences entre les taux de cancer associés aux divers types d'amiante, différences d'ailleurs traitées en profondeur dans la littérature, la présente revue ne se penche pas davantage sur la question étant donné que, dans la plupart des cas, l'exposition connue à cette substance dans les chantiers maritimes n'était pas précisée ou l'était en lien avec les types d'amiante qu'on tient pour comporter un risque plus élevé.

L'exposition de base à l'amiante à laquelle ont été soumis presque tous les travailleurs des chantiers maritimes durant de nombreuses années ne peut être quantifiée pour aucun travailleur ni aucun groupe. Les données restreintes disponibles, et revues à la section 3.3, portent à croire que les niveaux d'exposition étaient probablement élevés dans tous les chantiers maritimes jusque vers le milieu des années 1970. Il est toutefois possible de se faire une idée du niveau de risque auquel a pu être exposé un travailleur d'après certains signes de pathologie non cancéreuse liée à l'amiante (p. ex. plaques pleurales)^{60;208}, puisque l'incidence de cette pathologie semble également corrélée avec l'exposition. Il semble dès lors plausible que le niveau d'exposition à l'amiante auquel ont été soumis de nombreux travailleurs des chantiers maritimes soit suffisant pour constituer un risque significativement accru de cancer.

Puisque l'incidence du mésothéliome est très faible dans la population générale, une incidence élevée est souvent un indicateur d'exposition à l'amiante. Le nombre important de cas de mésothéliome rapporté dans de nombreuses études menées auprès des travailleurs des chantiers maritimes étaye la conclusion selon laquelle les niveaux d'exposition à l'amiante étaient

suffisants pour provoquer ces types de cancer, et susceptibles d'y expliquer le risque excédentaire de cancer du poumon.

Le cancer du poumon est le type de cancer le plus courant chez les humains de nombreux pays, et il est étroitement lié au tabagisme. Il s'agit également du type de cancer pour lequel des taux excessifs ont le plus souvent été rapportés dans les populations générales de travailleurs des chantiers maritimes par rapport aux valeurs de base normales. Le facteur le plus évident à prendre en considération lorsqu'on examine les taux de cancer du poumon professionnel est l'usage du tabac dans le groupe de travail par rapport à une population de travailleurs non exposés à des substances cancérigènes en milieu de travail. Puisque ces données étaient manquantes ou incomplètes dans un nombre considérable d'études revues, le rôle du tabagisme en ce qui concerne les taux excessifs de cancer ne peut pas être établi de façon probante. Cependant, dans certaines des études dont les données ont été corrigées pour tenir compte des différences relatives au tabagisme, ce risque excédentaire est toujours présent, ce qui veut dire qu'il est de toute évidence attribuable à d'autres facteurs. Même si certains sous-groupes de travailleurs sont soumis à des types d'exposition particuliers pouvant être directement associés à un risque de cancer du poumon, ceux-ci ne s'appliquent pas à une proportion suffisante de la main-d'œuvre pour expliquer le risque excédentaire global.

L'exposition à l'amiante est le facteur de risque excédentaire de cancer du poumon le plus répandu en milieu de travail (CIRC^{48;49}), et ce facteur n'a pas fait l'objet d'une surveillance régulière dans les chantiers maritimes avant les années 1970, alors que les niveaux d'exposition étaient vraisemblablement les plus élevés (voir la section 3.3). Il semble fort probable que l'exposition à l'amiante soit la principale cause du nombre excessif de cas de cancer du poumon chez les travailleurs des chantiers maritimes. Bien que le CIRC ait convenu que le cancer du larynx était un autre type de cancer causé par l'amiante (Straif, 2009)⁵⁰, une seule étude menée auprès de travailleurs des chantiers maritimes⁴⁵ a fait mention de ce type de cancer, ce qui appuie néanmoins la conclusion que le cancer du larynx doit également être pris en considération en tant que risque professionnel chez les travailleurs des chantiers maritimes.

5.1.1 Quantification du risque de cancer lié à l'amiante

Puisque le type d'amiante auquel les travailleurs des chantiers maritimes ont été exposés n'a généralement pas pu être établi, toute possibilité de quantification du risque s'en trouve limitée, le niveau de risque associé à chaque type d'amiante ne correspondant pas à l'ordre d'importance des niveaux de risque de mésothéliome selon les divers types d'amiante. Par exemple, Hodgson et Darnton (2000)⁵³ ont examiné un large éventail de données provenant de cohortes de travailleurs pour lesquels des renseignements sur l'exposition cumulative à l'amiante étaient disponibles. De façon générale, les résultats tirés de diverses études étaient cohérents et indiquaient des niveaux de risque de mésothéliome très différents pour le chrysotile, l'amosite et la crocidolite, selon un rapport de 1:100:500, ainsi que des taux semblables de cancer du poumon à l'égard des deux amphiboles et un rapport entre celles-ci et le chrysotile variant de 1:10 à 1:50.

Les mêmes auteurs (Hodgson et Darnton, 2010)²⁰⁹ ont commenté une analyse détaillée des taux de cancer du poumon et de mésothéliome réalisée par Loomis et al. (2009)²¹⁰, qui ont mené une étude auprès de travailleurs du textile exposés principalement au chrysotile. Hodgson et Darnton ont constaté que l'étude de Loomis confirmait que le risque relatif excédentaire de base de cancer

du poumon était de 1 par 100 fibres/cm³-année. Pour ce qui est du mésothéliome, les auteurs ont noté qu'il était possible que les différences entre les divers types d'amiante ne soient pas aussi grandes qu'on le croyait au départ.

5.2 Rayonnement ionisant et leucémie

Le lien causal entre la leucémie et le rayonnement ionisant a été solidement établi à des niveaux d'exposition beaucoup plus élevés que ceux enregistrés dans les chantiers maritimes. Un lien est également possible avec plusieurs autres types de cancer, notamment du rectum, du poumon et de la thyroïde (Sont et al., 2001²¹¹). La seule question qui reste à éclaircir en ce qui concerne les niveaux d'exposition dans les chantiers maritimes consiste à savoir si un risque détectable découle aussi bien de l'exposition survenant dans les chantiers de construction et de réparation de navires nucléaires que de l'exposition associée au métier de radiographe industriel. La détection du risque dépend à la fois du plan de l'étude et de facteurs tels que la taille de l'échantillon. Lorsque le niveau de risque est inférieur à une certaine valeur, aucune étude n'est suffisamment vaste pour démontrer l'existence de ce risque dans la population, mais cela ne signifie pas que le type d'exposition en cause n'est pas à l'origine de cas de cancer. Un lien a été observé entre les niveaux d'exposition les plus élevés rapportés dans les études sur les travailleurs des chantiers maritimes (> 10 mSv de rayonnement) et un risque accru de leucémie (Kubale et al., 2005)⁷⁷, bien que d'autres études portant sur des niveaux d'exposition comparables n'aient pas confirmé ce lien. Même si le niveau de risque associé aux différents niveaux d'exposition présents dans les chantiers maritimes se situe manifestement à la limite de détection des études réalisées, ce risque ne peut pas être ignoré. Par conséquent, si un travailleur exposé au rayonnement ionisant est atteint de leucémie, il est impossible d'exclure l'exposition professionnelle en tant que facteur causal.

5.3 Peinture, cancer de la vessie et cancer du poumon

Les risques de cancer de la vessie et de cancer du poumon sont élevés chez les peintres^{190;212}. La nature des agents responsables du nombre excessif de ces types de cancer fait toujours l'objet de conjectures, mais les solvants, les enduits contenant de l'amiante, les amines aromatiques et les pigments de chromate sont tenus pour être les substances en cause les plus probables. Le travail à proximité des produits d'amiante est probablement le principal facteur de risque de cancer du poumon chez les peintres. Par ailleurs, le lien connu entre les amines aromatiques et le cancer de la vessie dans d'autres contextes tendrait à renforcer l'idée selon laquelle ces substances sont les plus souvent désignées lorsqu'il s'agit de déterminer l'agent responsable du nombre excessif de cas de cancer de la vessie chez les peintres.

5.4 Travail du bois et cancer du nez

Le lien entre le cancer du nez et le travail du bois est confirmé par plusieurs études, dont certaines ont tenté d'établir une distinction entre les métiers qui comportent un risque et ceux qui n'en comportent pas. Les métiers du bois dans les chantiers maritimes ne sont toutefois pas définis avec suffisamment de précision pour différencier les types de bois en cause. Compte tenu de l'exposition générale à la poussière de bois et de la conclusion du CIRC (1995)²⁰⁶ selon laquelle la poussière de toutes les sortes de bois recèle un potentiel cancérigène pour les

humains, la présente revue ne fait pas de distinction entre la poussière des différents types de bois à laquelle sont exposés les travailleurs.

5.5 Conclusions sur les types de cancer associés aux métiers exercés dans les chantiers maritimes

Plusieurs des facteurs de risque qui figurent dans la liste du tableau 13 ont été étudiés en ce qui concerne les travailleurs des chantiers maritimes, mais aucune preuve de lien ou de risque excédentaire significatif n'en est ressortie à l'égard d'un quelconque type de cancer. De plus, les preuves concernant l'exposition à ces facteurs de risque dans les chantiers maritimes sont plutôt limitées, de sorte qu'on ne peut en tirer aucune conclusion sur les risques réels qui peuvent en découler. Puisque les données épidémiologiques n'ont fourni aucune preuve de risque accru d'un quelconque type de cancer connu en lien avec ces facteurs chez divers groupes de travailleurs des chantiers maritimes potentiellement exposés, aucune évaluation plus poussée ne portera sur les risques que comportent les facteurs suivants :

- benzène;
- cadmium;
- chrome VI;
- brai de goudron de houille;
- champs électromagnétiques de très basse fréquence;
- plomb;
- fluides de coupe;
- nickel;
- quartz;
- solvants;
- rayonnement ultraviolet (UV) et cancer de la peau.

Cela n'exclut pas la possibilité qu'un travailleur ou un groupe de travailleurs ayant des antécédents d'exposition professionnelle à l'un ou l'autre de ces facteurs de risque puisse conséquemment être atteint d'un cancer attribuable à une exposition au facteur en question.

Compte tenu de toutes les données revues jusqu'à maintenant, les études pertinentes sont tenues pour avoir démontré que les travailleurs des chantiers maritimes sont exposés aux risques suivants de cancer professionnel. D'autres liens ou risques sont possibles, mais ils n'ont pas été démontrés de façon satisfaisante à ce jour, et les données existantes ne permettent de tirer aucune conclusion définitive à leur égard.

Les conclusions qui suivent sont formulées en pleine conscience du fait que les fumeurs présentent un risque excédentaire de cancer du poumon et de cancer de la vessie par rapport aux non-fumeurs. Ces conclusions sont résumées dans le tableau 14.

- Les taux excessifs de cancer du poumon et de mésothéliome généralement observés chez les travailleurs des chantiers maritimes sont tenus pour être principalement attribuables à l'exposition à l'amiante qui, selon les preuves obtenues, cause ces types de cancer chez les humains.

- L'association entre l'exposition aux fibres d'amiante et le cancer du larynx a été démontrée et, par conséquent, un tel type de cancer chez les travailleurs des chantiers maritimes est susceptible d'être attribuable à une exposition professionnelle.
- Le rayonnement ionisant est une cause connue de cancer chez les humains à des niveaux d'exposition très variés. Les faibles niveaux d'exposition observés durant les travaux exécutés sur les navires nucléaires dans les chantiers maritimes sont tenus pour présenter un risque faible, mais délimité. Par conséquent, la leucémie touchant les travailleurs soumis à une exposition connue au rayonnement ionisant peut être d'origine professionnelle.
- Il est probable que les peintres travaillant dans les chantiers maritimes soient exposés aux mêmes risques que les peintres d'autres industries, en plus d'être soumis à une exposition générale à l'amiante. Par conséquent, le cancer de la vessie et le cancer du poumon chez les peintres sont tenus pour susceptibles d'être attribuables à une exposition professionnelle.
- De nombreuses études ont examiné le nombre excessif de cas de cancer du poumon chez les soudeurs sans toutefois mettre en évidence un agent causal. L'interaction du tabagisme et de l'exposition à l'amiante n'a pas été expliquée de façon satisfaisante. Le cancer du poumon chez les soudeurs est tenu pour susceptible d'être lié à leur métier, mais l'agent étiologique demeure inconnu.
- Le mélanome oculaire est tenu pour être lié à l'exposition au rayonnement ultraviolet durant le soudage, et rien ne permet de croire que les soudeurs des chantiers maritimes sont exposés à un risque moindre que les soudeurs d'autres industries.
- Puisque le lien entre le travail du bois et le cancer du nez a été prouvé, il est fort probable que ce type de cancer chez les charpentiers et les travailleurs du bois des chantiers maritimes soit attribuable à une exposition professionnelle.

Tableau 14

Types de cancer et agents étiologiques liés aux types d'exposition professionnelle dans les chantiers maritimes

Exposition professionnelle	Type de cancer	Agent étiologique
Amiante	Cancer du poumon, mésothéliome, cancer du larynx	Amiante
Rayonnement ionisant	Leucémie	Rayonnement gamma
Peinture	Cancer de la vessie, cancer du poumon	Inconnu
Soudage	Mélanome oculaire	Rayonnement UV
Travail du bois	Cancer nasosinusal et cancer nasopharyngien	Poussière de bois

6. SOLIDITÉ DU LIEN ENTRE FACTEURS DE RISQUE ET TYPES DE CANCER

La présente revue a permis de cerner certains risques de cancer mentionnés dans les études menées auprès de travailleurs des chantiers maritimes. Il existe dans les chantiers maritimes divers facteurs de risque connus à l'égard desquels un risque effectif n'a pas été démontré, mais il est tout à fait possible que les études existantes n'aient pas été en mesure de détecter le risque en question. Le tableau 15 regroupe tous les éléments à prendre en considération pour tirer des conclusions sur la pertinence de chacun des facteurs de risque en cause en ce qui concerne les travailleurs des chantiers maritimes.

Tableau 15

Liens entre les types de cancer, les métiers et les types d'exposition

Métiers visés	Agent étiologique	Facteur de risque identifié et convenu	Exposition dans les chantiers maritimes	Risques élevés dans les études sur les chantiers maritimes	Observations soutenues	Risque pour les travailleurs des chantiers maritimes
Cancer du poumon						
Tous les travailleurs des chantiers maritimes	Amiante	CIRC 1	Niveau très élevé avant 1975	✓	✓	++
Sableur au jet	Quartz	CIRC 1	Aucune donnée précise, mais exposition très probable	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides relatives à d'autres types d'exposition	+
Soudeur	Nickel	CIRC 1	Données limitées	X	✓ preuves solides relatives à d'autres types d'exposition	±
Soudeur	Chrome VI	CIRC 1	Données limitées	X	✓ preuves solides relatives à d'autres types d'exposition	±
Peintre	Brai de goudron de houille (sous forme de pigment de peinture)	CIRC 1	Aucune donnée précise, mais exposition très probable	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides relatives à d'autres types d'exposition	±
Peintre	Cadmium (sous forme de	CIRC 1	Aucune donnée	Aucune donnée	✓ preuves solides	±

Tableau 15

Liens entre les types de cancer, les métiers et les types d'exposition

Métiers visés	Agent étiologique	Facteur de risque identifié et convenu	Exposition dans les chantiers maritimes	Risques élevés dans les études sur les chantiers maritimes	Observations soutenues	Risque pour les travailleurs des chantiers maritimes
	pigment de peinture)		précise, mais exposition très probable	précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	relatives à d'autres types d'exposition	
Peintre	Inconnu	CIRC 1		Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓	+
Cancer du larynx						
Tous les travailleurs des chantiers maritimes	Amiante	CIRC 1	Niveau très élevé avant les années 1970	✓	✓	++
Mésothéliome						
Tous les travailleurs des chantiers maritimes	Amiante	CIRC 1	Niveau très élevé avant les années 1970	✓	✓	++
Cancer de la peau						
Tôlier, machiniste	Fluides de coupe	CIRC 1	Aucune donnée	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides d'autres industries	±
Soudeur	Rayonnement ultraviolet	CIRC 1	Aucune donnée précise, mais exposition probable	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides d'autres industries	±
Mélanome uvéal et oculaire						
Soudeur	Rayonnement ultraviolet	CIRC 1 (sans données précises sur le soudage)	Aucune donnée, mais exposition probable	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides d'autres industries	+

Tableau 15
Liens entre les types de cancer, les métiers et les types d'exposition

Métiers visés	Agent étiologique	Facteur de risque identifié et convenu	Exposition dans les chantiers maritimes	Risques élevés dans les études sur les chantiers maritimes	Observations soutenues	Risque pour les travailleurs des chantiers maritimes
Leucémie						
Travailleur du nucléaire Radiographe industriel	Rayonnement ionisant	CIRC 1	Seulement les travailleurs des installations nucléaires et les radiographes industriels	✓	✓	+
Peintre	Benzène	CIRC 1	Exposition inconnue, mais possible	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides d'autres industries	±
Cancer nasosinusal et nasopharyngien						
Travailleur du bois	Poussière de bois	CIRC 1	Aucune donnée précise, mais exposition très probable	✓	✓ preuves solides d'autres industries	+
Cancer de la vessie						
Peintre	Inconnu	CIRC 1	Aucune donnée précise, mais exposition très probable	Aucune donnée précise sur les travailleurs des chantiers maritimes	✓ preuves solides d'autres industries	+

* Les valeurs se rapportent aux estimations du risque (IC de 95 %).

++ Preuves solides d'un risque de cancer pour les travailleurs des chantiers maritimes

+ Risque de cancer reconnu pour les travailleurs des chantiers maritimes

x Risque de cancer improbable pour les travailleurs des chantiers maritimes

± Risque de cancer possible pour les travailleurs des chantiers maritimes, mais aucune preuve d'exposition ni de taux élevés de cancer

Il convient de souligner que les données revues et que bon nombre des risques associés aux métiers exercés dans les chantiers maritimes se rapportent à des pratiques qui ne sont plus pertinentes. Les conclusions de la présente revue reflètent les connaissances actuelles et s'appliquent plus particulièrement aux risques de cancer chez les travailleurs employés dans les chantiers maritimes entre 1930 et 1980. Bien que de nombreux facteurs de risque soient encore présents, il est possible que la réduction des niveaux d'exposition et, par conséquent, des risques afférents après 1980 n'ait pas encore été prise en compte dans la base de données des études revues.

6.1 Cancer du poumon

Plusieurs agents cancérigènes pulmonaires connus pour les humains ont été désignés comme facteurs de risque potentiels dans les chantiers maritimes. En ce qui concerne certains de ces agents, les données sur l'exposition ou les taux de cancer en lien avec un métier précis sont insuffisantes pour tirer des conclusions sur d'éventuels risques afférents dans les chantiers maritimes. On peut tout au plus conclure qu'à ce jour, le risque associé au nickel, au chrome, au brai de goudron de houille ou au cadmium ne peut pas être mesuré chez les travailleurs des chantiers maritimes. Cela ne signifie en rien qu'il n'y a pas de risque pour les travailleurs, puisque certains d'entre eux peuvent être soumis à un niveau d'exposition qui présente un risque important. Étant donné que les soudeurs sont exposés à un risque de base de cancer du poumon, il est possible qu'un risque additionnel résultant de l'exposition au nickel ou au chrome ait été trop faible pour avoir été détecté dans le cadre des études réalisées jusqu'à maintenant. Dans le même ordre d'idées, puisque l'agent responsable du risque de cancer du poumon auquel sont exposés les peintres n'a pas encore été mis en évidence, il est possible que le brai de goudron de houille et le cadmium jouent un rôle, si mineur soit-il, dans ce risque.

Pour ce qui est de l'amiante, le risque de cancer est élevé et clairement défini, et il résulte de niveaux d'exposition élevés en lien avec des tâches effectuées sur une longue période dans les chantiers maritimes. Un lien linéaire probable a été établi entre l'exposition cumulative à l'amiante et les taux de cancer du poumon décalés d'environ 10 ans⁵⁷, bien que certains résultats indiquent que les modèles non linéaires fournissent un meilleur ajustement des données⁵³. Hodgson et Darnton (2000)⁵³ ont avancé qu'une meilleure estimation du risque excédentaire de cancer du poumon associé au chrysotile serait de 0,1 par 100 fibres/cm³-année⁵³, l'estimation raisonnable la plus haute étant de 0,5 par 100 fibres/cm³-année⁵³, et que les risques associés aux amphiboles seraient 10 à 50 fois plus élevés. Il convient de présumer qu'une exposition combinée présenterait des niveaux de risque variant de 0,1 à 5,0 par 100 fibres/cm³-année. Un examen des données supplémentaires fournies par Hodgson et Darnton (2010)²⁰⁹ tendait à confirmer que la valeur du risque excédentaire de cancer du poumon était de 0,1 par 100 fibres/cm³-année et portait également à croire que les différences entre les risques associés aux différents types d'amiante pouvaient être moins grandes que ce qu'on avait pu avancer dans le passé. Les risques absolus sont plus élevés pour les fumeurs, puisque le risque associé à l'exposition à l'amiante s'ajoute à tout le moins au risque découlant du tabagisme⁵⁷. Il est probable que les travailleurs exerçant le métier de garnisseur de chaudières et les manœuvres aient été soumis aux niveaux d'exposition les plus élevés et, par conséquent, aux niveaux de risque les plus élevés, quoique tous les travailleurs des chantiers maritimes, particulièrement ceux employés avant 1970, peuvent avoir été exposés à de fortes concentrations de cet agent cancérigène connu.

Bien que le CIRC⁹⁶ ait déterminé que les soudeurs présentaient un risque de cancer additionnel d'environ 40 % par rapport à des sujets témoins, l'agent causal n'a pas été mis en évidence, et le rôle combiné de l'amiante et du tabagisme dans ce taux excessif de cancer n'a pas été clarifié. Une méta-analyse des données disponibles réalisée par Moulin (1997)¹²⁴ a fourni une estimation du risque global, soit un RR de 1,30 (IC de 95 % : 1,14-1,48), pour les soudeurs des chantiers maritimes, ce qui est légèrement inférieur aux résultats du CIRC. Il y a néanmoins consensus sur l'existence d'un risque excédentaire de cancer du poumon pour les soudeurs, lequel a bel et bien été démontré chez les soudeurs des chantiers maritimes²², même si l'agent causal n'a pas été cerné.

Puisque l'on suppose que les sableurs au jet sont exposés au quartz dans les chantiers maritimes, il est probable qu'un certain risque découle de l'exposition à cet agent connu. Cependant, le manque de données sur l'exposition et d'études portant expressément sur les travailleurs des chantiers maritimes exposés au quartz empêche toute quantification du risque probable.

Les peintres forment une autre catégorie de travailleurs exposés à un risque de cancer du poumon. Le CIRC a convenu de l'existence de ce risque et l'a formellement reconnu. Cependant, puisque l'on ne connaît pas les agents causals, il est impossible de déterminer si les types d'exposition auxquels sont soumis les peintres des chantiers maritimes comportent un risque inférieur, semblable ou supérieur à celui auquel sont soumis les peintres d'autres industries. On ne peut qu'affirmer que les peintres sont exposés à un risque accru de cancer du poumon¹⁹⁰. Dans plusieurs études sur divers secteurs industriels, le RR de cancer du poumon, bien que statistiquement significatif, n'était généralement que de 1,5 ou moins, tandis qu'une méta-analyse récente¹⁹⁰ a dégagé des taux de 1,35 (IC de 95 % : 1,29-1,41) pour les fumeurs et de 2,00 (IC de 95 % : 1,09-3,67) pour les non-fumeurs.

6.2 Mésothéliome

Le mésothéliome survient presque exclusivement à la suite d'une exposition à l'amiante, et il a été démontré que les taux d'incidence ont un lien linéaire avec la dose cumulative, mais avec une période de latence d'environ 40 ans⁵⁷, ce lien demeurant valable jusqu'à 50 ans après la dernière exposition. Les taux d'incidence de ce type de cancer ne semblent pas modifiés par l'usage du tabac ou les antécédents de tabagisme. La survenue de ce type de cancer chez un employé ayant déjà travaillé dans un chantier maritime serait fort probablement liée à une exposition professionnelle, et les travailleurs ayant exercé un métier tel que garnisseur de chaudières et les manœuvres auraient vraisemblablement été soumis aux niveaux d'exposition les plus élevés et, par conséquent, aux niveaux de risque les plus élevés. À titre d'exemple des taux notés chez les employés autres que les travailleurs de l'amiante, Krstev et al. (2007)²² ont fait état de RSM de 14,53 (IC de 95 % : 1,63-52,47) chez les électriciens et de 16,65 (IC de 95 % : 1,87-60,12) chez les tôliers. Il convient toutefois de préciser que ces RSM sont fondés sur de très petits nombres de sujets. Bien que le risque de mésothéliome augmente avec l'exposition, de faibles doses ou une courte durée d'exposition aux amphiboles (amosite et crocidolite) peuvent suffire à entraîner l'apparition du mésothéliome.

6.3 Cancer du larynx

Le cancer du larynx a été lié, avec de solides preuves chez l'humain, à l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante. Il a été établi que tous les travailleurs des chantiers maritimes pouvaient avoir été exposés à l'amiante, de sorte que le cancer du larynx doit être considéré comme un risque professionnel pour ces travailleurs. Cependant, les preuves directes sont limitées et elles sont uniquement fondées sur des données de mortalité. Or, comme le cancer du larynx présente un bon taux de survie, des données sur l'incidence auraient été plus pertinentes. Ainsi, une étude (Puntoni et al., 2001)⁴⁵ a rapporté une augmentation globale statistiquement significative du RSM à 1,64 (IC de 95 % : 1,12-2,32). Une autre étude effectuée sur des travailleurs des chantiers maritimes (Krstev et al., 2007)²² a rapporté une augmentation non significative du RSM à 1,56 (IC de 95 % : 0,92-2,46).

6.4 Cancer de la peau et mélanome oculaire

Des études sur la population générale ont démontré que le rayonnement ultraviolet pouvait causer divers types de cancer de la peau. Dans les chantiers maritimes, les soudeurs comptent parmi les travailleurs exposés à de fortes concentrations de rayonnement. Le soudage à l'arc génère le spectre complet de rayons UV, y compris des rayons UVB. Par conséquent, il est probable que les soudeurs soient exposés à un risque accru de cancer de la peau par rapport au reste de la population s'ils ne portent pas d'équipement de protection cutanée. Néanmoins, il existe peu de preuves que les rayons UV produits durant le soudage à l'arc causent le cancer de la peau, et le risque en question ne peut être quantifié.

Bien que des données aient aussi révélé que l'exposition au rayonnement ultraviolet pouvait accroître le risque de mélanome oculaire, aucune preuve en ce sens n'a été relevée chez les travailleurs des chantiers maritimes.

Il a été démontré et convenu que certains fluides de coupe (huiles peu raffinées) étaient cancérigènes pour la peau chez les humains. Puisqu'aucune des études revues ne fait état de travailleurs des chantiers maritimes exposés à ces produits ni d'un taux excessif d'un quelconque type de cancer de la peau attribuable à l'utilisation de tels produits dans les chantiers maritimes, la quantification du risque demeure impossible.

6.5 Leucémie

L'exposition au benzène et l'exposition au rayonnement ionisant sont deux causes établies de leucémie et des facteurs de risque qu'on sait présents dans certains chantiers maritimes.

Bien que le benzène ait de longue date été utilisé comme solvant par les peintres, indépendamment du lieu de travail, il n'existe aucune preuve d'un niveau d'exposition particulier chez les peintres des chantiers maritimes. Le manque de données épidémiologiques sur un éventuel risque accru de leucémie chez les peintres semble indiquer que les niveaux d'exposition peuvent ne pas avoir été suffisants pour entraîner une incidence détectable de la leucémie. S'il existe des preuves définies de l'exposition d'un travailleur au benzène (p. ex. d'un travailleur employé comme peintre avant 1980), il est alors impossible d'écarter l'existence d'un lien professionnel avec la leucémie. Dans le cas contraire, il est improbable que les peintres des chantiers maritimes ou d'autres travailleurs soient exposés à un risque significatif.

Il a été prouvé que le rayonnement ionisant causait la leucémie à un taux proportionnel à la dose cumulative. Dans l'analyse d'un seul ensemble de données utilisant un modèle linéaire, il a été conclu que le risque additionnel par 10 mSv de rayonnement correspondait à un RRE de 1,9 % (IC de 95 % : -0,9 %-6,6 %). Le risque est manifestement présent dans tous les chantiers de construction et de réparation de navires nucléaires de même que dans l'exercice du métier de radiographe industriel. Bien que les populations exposées soient très restreintes et les niveaux de risques très bas, les études disponibles confirment généralement la présence d'un faible risque de leucémie à certains niveaux d'exposition enregistrés dans les chantiers maritimes. Puisque les taux d'incidence de leucémie dans les groupes soumis aux plus faibles niveaux d'exposition se situaient au niveau limite de détection des études ou aux abords de ce niveau, les conclusions de différentes analyses sont parfois contradictoires. Il s'agit là d'une catégorie d'exposition beaucoup

mieux documentée que d'autres, et puisque l'exposition cumulative est directement liée au risque, chaque cas peut être évalué de façon indépendante afin de déterminer la pertinence du risque en fonction du métier.

6.6 Cancer nasosinusal et cancer nasopharyngien

Le lien entre le travail du bois et le cancer du nez a été prouvé, et l'exposition dans les chantiers maritimes est inévitable pour ceux qui exercent le métier de travailleur du bois et de charpentier. Les niveaux d'exposition dans les chantiers maritimes ne sont pas documentés, mais en supposant que les travailleurs du bois doivent à l'occasion y travailler dans des espaces clos, il est probable qu'ils soient soumis à des niveaux d'exposition parmi les plus élevés dans ce métier considéré dans son ensemble. Les preuves indiquant que les travailleurs du bois dans les chantiers maritimes présentent un risque plus élevé de cancer sont limitées (Krstev et al., 2007)²², mais nous n'en concluons pas moins que le risque est vraisemblablement important pour ce groupe de travailleurs.

6.7 Cancer de la vessie

En classant le métier de peintre comme présentant un risque de cancer, le CIRC a reconnu que le cancer de la vessie constituait un risque professionnel. Puisque l'agent étiologique précis est inconnu, toute évaluation de l'exposition est impossible; néanmoins, le métier en soi comporte un risque qui doit être tenu pour également applicable aux peintres des chantiers maritimes. L'importance de ce risque demeure incertaine, puisque l'exercice du métier de peintre dans des espaces clos peut révéler un profil d'exposition différent de celui des autres peintres, mais une méta-analyse des études sur le cancer de la vessie chez des peintres¹⁹¹ a révélé, après correction des données en fonction du tabagisme, un RR de 1,28 (IC de 95 % : 1,15-1,43). Une autre méta-analyse¹⁹² a d'ailleurs fourni des résultats très semblables.

6.8 Conclusions générales

La revue et l'analyse détaillées des données sur les types de cancer associés aux travaux effectués dans les chantiers maritimes indiquent que le principal risque auquel font face tous les travailleurs des chantiers maritimes est le cancer du poumon et de la plèvre en raison de leur exposition à l'amiante. Les catégories professionnelles plus particulièrement touchées par ce risque sont celles qui regroupent les garnisseurs de chaudières, les tuyauteurs et les manœuvres, bien que les données indiquent que tous les travailleurs des chantiers maritimes sont exposés à ce risque.

La plupart des études se rapportent à des travailleurs qui ont principalement été employés avant l'amélioration des mesures de contrôle d'hygiène industrielle. Bien que les conclusions soient pertinentes pour ces travailleurs, les risques peuvent être surestimés chez les travailleurs employés plus récemment dans un chantier maritime, et ayant par conséquent été soumis à un niveau plus faible d'exposition aux facteurs de risque recensés.

D'autres risques particuliers au métier ont été mis en évidence en ce qui a trait aux peintres, aux travailleurs du bois, aux sableurs au jet et aux soudeurs, bien que les données disponibles ne fournissent qu'une base de quantification très limitée du risque.

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Doll R. Epidemiological Discovery of Occupational Cancers. *Annals of the Academy of Medicine*, Vol. 13, No. 2, pages 331-339, 21 references; 1984.
- (2) Burton DJ. *Safety Information Profile: Ship Building & Repairing*. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1984.
- (3) Williams PR, Phelka AD, Paustenbach DJ. A review of historical exposures to asbestos among skilled craftsmen (1940-2006). *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2007;10:319-377.
- (4) Burdorf A, Swuste P. An expert system for the evaluation of historical asbestos exposure as diagnostic criterion in asbestos-related diseases. *Ann Occup Hyg* 1999;43:57-66.
- (5) Zaebst DD, Seel EA, Yiin JH, Nowlin SJ, Chen P. Summary of retrospective asbestos and welding fume exposure estimates for a nuclear naval shipyard and their correlation with radiation exposure estimates. *J Occup Environ Hyg* 2009;6:404-414.
- (6) *Benzene*. IPCS/WHO, Geneva, 1993.
- (7) NIOSH. *Criteria for a Recommended Standard. Welding, Brazing, and Thermal Cutting (Abridged Edition)*. NIOSH 1988 Aug;62 pages, 1988.
- (8) Teknos. MATERIAL SAFETY DATA SHEET - EPITAR Comp A (base). 2011. 18-5-2007.
Ref Type: Pamphlet
- (9) *Coal-Tar pitches (group 1)*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:Suppl. 7 (1987) pp 174-5, 1987.
- (10) Ulfvarson U, Hallne U, Bellander T. Arbetsmiljöproblem vid svetsning: 5. Svetsning i rostfritt stål med metallbågsvetsning och gasbågsvetsning. I. Kartläggning av luftföroreningar [Air contaminants in stainless steel welding] (English summary). *Arbetskyddsverket* 1978;1-52.
- (11) Tola S, Karskela V. Occupational lead exposure in Finland. V. Shipyards and shipbreaking. *Scand J Work Environ Health* 1976;2 (1):31-36.
- (12) Landrigan PJ, Straub WE. Occupational lead exposure aboard a tall ship. *Am J Ind Med* 1985;8:233-239.
- (13) Grant S, Walmsley TA, George PM. Industrial blood lead levels in the South Island during 1988 and 1989: trends and follow up patterns. *N Z Med J* 1992;105:323-326.
- (14) Zedd HC, Walker YP, Hernandez JE, Thomas RJ. Lead exposures during shipboard chipping and grinding paint-removal operations. *Am Ind Hyg Assoc J* 1993;54:392-396.
- (15) Ulfvarson U. Survey of air contaminants from welding. *Scand J Work Environ Health* 1981;7, Suppl 2:1-28.
- (16) *Mineral Oils*. IARC Monographs, Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Volume 33, World Health Organization, Lyon, June 7-14, 1983, pages 87-168, 366 references, 1984.
- (17) IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Silica, Some Silicates, Coal Dust and Para-Aramid Fibrils. Lyon, 15-22 October 1996. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 1997;68:1-475.
- (18) Goldsmith DF, Guidotti TL, Johnston DR. Does Occupational Exposure to Silica Cause Lung Cancer? *American Journal of Industrial Medicine*, 1982;3:pages 440-51.

- (19) *Occupational exposures in paint manufacture and painting*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:47 (1989) pp 329-442, 1989.
- (20) Kalliomaki PL, Alanko K, et al. Amount and distribution of welding fume lung contaminants among arc welders. *Scand J Work Environ Health* 1978;4(2):122-130.
- (21) TWI. Welding Fume Exposure database. 2010.
Ref Type: Online Source
- (22) Krstev S, Stewart P, Rusiecki J, Blair A. Mortality among shipyard Coast Guard workers: a retrospective cohort study. *Occup Environ Med* 2007;64:651-658.
- (23) Skotte JH, Hjollund HI. Exposure of welders and other metal workers to ELF magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1997;18:470-477.
- (24) Dixon AJ, Dixon BF. Ultraviolet radiation from welding and possible risk of skin and ocular malignancy. *Med J Aust* 2004;181:155-157.
- (25) Matanoski GM, Tonascia JA, Correa-Villasenor A et al. Cancer risks and low-level radiation in U.S. shipyard workers. *J Radiat Res (Tokyo)* 2008;49:83-91.
- (26) Harries PG. A comparison of mass and fibre concentrations of asbestos dust in shipyard insulation processes. *Ann Occup Hyg* 1971;14 (3):235-240.
- (27) Wurzelbacher SJ, Hudock SD, Johnston OE, Blade LM, Shulman SA. A pilot study on the effects of two ventilation methods on weld fume exposures in a shipyard confined space welding task. *Appl Occup Environ Hyg* 2002;17:735-740.
- (28) Haglund O. Accident prevention in shipbuilding and repairing. *Safety and health in Shipbuilding and Ship Repair*. ILO, Geneva; 1972.
- (29) Chang FK, Chen ML, Cheng SF, Shih TS, Mao IF. Dermal absorption of solvents as a major source of exposure among shipyard spray painters. *J Occup Environ Med* 2007;49:430-436.
- (30) EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: PROFILE OF THE SHIPBUILDING AND REPAIR INDUSTRY . 2011. 25-5-2011.
Ref Type: Online Source
- (31) Still KR, Arfsten DP, Jederberg WW, Kane LV, Larcom BJ. Estimation of the health risks associated with polychlorinated biphenyl (PCB) concentrations found onboard older U.S. Navy vessels. *Appl Occup Environ Hyg* 2003;18:737-758.
- (32) Sakurazawa H, Iwasaki A, Higashi T, Nakayama T, Kusaka Y. Assessment of exposure to magnetic fields in occupational settings. *J Occup Health* 2003;45:104-110.
- (33) Man AK, Shahidan R. Variations in occupational exposure to magnetic fields among welders in Malaysia. *Radiat Prot Dosimetry* 2008;128:444-448.
- (34) Blot WJ, Stone BJ, Fraumeni JF, Morris LE. Cancer Mortality in U.S. Counties with Shipyard Industries During World war II. *Environ Res* 1979;18:281-290.
- (35) Blot WJ, Harrington JM, Toledo A, Hoover R, Heath CW, Fraumeni JF. *Lung cancer after employment in shipyards during World War II*. New England Journal of Medicine; Boston, USA, 21 Sep. 1978, Vol.299, No.12, p.620-624. 24 ref., 1978.
- (36) Rossiter CE, Coles RM. HM Dockyard, Devonport: 1947 mortality study. *IARC Sci Publ* 1980;713-721.
- (37) Beaumont JJ, Weiss NS. *Mortality of welders, shipfitters, and other metal trades workers in Boilermakers Local No.104, AFL-CIO*. American Journal of Epidemiology; 1980, Vol.112, No.6, p.775-776. 20 ref., 1980.

- (38) Kolonel LN, Hirohata T, Chappell BV, Viola FV, Harris DE. Cancer mortality in a cohort of naval shipyard workers in Hawaii: early findings. *Journal of the National Cancer Institute* 1980;64:739-743.
- (39) Hoiberg A, Ernst J. Cancer among navy personnel: Occupational comparisons. *Military Medicine Aug 1981*, 1981;146:556-561.
- (40) Blair A, Walrath J, Rogot E. Mortality Patterns Among U.S. Veterans By Occupation. I. Cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 1985;75:1039-1047.
- (41) Newhouse MI, Oakes D, Woolley AJ. Mortality of welders and other craftsmen at a shipyard in NE England. *British Journal of Industrial Medicine* , Royaume-Uni, vol 42, no 6, juin 1985, pp 406-410 1985;42:406-410.
- (42) Danielsen TE, Langard S, Andersen A, Knudsen O. Incidence of cancer among welders of mild steel and other shipyard workers. *Br J Ind Med* 1993;50:1097-1103.
- (43) Danielsen TE, Langard S, Andersen A. Incidence of cancer among welders and other shipyard workers with information on previous work history. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine* 2000;42:101-109.
- (44) Chen R, Dick F, Seaton A. Health effects of solvent exposure among dockyard painters : mortality and neuropsychological symptoms. *Occup Environ Med* 1999;56:383-387.
- (45) Puntoni R, Merlo F, Borsa L, Reggiardo G, Garrone E, Ceppi M. A historical cohort mortality study among shipyard workers in Genoa, Italy. *Am J Ind Med* 2001;40:363-370.
- (46) Burdorf A, Swuste P. An expert system for the evaluation of historical asbestos exposure as diagnostic criterion in asbestos-related diseases. *Ann Occup Hyg* 1999;43:57-66.
- (47) O'Reilly KM, Mclaughlin AM, Beckett WS, Sime PJ. Asbestos-related lung disease. *Am Fam Physician* 2007;75:683-688.
- (48) IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man: asbestos. *IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Man* 1977;14:1-106.
- (49) *Asbestos (group 1)*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:Suppl. 7 (1987) pp. 106-116.
- (50) Straif K. The Carcinogenicity of Asbestos - Evaluations by IARC and WHO, Recent Developments and Global Burden of Asbestos-Related Cancer. Abstract SY02-07. 2009. Symposium: Asbestos - A Global Disaster in Seoul, Korea. Collection of Conference Abstracts of the XVII World Congress on Safety and Health at Work .
Ref Type: Online Source
- (51) Churg A. *Pathologic Reactions to Chrysotile and Their Mineralogic Correlates*. Accomplishments in Oncology, Vol. 1, No. 2, The Biological Effects of Chrysotile, J. C. Wagner, Editor; Philadelphia, Pennsylvania, J. B. Lippincott Co., pages 54-58, 10 references; 1986.
- (52) McDonald JC, McDonald AD. *The Epidemiology of Mesothelioma in Historical Context*. European Respiratory Journal, Vol. 9, No. 9, pages 1932-1942, 85 references; 1996.
- (53) Hodgson JT, Darnton A. The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. *Ann Occup Hyg* 2000;44:565-601.

- (54) Malker HR, Weiner JA, McLaughlin JK. Register epidemiology studies of recent cancer trends in selected workers. *Annals of the New York Academy of Sciences* 21 Nov 1990, 1990;609:322-333.
- (55) Huncharek M, Muscat J. Pleural mesothelioma in a non-shipyard electrician. *Br J Ind Med* 1990;47:68.
- (56) Langård S. *Prevention of lung cancer through the use of knowledge on asbestos and other work-related causes - Norwegian experiences*. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health; 1994, Vol.20, Special issue, p.100-107. Illus. 59 ref., 1994.
- (57) Berman DW, Crump KS. Update of potency factors for asbestos-related lung cancer and mesothelioma. *Crit Rev Toxicol* 2008;38 Suppl 1:1-47.
- (58) Berry G, Liddell FD. The interaction of asbestos and smoking in lung cancer: a modified measure of effect. *Ann Occup Hyg* 2004;48:459-462.
- (59) Everatt RP, Smolianskiene G, Tossavainen A, Cicenias S, Jankauskas R. Occupational asbestos exposure among respiratory cancer patients in Lithuania. *Am J Ind Med* 2007;50:455-463.
- (60) Kishimoto T, Ohnishi K, Saito Y. Clinical study of asbestos-related lung cancer. *Ind Health* 2003;41:94-100.
- (61) Baas P, Schouwink H, Zoetmulder FAN. *Malignant Pleural Mesothelioma*. Annals of Oncology, Vol. 9, No. 2, pages 139-149, 151 references; 1998.
- (62) Teta MJ, Mink PJ, Lau E, Scurman BK, Foster ED. US mesothelioma patterns 1973-2002: indicators of change and insights into background rates. *Eur J Cancer Prev* 2008;17:525-534.
- (63) Kishimoto T, Ozaki S, Kato K, Nishi H, Genba K. Malignant pleural mesothelioma in parts of Japan in relationship to asbestos exposure. *Ind Health* 2004;42:435-439.
- (64) Davenport J. *Pleural Mesothelioma*. American Family Physician, Vol. 39, No. 3, pages 151-154, 18 references; 1989.
- (65) Jemal A, Grauman D, Devesa S. Recent geographic patterns of lung cancer and mesothelioma mortality rates in 49 shipyard counties in the United States, 1970-94. *American journal of industrial medicine* 2000;37(5):512-521.
- (66) Bang KM, Pinheiro GA, Wood JM. *Mortality trends in malignant neoplasm of the pleura - United States, 1979-1998*. Am J Epidemiol 2004 Jun; 159(11)(Suppl):S78, 2004.
- (67) Pinheiro GA, Antao VC, Bang KM, Attfield MD. Malignant mesothelioma surveillance: a comparison of ICD 10 mortality data with SEER incidence data in nine areas of the United States. *Int J Occup Environ Health* 2004;10:251-255.
- (68) Matanoski GM, Sartwell P, Elliott E, Tonascia J, Sternberg A. Cancer Risks in Radiologists and Radiation Workers. *Progress in Cancer Research and Therapy*, 1984;26:83-96.
- (69) Boice JD, Jr., Lubin JH. *Occupational and environmental radiation and cancer*. CANCER CAUSES & CONTROL; 1997; 8(3):309-322.
- (70) Najarian T, Colton T. Mortality from leukaemia and cancer in shipyard nuclear workers. *Lancet* 1978;1:1018-1020.
- (71) Greenberg E, Rosner B, Hennekens C, Colton T. *An Investigation of Bias in A Study of Nuclear Shipyard Workers*. 16TH ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY FOR EPIDEMIOLOGIC RESEARCH, WINNIPEG, MANITOBA, CANADA, JUNE 15-17; AM J EPIDEMIOL 1983; 118(3):430-431.

- (72) NIOSH. *NIOSH Testimony on the Portsmouth Naval Shipyard by A. Robbins, June 19*; NIOSH, 8 pages, 1979.
- (73) Rinsky RA, Zumwalde RD, Waxweiler RJ et al. Cancer mortality at a Naval Nuclear Shipyard. *Lancet* 1981;1:231-235.
- (74) Rinsky RA, Melius JM, Hornung RW et al. Case-control study of lung cancer in civilian employees at the Portsmouth Naval Shipyard, Kittery, Maine. *Am J Epidemiol* 1988;127:55-64.
- (75) Silver SR, Daniels RD, Taulbee TD et al. Differences in mortality by radiation monitoring status in an expanded cohort of Portsmouth Naval Shipyard workers. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine* 2004;46:677-690.
- (76) Yiin JH, Schubauer Berigan MK, Silver SR et al. Risk of lung cancer and leukemia from exposure to ionizing radiation and potential confounders among workers at the Portsmouth Naval Shipyard. *Radiat Res* 2005 Jun; 163(6):603-613.
- (77) Kubale TL, Daniels RD, Yiin JH et al. A nested case-control study of leukemia mortality and ionizing radiation at the Portsmouth Naval Shipyard. *Radiat Res* 2005;164:810-819.
- (78) Yiin JH, Silver SR, Daniels RD, Zaebst 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.
- (79) Schubauer-Berigan MK, Daniels RD, Fleming DA et al. Risk of chronic myeloid and acute leukemia mortality after exposure to ionizing radiation among workers at four U.S. nuclear weapons facilities and a nuclear naval shipyard. *Radiat Res* 2007;167:222-232.
- (80) Schubauer-Berigan MK, Daniels RD, Fleming DA et al. Chronic lymphocytic leukaemia and radiation: findings among workers at five US nuclear facilities and a review of the recent literature. *Br J Haematol* 2007;139:799-808.
- (81) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Solar and ultraviolet radiation. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 1992;55:1-316.
- (82) Non-ionizing radiation, Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 2002;80:1-395.
- (83) Ahlbom A. A Review of the Epidemiologic Literature on Magnetic Fields and Cancer. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, Vol. 14, No. 6, pages 337-343, 36 references; 1988.
- (84) Savitz DA, Pearce NE, Poole C. *Methodological Issues in the Epidemiology of Electromagnetic Fields and Cancer*. *Epidemiologic Reviews*, Vol. 11, pages 59-78, 85 references; 1989.
- (85) McBride ML, Gallagher RP. *Epidemiological Studies of Power-Frequency Electric and Magnetic Fields*. Non-Ionizing Radiation, M. W. Greene, Editor, Proceedings of the 2nd International Non-Ionizing Radiation Workshop, Vancouver, British Columbia, Canada, May 10-14; pages 436-444, 30 references; 1992.
- (86) Newman A. *Fields of Dreams? Electromagnetic Fields and the Links to Cancer*. *Environmental Science and Technology*., Sep. vol. 26, no. 9, 1714-1716, 1992.
- (87) Knave B. Electric and Magnetic Fields and Health Outcomes An Overview. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1994;20:78-89.

- (88) Savitz DA. Overview of Epidemiologic Research on Electric and Magnetic Fields and Cancer. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1993;54:197-204.
- (89) Theriault G. *Electromagnetic Fields*. Epidemiology of Work Related Diseases, C. McDonald, Editor; BMJ Publishing Group, London, pages 63-86, 56 references; 1995.
- (90) Demers PA, Thomas DB, Rosenblatt KA et al. Occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer in men. *Am J Epidemiol* 1991;134:340-347.
- (91) Mack W, Preston-Martin S, Peters JM. Astrocytoma risk related to job exposure to electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1991;12:57-66.
- (92) Armstrong BG, Deadman JE, Theriault G. Comparison of Indices of Ambient Exposure to 60-Hertz Electric and Magnetic Fields. *Bioelectromagnetics*, 1990;11:337-347.
- (93) Garland FC, Shaw E, Gorham ED, Garland CF, White MR, Sinsheimer PJ. Incidence of Leukemia in Occupations with Potential Electromagnetic Field Exposure in United States Navy Personnel. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 132, No. 2, pages 293-303, 68 references; 1990.
- (94) Dennis JH, Mortazavi SB, French MJ, Hewitt PJ, Redding CR. The effects of welding parameters on ultra-violet light emissions, ozone and CrVI formation in MIG welding. *Ann Occup Hyg* 1997;41:95-104.
- (95) Shah CP, Weis E, Lajous M, Shields JA, Shields CL. Intermittent and chronic ultraviolet light exposure and uveal melanoma: a meta-analysis. *Ophthalmology* 2005;112:1599-1607.
- (96) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Chromium, nickel and welding. *World Health Organization , Distribution and Sales Service , 1211 Genève 27, Switzerland, 1990; 677p.*
- (97) Stern RM. Process-Dependent Risk of Delayed Health Effects for Welders. *Environmental Health Perspectives*, 1981, vol. 41, 235-253.
- (98) Stern RM. *Assessment of risk of lung cancer for welders*. Svejsecentralen, Park Allé 345, 2600 Glostrup, København, Denmark, 1982. 16p. 51 ref..
- (99) Stern RM. Assessment Of Risk Of Lung Cancer For Welders. *Archives of Environmental Health*, 1983;38:148-155.
- (100) Gallagher RP, Threlfall WJ. Cancer mortality in metal workers. *Canadian Medical Association Journal* 1 Dec 1983, 1983;129:1191-1194.
- (101) Gallagher RP, Salisbury D, Band PR, Threlfall WJ. *Lung cancer in metalworkers*. Journal of Occupational Medicine; Aug.; Vol.33, No.8, p.901-902. 6 ref., 1991.
- (102) Langard S, Stern RM. *Nickel in Welding Fumes A Cancer Hazard to Welders A Review of Epidemiological Studies on Cancer in Welders*. SUNDERMAN, F. W., JR. ET AL. (ED.). IARC (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER) SCIENTIFIC PUBLICATIONS, NO. 53. NICKEL IN THE HUMAN ENVIRONMENT; MEETING, LYON, FRANCE, MAR. 8-11, 1983. XXIII+530P. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER: LYON, FRANCE. ILLUS. ISBN 0-19-723059-8.; 0 (0). 1984 (RECD. 1985). 95-104.
- (103) Stern RM, Berlin A, Fletcher A, Hemminki K, Jarvisalo J, Peto J. International Conference On Health Hazards And Biological Effects Of Welding Fumes And Gases, Copenhagen, 18-21 February 1985. Summary Report. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1986;57:237-246.

- (104) Sjögren B. *Respiratory disorders and biological monitoring among electric-arc welders and brazers*. Arbete och Hälsa 1985;9. Solna, Arbetarskyddsstyrelsen: Arbete och Hälsa 1985;9. Solna, Arbetarskyddsstyrelsen, 1985.
- (105) Sjogren B. A retrospective cohort study of mortality among stainless steel welders. *Scand J Work Environ Health* 1980;6:197-200.
- (106) Moulin JJ, Diebold F, Limasset JC. Cancer risk among welders - A review of the epidemiological evidence. Risque de cancer chez les soudeurs - Revue bibliographique des enquêtes épidémiologiques. *Cahiers de notes documentaires - Sécurité et hygiène du travail*; 4th Quarter 1991, No.145, Note No.1854-145-91, p.679-691. 23 ref.
- (107) Beaumont JJ, Weiss NS. Lung cancer among welders. *Journal of Occupational Medicine Dec.*; 1981;23:839-844.
- (108) Sjogren B, Hogstedt, C., Malker H. *Chromium And Asbestos As Two Probable Risk Factors In Lung Cancer Among Welders*. Journal of Occupational Medicine, Vol. 24, No. 11, pages 874-875, 2 references; 1982.
- (109) Becker N, Claude J, Frentzel-Beyme R. Cancer risk of arc welders exposed to fumes containing chromium and nickel. *Scand J Work Environ Health* 1985;11:75-82.
- (110) Sjögren B, Gustavsson A, Hedström L. *Mortality in two cohorts of welders exposed to high- and low-levels of hexavalent chromium*. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health; June; Vol.13, No.3, p.247-251, 31 ref., 1987.
- (111) Tola S, Kalliomaki PL, Pukkala E, Asp S, Korkala ML. Incidence of cancer among welders, platers, machinists, and pipe fitters in shipyards and machine shops. *Br J Ind Med* 1988;45:209-218.
- (112) Olsen J, Sabroe S, Lajer M. *Welding And Cancer Of The Larynx: A Case-Control Study*. European Journal of Cancer and Clinical Oncology, Vol. 20, No. 5, pages 639-643, 14 references; 1984.
- (113) Silverstein M, Maizlish N, Park R, Mirer F. Mortality Among Workers Exposed To Coal Tar Pitch Volatiles And Welding Emissions: An Exercise In Epidemiologic Triage. *American Journal of Public Health*, 1985;75:1283-1287.
- (114) HULL C.J., DOYLE E., PETERS J.M., GARABRANT D.H. Case-control study of lung cancer in Los Angeles county welders. *American Journal of Industrial Medicine , Etats-Unis*, 1989;16(1):103-112.
- (115) Simonato L, Fletcher AC, Andersen A et al. A historical prospective study of European stainless steel, mild steel, and shipyard welders. *Br J Ind Med* 1991;48:145-154.
- (116) Gerin M, Fletcher AC, Gray C, Winkelmann R, Boffetta P, Simonato L. Development and use of a welding process exposure matrix in a historical prospective study of lung cancer risk in European welders. *Int J Epidemiol* 1993;22 Suppl 2:S22-S28.
- (117) Moulin JJ, Wild P, Haguenoer JM et al. A mortality study among mild steel and stainless steel welders. *Br J Ind Med* 1993;50:234-243.
- (118) Hansen KS, Lauritsen JM, Skytthe A. Cancer incidence among mild steel and stainless steel welders and other metal workers. *Am J Ind Med* 1996;30:373-382.
- (119) de Silva SR, Bundy ED, Smith PD, Gaydos JC. A geographical information system technique for record-matching in a study of cancer deaths in welders. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine* 1999;41:464-468.

- (120) Becker N, Chang-Claude J, Frentzel-Beyme R. Risk of cancer for arc welders in the Federal Republic of Germany: results of a second follow up (1983-8). *Br J Ind Med* 1991;48:675-683.
- (121) Becker N. Cancer mortality among arc welders exposed to fumes containing chromium and nickel. Results of a third follow-up: 1989-1995. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine* 1999;41:294-303.
- (122) Danielsen TE, Langard S, Andersen A. Incidence of cancer among Norwegian boiler welders. *Occup Environ Med* 1996;53:231-234.
- (123) Lauritsen JM, Hansen KS. Lung cancer mortality in stainless steel and mild steel welders : a nested case-referent study. *Am J Ind Med* 1996;30:383-391.
- (124) Moulin JJ. A meta-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*; Apr. 1997, Vol.23, No.2, p.104-113. 73 ref.
- (125) Steenland K. Ten-year update on mortality among mild-steel welders. *Scand J Work Environ Health* 2002;28:163-167.
- (126) Antonini J, Lewis A, Roberts J, Whaley D. *Pulmonary effects of welding fumes: review of worker and experimental animal studies*. *Am J Ind Med* 2003 Apr; 43(4):350-360.
- (127) Antonini JM. *Health effects of welding*. *Crit Rev Toxicol* 2003 Jan; 33(1):61-103, 2003.
- (128) Siew SS, Kauppinen T, Kyyronen P, Heikkila P, Pukkala E. Exposure to iron and welding fumes and the risk of lung cancer. *Scand J Work Environ Health* 2008;34:444-450.
- (129) Sjögren B, Stagis HK, Kjuus H, Persson PG. *Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer - A meta-analysis*. *Occupational and Environmental Medicine*; May 1994, Vol.51, No.5, p.335-336.
- (130) Gérin M, Siemiatycki J, Begin D et al. Epidemiological monitoring system for discovering carcinogens in the Montreal working environment: a progress report. *Travail et Santé Autumn* 1986;2:42-46.
- (131) *Chromium and chromium compounds: chromium metal (Group 3), trivalent chromium compounds (Group 3), hexavalent chromium compounds (Group 1)*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:Suppl. 7 (1987) pp. 165-8.
- (132) Sunderman FWJr. *The current status of nickel carcinogenesis*. *Ann Clin Lab Sci* 1973 May; 3(3):156-180.
- (133) *Nickel and nickel compounds (group 1)*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:Suppl. 7 (1987) pp 264-9.
- (134) Longstaff E, Walker AIT, Jackh R. *Nickel Oxide: Potential Carcinogenicity A Review And Further Evidence*. Nickel in the Human Environment, IARC Scientific Publication No. 53, pages 235-243, 37 references, 1984.
- (135) Hayes RB. Review of Occupational Epidemiology of Chromium Chemicals and Respiratory Cancer. *Science of the Total Environment*, 1988;71(3):331-9.
- (136) Langard S. Role of Chemical Species and Exposure Characteristics in Cancer among Persons Occupationally Exposed to Chromium Compounds. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1993;19(suppl. 1):81-9.
- (137) Langard S. Nickel-related cancer in welders. *Sci Total Environ* 1994;148:303-309.

- (138) Popp W, Vahrenholz C, Schmeiding W, Krewet E. Investigations of the frequency of DNA strand breakage and cross-linking and of sister chromatid exchange in the lymphocytes of electric welders exposed to chromium-and nickel-containing fumes. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, RFA, 1991;63(2):115-120.
- (139) Jakobsson K, Mikoczy Z, Skerfving S. *Deaths and tumours among workers grinding stainless steel: A follow-up*. OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE; 1997; 54(11):825-829.
- (140) Gatto NM, Kelsh MA, Mai DH, Suh M, Proctor DM. Occupational exposure to hexavalent chromium and cancers of the gastrointestinal tract: a meta-analysis. *Cancer Epidemiol* 2010;34:388-399.
- (141) NIOSH. *Current Intelligence Bulletin 15 - Nitrosamines in Cutting Fluids*. NIOSH 1976 Oct:4 pages.
- (142) Garry VF, Jacobs DR, Kreiger RA, Nelson RL, Loeppky R, Harkins ME. *Integration of Laboratory and Epidemiologic Studies to Evaluate Genotoxic Exposure in Tool and Die Workers*. SORSA, M. AND H. NORPPA (ED.). PROGRESS IN CLINICAL AND BIOLOGICAL RESEARCH, VOL. 207. MONITORING OF OCCUPATIONAL GENOTOXICANTS; SATELLITE SYMPOSIUM TO THE FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL MUTAGENS, HELSINKI, FINLAND, JUNE 30-JULY 2, 1985. XIV+250P. ALAN R. LISS, INC.: NEW YORK, N.Y., USA. ILLUS. ISBN 0-8451-5057-X.; 0 (0). 1986. 183-194..
- (143) Mackerer CR. *Health Effects of Oil Mists: A Brief Review*. Toxicology and Industrial Health, Vol. 5, No. 3, pages 429-440, 31 references; 1989.
- (144) Thony C, Thony J, Lafontaine M, Limasset JC, Boulanger M, Gosgnach C. *Concentrations of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in some mineral oils - Study of the corresponding hazard (Concentrations en hydrocarbures polycycliques aromatiques cancérrogènes de quelques huiles minérales - Etude du risque correspondant)*. Archives des maladies professionnelles; Paris, France, Jan.-Feb. 1975, Vol.36, No.1-2, p.37-52. Illus. 14 ref.
- (145) Lindstedt G, Sollenberg J. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Occupational Environment*. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, Vol. 8, No. 8, pages 1-19, 88 references; 1982.
- (146) Boffetta P, Jourenkova N, Gustavsson P. *Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons*. CANCER CAUSES & CONTROL; 8 (3). 1997. 444-472.
- (147) Savitz DA. *Epidemiologic evidence on the carcinogenicity of metalworking fluids*. Applied Occupational and Environmental Hygiene; Nov. 2003, Vol.18, No.11, p.913-920. 16 ref.
- (148) Eisen EA, Tolbert PE, Monson RR, Smith TJ. Mortality studies of machining fluid exposure in the automobile industry I: A standardized mortality ratio analysis. *Am J Ind Med* 1992;22:809-824.
- (149) Hallock MF, Smith TJ, Woskie SR, Hammond SK. *Estimation of Historical Exposures to Machining Fluids in the Automotive Industry*. American Journal of Industrial Medicine, Vol. 26, No. 5, pages 621-634, 27 references; 1994.
- (150) Woskie SR, Virji MA, Hallock M, Smith TJ, Hammond SK. *Summary of the findings from exposure assessments for metalworking fluid mortality and morbidity studies*.

- Applied Occupational and Environmental Hygiene; Nov. 2003, Vol.18, No.11, p.855-864. Illus. 65 ref.
- (151) Tolbert PE, Eisen EA, Pothier LJ, Monson RR, Hallock MF, Smith TJ. Mortality studies of machining-fluid exposure in the automobile industry. II. Risks associated with specific fluid types. *Scand J Work Environ Health* 1992;18:351-360.
- (152) Eisen EA, Tolbert PE, Hallock MF, Monson RR, Smith TJ, Woskie SR. Mortality studies of machining fluid exposure in the automobile industry. III: A case-control study of larynx cancer. *Am J Ind Med* 1994;26:185-202.
- (153) Zeka A, Eisen EA, Kriebel D, Gore R, Wegman DH. Risk of upper aerodigestive tract cancers in a case-cohort study of autoworkers exposed to metalworking fluids. *Occup Environ Med* 2004;61:426-431.
- (154) Bardin JA, Eisen EA, Tolbert PE et al. Mortality studies of machining fluid exposure in the automobile industry. V: A case-control study of pancreatic cancer. *Am J Ind Med* 1997;32:240-247.
- (155) Sullivan PA, Eisen EA, Woskie SR et al. Mortality studies of metalworking fluid exposure in the automobile industry: VI. A case-control study of esophageal cancer. *Am J Ind Med* 1998;34:36-48.
- (156) Thurston SW, Eisen EA, Schwartz J. Smoothing in survival models: an application to workers exposed to metalworking fluids. *Epidemiology* 2002;13:685-692.
- (157) Friesen MC, Costello S, Eisen EA. Quantitative exposure to metalworking fluids and bladder cancer incidence in a cohort of autoworkers. *Am J Epidemiol* 2009;169:1471-1478.
- (158) Malloy EJ, Miller KL, Eisen EA. Rectal cancer and exposure to metalworking fluids in the automobile manufacturing industry. *Occup Environ Med* 2007;64:244-249.
- (159) Bardin JA, Gore RJ, Wegman DH, Kriebel D, Woskie SR, Eisen EA. Registry-based case-control studies of liver cancer and cancers of the biliary tract nested in a cohort of autoworkers exposed to metalworking fluids. *Scand J Work Environ Health* 2005;31:205-211.
- (160) Thompson D, Kriebel D, Quinn MM, Wegman DH, Eisen EA. Occupational exposure to metalworking fluids and risk of breast cancer among female autoworkers. *Am J Ind Med* 2005;47:153-160.
- (161) Jarvholm B, Lavenius B. Mortality And Cancer Morbidity In Workers Exposed To Cutting Fluids. *Arch Environ Health* 1987;42:361-366.
- (162) Park RM, Wegman DH, Silverstein MA, Maizlish NA, Mirer FE. *Causes of death among workers in a bearing manufacturing plant*. American Journal of Industrial Medicine; May 1988, Vol.13, No.5, p.569-580. Bibl.ref.
- (163) Park RM. *Medical insurance claims and surveillance for occupational disease: analysis of respiratory, cardiac, and cancer outcomes in auto industry tool grinding operations*. J Occup Environ Med 2001 Apr; 43(4):335-346.
- (164) Russi M, Dubrow R, Flannery JT, Cullen MR, Mayne ST. Occupational exposure to machining fluids and laryngeal cancer risk: contrasting results using two separate control groups. *Am J Ind Med* 1997;31:166-171.
- (165) Jarvholm B, Lavenius B. Mortality And Cancer Morbidity In Workers Exposed To Cutting Fluids. *Arch Environ Health* 1987;42:361-366.

- (166) Gonzalez CA, Lopez-Abente G, Errezola M et al. Occupation and Bladder Cancer in Spain: A Multi-Centre Case-Control Study. *International Journal of Epidemiology*, 1989;18(3):569-77.
- (167) Steineck G, Plato N, Norell SE, Hogstedt C. *Urothelial cancer and some industry-related chemicals: an evaluation of the epidemiologic literature*. American Journal of Industrial Medicine; 1990, Vol.17, No.3, p.371-391. Illus. Bibl.ref.
- (168) Yamaguchi N, Watanabe S, Okubo T, Takahashi K. Work-Related Bladder Cancer Risks in Male Japanese Workers: Estimation of Attributable Fraction and Geographical Correlation Analysis. *Japanese Journal of Cancer Research (Gann)*, 1991;82:624-631.
- (169) Notani PN, Shah P, Jayant K, Balakrishnan V. Occupation and cancers of the lung and bladder - A case-control study in Bombay. *International Journal of Epidemiology Apr* 1993;22:185-191.
- (170) Siemiatycki J, Dewar R, Nadon L, Gérin M, Richardson L, Wacholder S. *Associations between several sites of cancer and twelve petroleum-derived liquids*. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health; Dec. 1987, Vol.13, No.6, p.493-504. 43 ref.
- (171) Teschke K, Morgan MS, Checkoway H et al. *Surveillance of nasal and bladder cancer to locate sources of exposure to occupational carcinogens*. OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE; 1997, 54(6):443-451.
- (172) Bosetti C, Pira E, La Vecchia C. Bladder cancer risk in painters: a review of the epidemiological evidence, 1989-2004. *Cancer causes & control : CCC* 2005;16:997-1008.
- (173) Chiazzè LJr, Ference LD, Wolf PH. Mortality among automobile assembly workers. I. Spray painters. *Journal of occupational medicine : official publication of the Industrial Medical Association* 1980;22:520-526.
- (174) Englund A. Cancer incidence among painters and some allied trades. *J Toxicol Environ Health* 1980;6:1267-1273.
- (175) Matanoski GM, Stockwell HG, Diamond EL et al. A cohort mortality study of painters and allied tradesmen. *Scand J Work Environ Health* 1986;12:16-21.
- (176) Stockwell HG, Matanoski GM. A case-control study of lung cancer in painters. *Journal of occupational medicine : official publication of the Industrial Medical Association* 1985;27:125-126.
- (177) Sullivan PA, Bang KM, Hearl FJ, Wagner GR. Respiratory Disease Risks in the Construction Industry. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 1995;10:313-334.
- (178) Baker EL. A Review of Recent Research on Health Effects of Human Occupational Exposure to Organic Solvents. A Critical Review. *Journal of Occupational Medicine*, 1994;36:1079-1092.
- (179) *White spirit (stoddard solvent)*. Environmental Health Criteria Vol:187 (1996) 166 p.
- (180) Dalager NA, Mason TJ, Fraumeni JF, Hoover R, Payne WW. Cancer Mortality Among Workers Exposed to Zinc Chromate Paints. *Journal of Occupational Medicine*, Vol.. 22, No. 1, pages 25-29, 25 references; 1980.
- (181) Aronson KJ, Howe GR, Carpenter M, Fair ME. Surveillance of potential associations between occupations and causes of death in Canada, 1965-91. *Occupational and Environmental Medicine Apr* 1999, 1999;56:265-269.

- (182) Guberan E, Usel M, Raymond L, Tissot R, Sweetnam PM. Disability, mortality, and incidence of cancer among Geneva painters and electricians: a historical prospective study. *Br J Ind Med* 1989;46:16-23.
- (183) Skov T, Weiner J, Pukkala E, Malker H, Andersen A, Lynge E. Risk for cancer of the pharynx and oral cavity among male painters in the Nordic countries. *Arch Environ Health* 1993;48:176-180.
- (184) Terstegge CW, Swaen GM, Slangen JJ, Van Vliet C. Mortality patterns among commercial painters in the Netherlands. *International Journal of Occupational and Environmental Health, Etats-Unis, vol 1, n° 4, octobre-décembre 1995, pp 303-310.*
- (185) Steenland K, Palu S. Cohort mortality study of 57,000 painters and other union members: a 15 year update. *Occup Environ Med* 1999;56:315-321.
- (186) Bethwaite PB, Pearce N, Fraser J. Cancer risks in painters: study based on the New Zealand Cancer Registry. *Br J Ind Med* 1990;47:742-746.
- (187) Lindquist R, Nilsson B, Eklund G, Gahrton G. Increased risk of developing acute leukemia after employment as a painter. *Cancer* 1987;60:1378-1384.
- (188) Jensen OM, Wahrendorf J, Knudsen JB, Sorensen BL. The Copenhagen case-referent study on bladder cancer. Risks among drivers, painters and certain other occupations. *Scand J Work Environ Health* 1987;13:129-134.
- (189) Myslak ZW, Bolt HM, Brockmann W. Tumors of the urinary bladder in painters: a case-control study. *Am J Ind Med* 1991;19:705-713.
- (190) Guha N, Merletti F, Steenland NK, Altieri A, Cogliano V, Straif K. Lung cancer risk in painters: a meta-analysis. *Environ Health Perspect* 2010;118:303-312.
- (191) Guha N, Steenland NK, Merletti F, Altieri A, Cogliano V, Straif K. Bladder cancer risk in painters: a meta-analysis. *Occup Environ Med* 2010;67:568-573.
- (192) Bachand A, Mundt KA, Mundt DJ, Carlton LE. Meta-analyses of occupational exposure as a painter and lung and bladder cancer morbidity and mortality 1950-2008. *Crit Rev Toxicol* 2010;40:101-125.
- (193) Clayson DB. *Occupational bladder cancer*. Preventive Medicine; New York, USA, 1976, Vol.5, p.228-244. Illus. 59 ref.
- (194) Clayson DB. *Specific Aromatic Amines As Occupational Bladder Carcinogens*. Carcinogenic and Mutagenic N-Substituted Aryl Compounds, National Cancer Institute Monograph No. 58, NIH Publication No. 81-2379, pages 15-19, 39 references; 1981.
- (195) Golka K, Kempkes M, Flieger A, Blaszkewicz M, Bolt HM. Overrepresentation of the slow acetylator phenotype in painters suffering from urinary bladder cancer. *La Medicina del lavoro* 1997;88:425-426.
- (196) Golka K, Weistenhofer W, Jedrusik P, Geller F, Blaszkewicz M, Bolt HM. N-acetyltransferase 2 phenotype in painters with bladder cancer and controls. *Ann Acad Med Singapore* 2001;30:464-467.
- (197) Yasunaga Y, Nakanishi H, Naka N et al. *Alterations of the p53 gene in occupational bladder cancer in workers exposed to aromatic amines*. LABORATORY INVESTIGATION; 1997; 77(6):677-684.
- (198) Painting, firefighting, and shiftwork. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 2010;98:9-764.
- (199) McMichael AJ. Carcinogenicity of benzene, toluene and xylene: epidemiological and experimental evidence. *IARC Sci Publ* 1988;3-18.

- (200) Kaminski R, Geissert KS, Dacey E. Mortality analysis of plumbers and pipefitters. *Journal of occupational medicine : official publication of the Industrial Medical Association* 1980;22:183-189.
- (201) Cantor K, Sontag J, Held M. *Patterns of Mortality Among Plumbers and Pipefitters*. 16TH ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY FOR EPIDEMIOLOGIC RESEARCH, WINNIPEG, MANITOBA, CANADA, JUNE 15-17, 1983. *AM J EPIDEMIOL*; 1983; 118(3):431-432.
- (202) Acheson ED, Cowdell RH, Rang EH. Nasal cancer in England and Wales: an occupational survey. *British Journal of Industrial Medicine Aug 1981*, 1981;38:218-224.
- (203) *Carpentry and joinery*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:25 (1981) pp 139-56.
- (204) Hernberg S, Westerholm P, Schultz-Larsen K et al. *Nasal and sinonasal cancer*. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health; Aug. 1983, Vol.9, No.4, p.315-326. 31 ref..
- (205) *Wood industries: carpentry and joinery (Group 2B)*. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans Vol:Suppl. 7 (1987) pp 378-80.
- (206) Wilbourn J, Heseltine E, Moller H. IARC evaluates wood dust and formaldehyde. International Agency for Research on Cancer. *Scand J Work Environ Health* 1995;21:229-232.
- (207) Jansing PJ, Chanda R, Gore C, Kupper T. Profiles of occupational exposure in patients with wood dust-induced nasal carcinoma. *Int J Occup Med Environ Health* 2003;16:329-335.
- (208) Fletcher DE. A mortality study of shipyard workers with pleural plaques. *Br J Ind Med* 1972;29:142-145.
- (209) Hodgson JT, Darnton A. Mesothelioma risk from chrysotile. *Occup Environ Med* 2010;67:432.
- (210) Loomis D, Dement JM, Wolf SH, Richardson DB. Lung cancer mortality and fibre exposures among North Carolina asbestos textile workers. *Occup Environ Med* 2009;66:535-542.
- (211) Sont WN, Zielinski JM, Ashmore JP et al. First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada. *Am J Epidemiol* 2001;153:309-318.
- (212) Guha N, Steenland NK, Merletti F, Altieri A, Cogliano V, Straif K. Bladder cancer risk in painters: a meta-analysis. *Occup Environ Med* 2010;67:568-573.

ANNEXE 1 – RECHERCHE DES RÉFÉRENCES

Voici la description de la stratégie de recherche employée par l'IRSSST pour répertorier l'ensemble original de références sur lesquelles repose la présente revue.

PUBMED

Epidemiologic Studies[MESH] OR epidemiologic[TIAB] OR Epidemiological[TIAB] OR epidemiology[TIAB] OR Case-Control[TIAB] OR Cohort[TIAB] OR Cross-Sectional[TIAB] OR Meta-Analysis[TIAB] OR Meta-Analysis[Publication Type]

AND

shipyard*[TIAB] OR ship[TIAB] OR ships[TIAB] OR ships[MESH]

AND

cancer*[TIAB] OR neoplasm[TIAB] OR neoplasms[TIAB] OR Neoplasms[MESH]

+

Labourer*[TIAB] OR Maintenance[TIAB] OR Burner*[TIAB] OR Steel worker[TIAB] OR Pipefitter*[TIAB] OR Sheet metal worker[TIAB] OR Crane operator[TIAB] OR Electrician*[TIAB] OR Painter*[TIAB] OR Rigger*[TIAB] OR Joiner*[TIAB] OR Oiler*[TIAB] OR Greaser*[TIAB] OR Welder*[TIAB] OR sandblast*[TIAB] OR blazing[TIAB] OR soldering[TIAB] OR buffing[TIAB] OR welding[TIAB] OR grinding[TIAB] OR Metal grinding fluid*[TIAB] OR Metal cutting fluid*[TIAB] OR EDM fluid*[TIAB] OR Machining fluid*[TIAB] OR Metalworking fluid*[TIAB] OR Cutting fluid*[TIAB]

AND

Epidemiologic Studies[MESH] OR epidemiologic[TIAB] OR Epidemiological[TIAB] OR epidemiology[TIAB] OR Case-Control[TIAB] OR Cohort[TIAB] OR Cross-Sectional[TIAB] OR Meta-Analysis[TIAB] OR Meta-Analysis[Publication Type]

AND

cancer*[TIAB] OR neoplasm[TIAB] OR neoplasms[TIAB] OR Neoplasms[MESH]

OSH UPDATE

Labourer* OR Engine Fitter OR Maintenance mechanic OR Burner* OR Steel worker OR Pipefitter* OR Sheet metal worker OR Crane operator OR Electrician* OR Painter* OR Rigger* OR Joiner* OR Oiler* OR Greaser* OR Welder* OR sandblast* OR waterblast* OR blazing OR soldering OR buffing OR welding OR grinding OR Fluide* de coupe OR Metal grinding fluid* OR Metal cutting fluid* OR EDM fluid* OR Machining fluid* OR Metalworking fluid* OR Cutting fluid* / All fields

AND

cancer* OR Neoplasm* / All fields

AND

Epidemiologic OR Epidemiological OR epidemiology OR Case-Control OR Cohort OR Cross-Sectional / All fields

NOT

Construction OR building*

+

Epidemiologic OR Epidemiological OR epidemiology OR Case-Control OR Cohort OR Cross-Sectional

AND

shipyard* OR ship*

AND

cancer* OR Neoplasm*

CCHST

((sandblast* OR waterblast* OR blazing OR soldering OR buffing OR welding OR grinding OR Fluide* de coupe OR Metal grinding fluid* OR Metal cutting fluid* OR EDM fluid* OR Machining fluid* OR Metalworking fluid* OR Cutting fluid* OR Labourer* OR Engine Fitter OR Maintenance mechanic OR Burner* OR Steel worker OR Pipefitter* OR Sheet metal worker OR Crane operator OR Electrician* OR Painter* OR Rigger* OR Joiner* OR Oiler* OR Greaser* OR Welder*) AND (cancer* OR Neoplasm*)) NOT (Construction OR building*)

+

(shipyard* OR ship*) AND (cancer* OR Neoplasm*)

TOXLINE

(Labourer* OR Engine Fitter OR Maintenance mechanic OR Burner* OR Steel worker OR Pipefitter* OR Sheet metal worker OR Crane operator OR Electrician* OR Painter* OR Rigger* OR Joiner* OR Oiler* OR Greaser* OR Welder*) AND (cancer* OR Neoplasm*) AND (epidemiologic*)

+

(Epidemiologic OR Epidemiological OR epidemiology OR Case-Control OR Cohort OR Cross-Sectional) AND (shipyard* OR ship*) AND (cancer* OR Neoplasm*)

ISST

((sandblast* OR waterblast* OR blazing OR soldering OR buffing OR welding OR grinding OR Fluide* de coupe OR Metal grinding fluid* OR Metal cutting fluid* OR EDM fluid* OR Machining fluid* OR Metalworking fluid* OR Cutting fluid*) AND (cancer* OR Neoplasm*)) NOT (Construction OR building*)