Campagne de détermination des Facteurs de Protection Assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage : Cas des appareils de protection respiratoire à adduction d'air

Sandrine Chazelet, Eric Silvente

▶ **To cite this version:**

Sandrine Chazelet, Eric Silvente. Campagne de détermination des Facteurs de Protection Assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage : Cas des appareils de protection respiratoire à adduction d'air. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 336, Institut National de Recherche et de Sécurité(INRS). 2015, 26p. hal-01428890

HAL Id: hal-01428890

https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01428890

Submitted on 6 Jan 2017

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

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

Institut National de Recherche et de Sécurité

note scientifique & technique

Campagne de détermination des Facteurs de Protection Assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage : Cas des appareils de protection respiratoire à adduction d'air

NS 336 NOTE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Campagne de détermination des Facteurs de Protection Assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage : Cas des appareils de protection respiratoire à adduction d'air

Sandrine Chazelet, Éric Silvente

Département Ingénierie des procédés

NS 336
juillet 2015

Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
Siège social : 65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
Centre de Lorraine : 1, rue du Morvan CS 60027 54519 Vandœuvre-les-Nancy cedex • Tél. 03 83 50 20 00

Table des matières

1 CADRE DE L'ETUDE 1

1.1 Contexte et objectifs de l'étude 1

1.2 Principales étapes de l'étude 2

2 DEMARCHE SUIVIE 3

2.1 Choix des APR 3

2.2 Mise au point du prototype de masques respiratoire 4

2.2.1 Cahier des charges pour la réalisation du prototype 4

2.2.2 Essais de validation en laboratoire 4

2.2.3 Simulation du dépôt dans le manchon 7

2.3 Certification des masques modifiés 8

2.4 Recherche de chantiers 9

2.5 Mise au point du mode opératoire de prélèvement 10

2.6 Mise au point du mode opératoire d'analyse 10

3 DEROULEMENT TYPE DU SUIVI D'UN CHANTIER 11

3.1 Test d'ajustement quantitatif 12

3.2 Equipement type d'un opérateur 13

3.3 Mode opératoire INRS 14

4 SYNTHESE 15

4.1 Empoussièrements extérieurs mesurés par processus 15

4.2 Expositions à l'intérieur des masques 18

5 RECOMMANDATIONS 20

5.1. Recommandations de premier niveau 20

5.1.1 Recommandation 1.a : Organiser une rotation des tâches 20

5.1.2 Recommandation 1.b: Renforcer la surveillance du chantier 21

5.1.3 Recommandation 1.c: Minimiser la coactivité autour de la source d'émission 21

5.1.4 Recommandation 1.d: Améliorer la préparation et le retrait du support amianté 21

5.1.5 Recommandation 1.e : Adapter le geste professionnel lors du burinage 21

5.1.6 Recommandation 1.f : Minimiser l'émission de poussières lors du ramassage des déchets 22

5.2 Recommandations de 2ème niveau 22
5.2.1 Recommandation 2.a : Augmenter le taux de renouvellement d'air 22
5.2.2 Recommandation 2.b : Se doter d'outils avec aspiration à la source 22
5.2.3 Recommandation 2.c: Positionner les entrées d'air de compensation de manière adéquate 22
5.2.4 Recommandation 2.d : Organisation du chantier et matériels d'aide à la manutention 23
5.2.5 Recommandation 2.e : Eloigner l'opérateur de la source par l'utilisation d'outils appropriés 23
5.2.6 Recommandation 2.f : Traitement des déchets de plâtre amianté 23
5.3 Recommandations protections individuelles 24
5.3.1 Recommandation 3.a : Utiliser des EPI plus performants 24
5.3.2 Recommandation 3.b : Se doter de survisières jetables 24
5.3.3 Recommandation 3.c : Habillage et procédure de décontamination 24
6 BILAN 24
7 BIBLIOGRAPHIE 25

1 CADRE DE L'ETUDE

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

Bien que l'amiante soit interdit de fabrication et d'importation depuis 1997 en France, les conséquences sanitaires de son utilisation antérieure vont être ressenties sur une très longue période. Ainsi, d'après l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) [1], d'ici 2050, 50 000 à 75 000 morts seront attribuables à une exposition à l'amiante ayant entraîné un cancer broncho-pulmonaire ou un mésothéliome. Près de 2 millions de travailleurs restent actuellement potentiellement exposés à l'amiante, dont environ la moitié dans le secteur du BTP. Parmi eux, environ 35000 travaillent dans le secteur du désamiantage.

Sur la base de ses travaux d'expertise sur la toxicité et la métrologie de l'amiante, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a notamment recommandé en 2009 l'abaissement de la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP-8h) de 100 à 10 f/L, la prise en compte des fibres fines d'amiante et le comptage des fibres par Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META). A la suite de ces recommandations, la Direction Générale du Travail avec l'appui scientifique et technique de l'INRS a organisé en 2010 une campagne de mesures de l'exposition aux fibres d'amiante où le secteur du désamiantage a été fortement représenté. 265 résultats d'exposition ont pu ainsi être collectés et transmis par les laboratoires accrédités chargés de réaliser les mesurages lors de cette campagne. Les évaluations visaient notamment l'étude de l'influence des techniques de retrait ou de traitement et du matériau traité sur l'empoussièrement généré, et celle de la répartition granulométrique des fibres comptées.

Publiés en novembre 2011, les résultats de cette campagne de prélèvements de grande ampleur ont ainsi mis en évidence des empoussièrements importants en particulier lors des opérations de retrait des plâtres amiantés (plus de 11 000 f/L en moyenne) et des flocages (plus de 6 000 f/L en moyenne) [2].

De plus, des calculs de l'exposition réelle des salariés participant à cette campagne ont été effectués en prenant en compte les valeurs préconisées actuellement par l'INRS [3] pour les Facteurs de Protection Assignés (FPA) des Appareils de Protection Respiratoire (APR) portés. Cependant, la validité de ces extrapolations peut être remise en question. En effet, les valeurs des FPA des APR utilisés par les opérateurs de désamiantage ont été obtenues lors de campagnes de terrain menées par l'INRS dans les années 90 avec une analyse par microscopie optique par contraste de phase (MOCP) [4, 5, 6, 7], technique moins performante et non équivalente à la META. L'acquisition de ces nouvelles connaissances sur

les empoussièrements doit s'accompagner d'une évaluation et d'une amélioration des solutions de protection des salariés au niveau collectif comme au niveau individuel.

La réglementation amiante a été modifiée le 1er juillet 2012 par décret nº 2012-639 du 4 mai 2012 relatif aux risques d'exposition à l'amiante afin de tenir compte des préconisations issues de l'exploitation de la campagne META. Elle intègre notamment le contrôle de l'empoussièrement en fibres d'amiante par la méthode META et, depuis le 1er juillet 2015, l'abaissement de la valeur limite d'exposition professionnelle de 100 f/L à 10 f/L en moyenne sur 8h.

Dans le cadre de son projet « Amiante-META », l'INRS a entrepris une étude dont l'objectif est d'évaluer la performance des appareils de protection respiratoire utilisés dans le cadre des chantiers de retrait de matériaux contenant des fibres d'amiante. Elle s'est focalisée sur l'évaluation des protections individuelles les plus performantes et couramment portées par les opérateurs du désamiantage, mais aussi sur l'observation des procédés utilisés sur les chantiers dans le but de définir les pratiques les plus efficaces en termes de réduction de l'empoussièrement notamment.

1.2 Principales étapes de l'étude

L'obtention des facteurs de protection des APR en situation réelle se heurte actuellement à l'absence de protocoles de détermination harmonisés, voire normatifs. Pour pallier ce manquement, les instituts de prévention européens, dont l'INRS, se sont coordonnés pour définir un protocole commun de mesures des facteurs de protection réelle des APR (projet PEROSH -Partnership for European Research in Occupational Safety and Health- sur la détermination des facteurs de protection des APR en situation réelle). Ces travaux actuellement en cours au département Ingénierie des Procédés de l'INRS permettent d'apporter un certain nombre d'éléments de méthodologie pour aborder la mesure des facteurs de protection des APR sur les chantiers de désamiantage. Ces éléments sont à la base de la démarche décrite ci-dessous.

Les principales étapes opérationnelles de l'étude ont été les suivantes :

a. inventaire puis acquisition des APR les plus performants *a priori*, ainsi que les plus utilisés sur les chantiers de désamiantage. Deux types d'APR ont été identifiés :
   - les appareils à ventilation assistée,
   - les appareils à adduction d'air.
b. mise au point du système de prélèvement à l'intérieur de l'APR ;
c. vérification de l'étanchéité de l'APR après modification ;

d. prise de contact avec les fabricants d'APR pour leur faire réaliser les masques modifiés suivant le prototype testé en laboratoire ;
e. réalisation des masques modifiés en petite série par les fabricants ;
f. certification CE de type des masques modifiés par les fabricants;
g. rédaction du mode opératoire réglementaire d'intervention en entreprise envoyé à l'inspection du travail et à la CARSAT;
h. prise de contact avec les entreprises du désamiantage ;
i. recueil des informations et des autorisations nécessaires à l'intervention de terrain auprès des entreprises participant à la campagne ;
j. organisation et conduite des campagnes de terrain par le personnel INRS ;
k. analyse des prélèvements par Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META) à l'INRS ;
l. traitement des résultats et analyse statistique ;

2 DEMARCHE SUIVIE

2.1 Choix des APR

Le port d'APR modifié par les opérateurs de désamiantage participant à cette étude a induit l'adoption d'une démarche particulière :

- sollicitation des fabricants des APR retenus pour l'étude afin de leur proposer de produire un lot spécifique de leur équipement doté d'un système de prélèvement interne au masque. Ce dispositif a été préalablement mis au point à l'INRS. Le fabricant devait alors suivre les procédures classiques menant à l'autorisation de mise sur le marché (certification, déclaration de conformité, etc.) ;
- établissement d'un protocole entre l'INRS et le fabricant pour la fabrication d'un lot d'APR adaptés aux prélèvements ;
- spécification par l'entreprise utilisatrice, dans son mode opératoire (via un avenant), de l'utilisation de ces APR particuliers, ainsi que les conditions d'usage limitées au cadre de l'étude INRS.

Pour l'évaluation des APR à adduction d'air, les deux fabricants SCOTT et Honeywell ont été sollicités. Les modèles de masques évalués lors de la campagne sont :

- le masque Vision 3 qui équipe le système RAS de chez SCOTT (fonctionnement à la demande à pression positive ou à débit continu à pression positive),

- le masque Cosmo qui équipe le système MC91 de chez Honeywell (fonctionnement à débit continu variable, réglé à 300 L/min minimum pour l'étude).

Des conventions ont été signées avec chacun des fabricants : le 24 avril 2013 avec le fabricant SCOTT et le 23 juillet 2014 avec le fabricant Honeywell.

2.2 Mise au point du prototype de masques respiratoire

2.2.1 Cahier des charges pour la réalisation du prototype

Le prélèvement d'amiante à l'intérieur du masque a été effectué suivant un protocole similaire à celui du prélèvement à l'extérieur du masque, c'est-à-dire sur cassette ouverte conformément à la norme XP X 43-269 [8]. Ces contraintes ont imposé le positionnement d'une cassette ouverte à l'intérieur du masque. Le prototype de masque modifié est décrit sur la figure 1.

Il est constitué d'un masque dont la visière est équipée d'un raccord fileté de type Rd40 et d'une cassette de prélèvement modifiée équipée du raccord fileté mâle permettant la fixation étanche et robuste de celle-ci sur le masque.

Figure 1 : prototype de masque modifié

2.2.2 Essais de validation en laboratoire

Des essais sur banc de test des APR et sur sujets volontaires ont été menés dans le cadre d'une pré-étude afin de s'assurer de l'étanchéité du masque après perçage et positionnement de la cassette ouverte dans la visière. La liste des tests réalisés est fournie dans le tableau 2.

Points étudiés	Protocole	Résultats
Performances des masques modifiés avec prélèvement à l'intérieur de la visière en fonctionnement par rapport aux performances des masques neufs non modifiés	• En cabine de test, sous atmosphère de NaCl • Sur sujets d'essais marchant sur un tapis • Avec deux analyseurs de la concentration en particules différents	Aucune dégradation de la protection respiratoire n'est mesurée, quel que soit le sujet, le modèle du masque ou le moyen de mesure → **figure 2**
Etanchéité des cassettes modifiées (test proposé dans le dossier technique de certification du masque modifié)	S'assurer de l'étanchéité du montage des cassettes modifiées en dépression dans une atmosphère chargée en NaCl	La perméance (rapport des concentrations aval sur amont) de cassettes modifiées est inférieure à celle requise pour un filtre P3 (NF EN 143, 2000) → **figure 3**
Représentativité du prélèvement dans la visière	• Sur tête factice et machine à respirer pour les différents modèles de masque • En cabine de test, sous atmosphère de NaCl	Le prélèvement dans la visière est représentatif de la concentration en particules inhalées par l'opérateur si la surpression dans le masque est maintenue, c'est-à-dire en l'absence d'une présence simultanée de fuite au visage et d'activité intense générant un débit respiratoire élevé. → **figure 4**
	• Sur tête factice et machine à respirer pour les modèles de masques à ventilation assistée en présence de fuites au visage • En cabine de test, sous atmosphère de NaCl	

Tableau 2 : liste des études menées en laboratoire

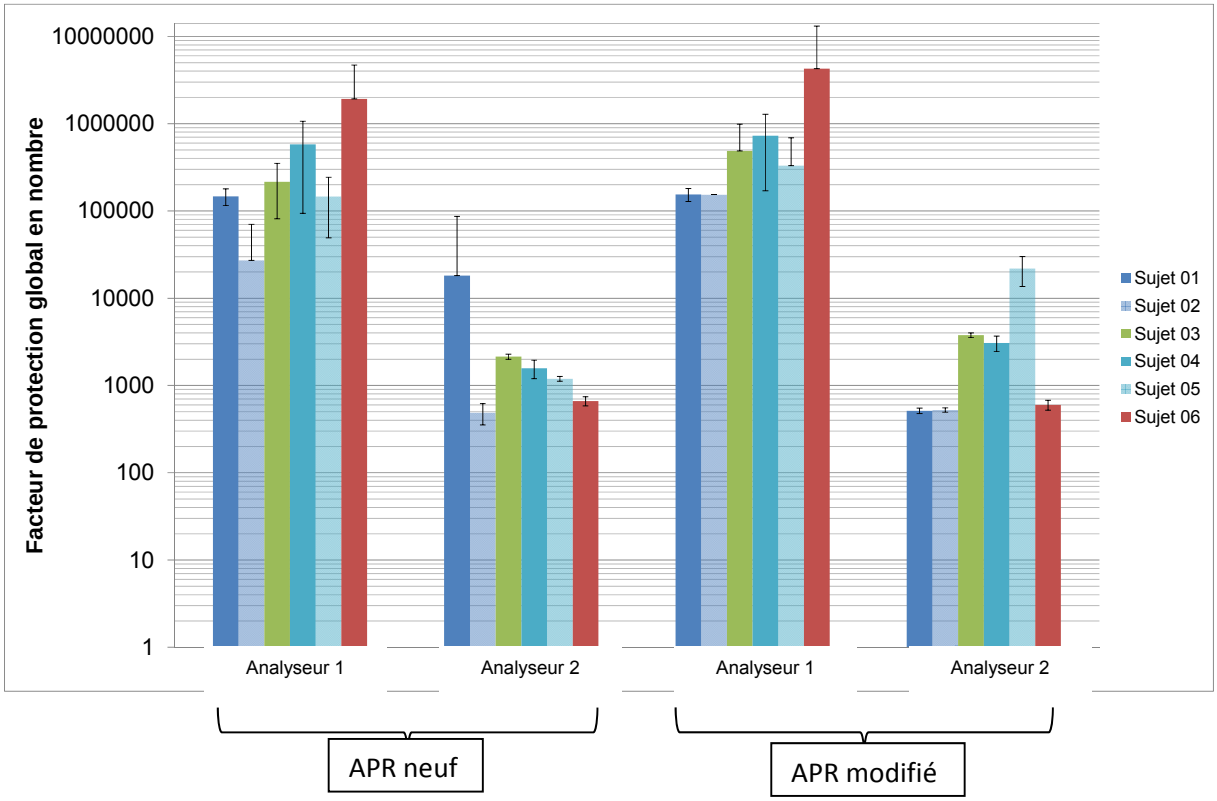

Figure 2 : résultat des comparaisons des performances des masques modifiés vis-à-vis des masques neufs (exemple du masque à adduction d'air MC91 (Honeywell))

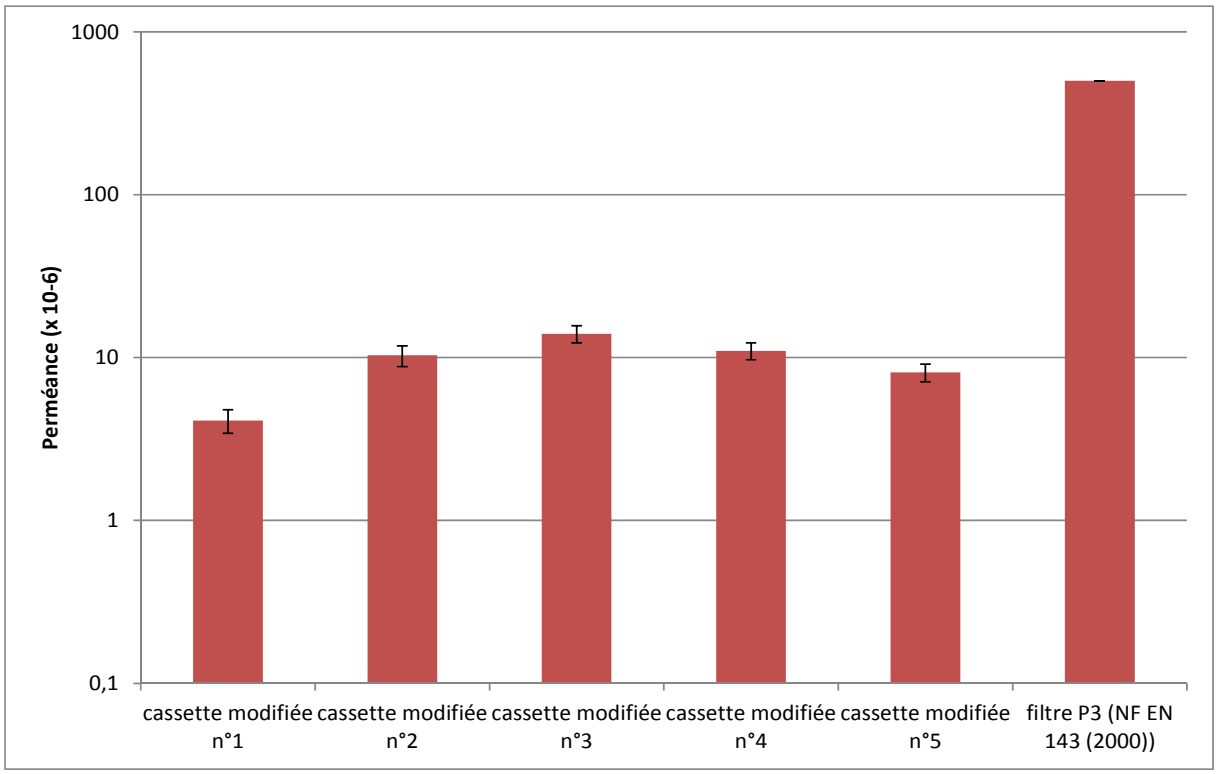

Figure 3 : perméance de 5 cassettes modifiées exemptes de filtre de prélèvement comparée à la perméance maximale admissible pour un filtre P3

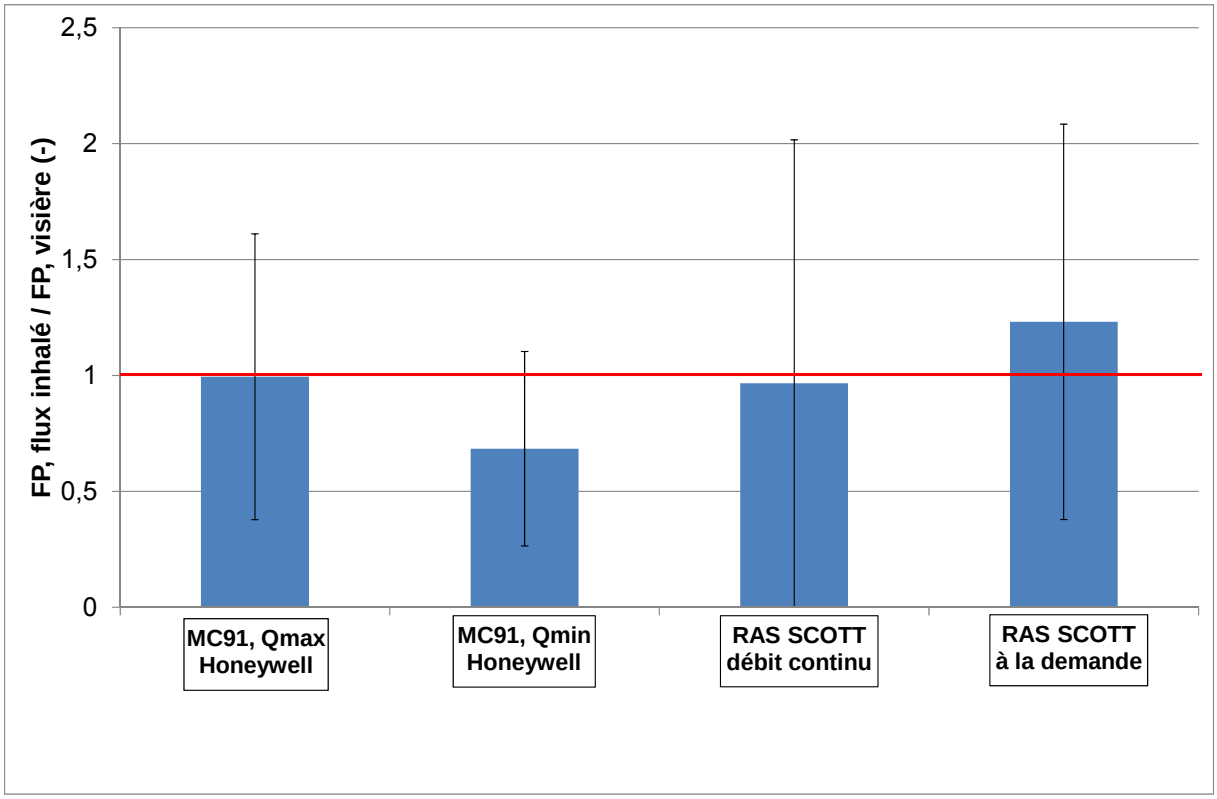

Figure 4 : comparaison des facteurs de protection mesurés via la visière ou via le flux inhalé par une tête factice, pour un réglage de la machine à respirer correspondant à une respiration intense (débit respiratoire moyen de 42 L/min)

2.2.3 Simulation du dépôt dans le manchon

Lors des campagnes de mesures, un dépôt de fibres a parfois été observé en dehors du filtre de prélèvement, à savoir notamment sur les parois internes du dispositif de prélèvement situées en amont du filtre de prélèvement, que l'on nomme manchon (figure 5).

Figure 5 : cassette modifiée pour le prélèvement à l'intérieur des masques respiratoires

Ces observations ont soulevé des interrogations sur la stratégie de prélèvement adoptée, notamment concernant la méthode à retenir pour évaluer correctement la concentration moyenne en fibres à l'intérieur du masque. Une étude par simulation numérique a donc été initiée afin d'apporter des éléments d'aide à la décision concernant la stratégie de prélèvement.

L'objectif de cette simulation a été d'évaluer s'il était nécessaire de prendre en compte ou non la fraction de fibre déposée dans le dispositif de prélèvement pour évaluer la concentration en fibres dans le masque. A cette fin, des simulations numériques des écoulements d'air et de fibres au voisinage du dispositif de prélèvement ont été réalisées.

Dans les limites des hypothèses de modélisation évaluées, en particulier la non-prise en compte des effets électrostatiques qui peuvent facilement augmenter les dépôts d'un facteur 10 ou plus [9], on peut considérer que le dispositif de prélèvement développé rend compte de manière satisfaisante de la concentration en fibres dans le masque.

Pour limiter au maximum le dépôt sur le manchon des systèmes de prélèvement, deux traitements ont été appliqués à chaque manchon :

- un polissage très fin limitant les aspérités risquant d'accroitre le dépôt.
- Une pulvérisation d'un spray antistatique sur toute la surface intérieure des manchons permettant de supprimer les effets électrostatiques aux parois.

Les manchons des chantiers ont par ailleurs été analysés systématiquement selon un protocole établi à l'INRS. Les résultats montrent que le dépôt sur les manchons n'est pas lié au prélèvement, ce qui confirme les résultats de la simulation.

2.3 Certification des masques modifiés

Les masques modifiés constitués d'une part d'une pièce faciale réalisée chez le fabricant intégrant le raccord dans la visière et d'autre part d'une cassette de prélèvement réalisée à l'INRS ont été certifiés par un organisme notifié (APAVE Sud Europe) conformément au référentiel de la norme EN 136 [10]. Les références des certificats sont listées ci-dessous pour les différents modèles de masques.

Modèle de masque modifié	Date du certificat	N° certificat
Vision 3 INRS (SCOTT)	17 septembre 2014	0082/2080/079/09/14/0316
Cosmo RD40 INRS (Honeywell)	22 décembre 2014	0082/236/079/12/14/0472

Tableau 3 : numéros des certificats des masques modifiés

2.4 Recherche de chantiers

L'expérimentation sur le terrain devant être réalisée en phase de retrait sur des chantiers de désamiantage, une étape de recrutement des entreprises susceptibles de participer à l'étude était nécessaire. Elle s'est déroulée auprès de différents organismes et à plusieurs reprises au cours de l'étude, sous forme de réunions d'information où le mode opératoire d'intervention INRS et le cahier des charges pour la participation à l'étude étaient présentés. Pour les essais sur les protections respiratoires à adduction d'air, des chantiers de niveau 3 (empoussièrement compris entre 6000 et 25000 fibres par litre) étaient recherchés.
Les relais utilisés ont été les suivants :

- Fédérations professionnelles : Le SYndicat du Retrait et du Traitement de l'Amiante et des autres polluants (SYRTA) a été informé dans le cadre d'une assemblée générale organisée par le syndicat le 15 novembre 2012. L'INRS a été amené à répondre à des questions posées par le SYRTA suite à cette présentation, portant notamment sur les caractéristiques du premier chantier, pilote, qui a été choisi pour valider le mode opératoire de prélèvement de l'INRS, sur la méthodologie d'évaluation du facteur de protection assigné et sur le test d'ajustement réalisé avec les masques modifiés. La Fédération Française du Bâtiment (FFB), réunissant le Groupement National Amiante (GNA), la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB), le Syndicat National de l'Isolation (SNI) et le Syndicat National des Entreprises de Démolition (SNED) ont pu être rencontrés lors d'une assemblée organisée le 27 novembre 2012. Le coordonnateur amiante de l'OPPBTP était également présent lors de cette réunion.
- Organismes certificateurs : Les organismes certificateurs des entreprises de désamiantage organisent annuellement une réunion à destination des auditeurs, permettant de faire le point sur les évolutions réglementaires, normatives et autres sujets d'intérêt sur l'amiante. La plupart des auditeurs ayant une activité connexe dans le domaine du désamiantage (maîtrise d'œuvre spécialisée, formateurs, bureau d'étude, architectes), l'opportunité de ces réunions a été saisie pour les informer de l'étude et recueillir leurs propositions éventuelles d'entreprises susceptibles de participer. Ainsi, une première information a été faite auprès des auditeurs d'AFNOR Certification le 18 décembre 2012, de QUALIBAT le 2 avril 2013 et de GLOBAL Certification le 3 mars 2015 (ce dernier organisme n'étant entré dans la certification qu'en 2014).

- Réseau prévention des CARSAT : l'INRS co-anime chaque année une réunion organisée par la CNAMTS avec les correspondants amiante du réseau prévention des CARSAT. Les CARSAT étant destinataires des plans de retrait « amiante » des entreprises, elles pouvaient ainsi être force de proposition pour des chantiers correspondant au cahier des charges de l'étude. L'information a été passée au cours de deux réunions annuelles, la première le 26 mars 2013 et la seconde le 13 octobre 2014.
- DGT et DIRECCTE : Depuis 2012, de nombreux échanges avec la DGT ont lieu lui permettant de diffuser l'information auprès des DIRECCTE qui sont également destinataires des plans de retrait « amiante ». Ainsi, les DIRECCTE et leurs Unités Territoriales ont proposé des chantiers à l'INRS.
- Autres : Dans le cadre d'un article paru dans Travail sécurité (Amiante : faire efficace en toute simplicité, TS n° 757, janvier 2015), une communication sur l'étude a également été faite.

On notera que plusieurs entreprises se sont portées volontaires directement auprès de l'INRS après avoir pris connaissance de l'étude suite aux actions de communication réalisées auprès des différents organismes précités. Chaque fois qu'un chantier était proposé, la validité de la certification de l'entreprise et l'absence de mise en demeure et d'injonction en cours étaient vérifiées.

2.5 Mise au point du mode opératoire de prélèvement

Dans le respect de la réglementation, un mode opératoire réglementaire a été élaboré et décrit les opérations de prélèvements effectuées en zone par les agents ainsi que les phases de décontamination du matériel de prélèvement qui entre en zone amiantée et qui seront explicitées dans la partie *3. Déroulement type du suivi d'un chantier* du présent rapport.

2.6 Mise au point du mode opératoire d'analyse

Comme indiqué précédemment (§ 2.2.) les prélèvements à l'intérieur et à l'extérieur du masque ont été effectués dans les mêmes conditions que celles décrites dans la norme XP X 43-269 (2012) [8], intitulée « Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement sur filtre à membrane pour la détermination de la concentration en nombre de fibres par les techniques de microscopie : MOCP, MEBA et META » respectant les préconisations ci-après :

- débit de prélèvement : 3 L/min ;
- cassette ouverte en plastique conducteur à l'électricité à 4 étages, de 37 mm de diamètre et équipée d'un tampon et d'une membrane en ester de cellulose.

La sensibilité analytique a été fixée à 1 f/L dans la perspective du prochain abaissement de la valeur limite. Afin d'atteindre cette sensibilité d'analyse, les filtres des prélèvements intérieurs ont été intégralement traités.

La durée du prélèvement à l'intérieur du masque correspond à la totalité du temps passé en zone, soit environ 2h par poste. La durée du prélèvement ambiant au niveau des voies respiratoires de l'opérateur est ajustée en fonction du processus étudié. Elle est généralement d'environ 1h avec deux prélèvements effectués pendant un poste de travail. Concernant ces filtres extérieurs, des portions variables de chacun des deux filtres couvrant une vacation ont été traitées conjointement pour ne donner lieu qu'à une seule valeur de concentration.

Les prélèvements ont été analysés par META avec un comptage des fibres d'amiante en distinguant les 3 classes granulométriques suivantes : fibres OMS (Longueur $L \geq 5\mu m$, diamètre $0,2\ \mu m < D < 3\ \mu m$, $L/D \geq 3$), fibres fines ($L \geq 5\ \mu m$, $D \leq 0,2\ \mu m$, $L/D \geq 3$), fibres courtes ($L < 5\ \mu m$, $D < 3\ \mu m$, $L/D \geq 3$). Le comptage est effectué par META selon les spécifications de la norme NF X 43-050 « Qualité de l'air – Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission – Méthode indirecte (Janvier 1996) » [11].

3 DEROULEMENT TYPE DU SUIVI D'UN CHANTIER

Le chantier fait tout d'abord l'objet d'une prévisite permettant de rencontrer l'encadrement et les opérateurs de l'entreprise, de visiter le chantier et de présenter le matériel de prélèvement et les procédures suivies par les agents INRS. L'entreprise utilisatrice spécifie ensuite dans son mode opératoire (via un avenant), l'utilisation de ces APR particuliers, ainsi que leurs conditions d'usage limité au cadre de l'étude INRS. Le chantier se déroule en deux temps :

- le jour d'arrivée sur le chantier, après installation du matériel, un agent INRS fait passer un test d'ajustement quantitatif à chacun des opérateurs suivis pendant le chantier équipé du masque modifié qui lui a été attribué. Le protocole de test suivi est présenté dans le paragraphe 3.1,

- les prélèvements ont ensuite lieu les 3 jours suivants, durant les trois vacations quotidiennes des opérateurs suivis ainsi que sur l'agent INRS qui suit les prélèvements en zone. L'équipement type d'un opérateur est décrit dans le paragraphe 3.2.

En fin d'essais, les masques modifiés sont récupérés par l'INRS.

3.1 Test d'ajustement quantitatif

L'assurance de prélèvements représentatifs à l'intérieur du masque respiratoire repose en partie sur la réussite du test d'ajustement pour chaque couple opérateur / masque modifié. Ce test permet de plus d'illustrer la bonne étanchéité des masques modifiés. Le protocole suivi pour ces tests repose sur l'utilisation d'un analyseur de particules Portacount (TSI) mesurant un facteur d'ajustement quantitatif. Ce facteur d'ajustement, défini comme le rapport des concentrations entre l'extérieur et l'intérieur du masque, est mesuré en dehors de la zone de travail, sur l'aérosol ambiant, l'opérateur portant la pièce faciale sans alimentation en air respirable. La respiration se fait à travers le filtre qui équipe la pièce faciale.

Huit exercices sont réalisés pendant ce test. Ils sont décrits dans le tableau 4.

Exercice	Dénomination	Description
1	Respiration normale	En position debout normale, sans parler, le sujet respire normalement
2	Respiration profonde	En position debout normale, sans parler, le sujet respire lentement et profondément, sans risquer l'hyperventilation
3	Mouvements de tête de gauche à droite	En position debout, le sujet tourne lentement sa tête de gauche à droite jusqu'à des positions extrêmes, en calant une inhalation à chaque position extrême
4	Mouvements de tête de haut en bas	En position debout, le sujet bouge lentement sa tête de haut en bas, comme pour observer le sol et le plafond, en inhalant à chaque fois qu'il lève la tête
5	Parler	En position debout, le sujet doit parler lentement et suffisamment fort pour être entendu de la personne réalisant le test d'ajustement. Le sujet peut compter, réciter un texte, l'alphabet, ...
6	Se pencher en avant	Le sujet doit se pencher en avant comme s'il voulait toucher ses pieds (sans forcément le faire)
7	Respiration normale	En position debout normale, sans parler, le sujet respire normalement
8	Step niveau II	Le sujet effectue des montées et descentes d'une marche de hauteur 21,5 cm à une fréquence de 15 montées par minute (utilisation conseillée d'un métronome pour cadencer le geste).

Tableau 4 : description des exercices du test d'ajustement

La condition de réussite de ce test est que le facteur d'ajustement mesuré pour chaque exercice soit supérieur à la valeur seuil de 2000.

Ce protocole de test établi par l'INRS est basé sur des essais proposés par le HSL et l'OSHA [12, 13] et le résultat d'études physiologiques internes [14]. Les valeurs seuil de réussite du test ont été totalement reprises des recommandations du HSL [12] car ce sont les plus protectrices pour l'opérateur.

Il existe d'autres protocoles de test d'ajustement adaptés aux masques complets qui n'ont pas été choisis lors de cette étude pour des raisons de disponibilité d'appareil de mesure.

3.2 Equipement type d'un opérateur

L'équipement de l'opérateur est composé de deux lignes de prélèvement des fibres d'amiante, l'une à l'extérieur et l'autre à l'intérieur du masque respiratoire. Ces prélèvements simultanés permettent d'accéder pour chaque vacation et chaque opérateur à la concentration en fibres d'amiante à l'intérieur du masque et à l'extérieur.

La première ligne de prélèvement est constituée d'une pompe de prélèvement individuel de type Gilair Plus (Sensidyne), dans une protection équipée d'un filtre permettant le refoulement de la pompe, d'un tuyau de prélèvement et d'une cassette antistatique ouverte fixée au niveau des voies respiratoires de l'opérateur. Ce montage est conforme aux recommandations de la norme XP X 43-269 (2012) [8].

La seconde ligne de prélèvement est constituée d'une pompe de prélèvement individuel de type Gilair Plus, également ensachée, et connectée à une cassette antistatique de prélèvement insérée de manière étanche dans la visière du masque respiratoire modifié.

Une illustration de l'équipement de l'opérateur est présentée sur la figure 6.

En plus des prélèvements de poussières, les opérateurs sont équipés d'une ceinture thoracique cardiofréquencemètre qui permet le suivi en continu de l'astreinte physiologique due au port de l'appareil de protection respiratoire et au poste de travail.
Afin d'avoir une analyse précise des tâches réalisées, des caméras de type Go Pro® sont placées à chaque poste de travail.

Figure 6 : équipement d'un opérateur
Cassettes de prélèvements **Pompes de prélèvement individuel**

3.3 Mode opératoire INRS

Les pompes de prélèvement sont démarrées au moment de l'entrée en zone des opérateurs. Généralement à mi-vacation, soit au bout de 30 à 60 min, l'agent INRS arrête successivement les pompes de prélèvement individuel extérieur de chaque opérateur pour changer les cassettes de prélèvement extérieur. Selon l'empoussièrement de la zone, en fibres d'amiante ou en particules autres que l'amiante susceptibles d'altérer l'analyse META, la durée du prélèvement a pu être réduite jusqu'à 10 minutes (cas des opérations de sablage ou de retrait de plâtre amianté de type Progypsol® à la Très Haute Pression).

A la fin de la vacation, l'agent INRS éteint et récupère toutes les pompes et bouche les tuyaux de prélèvement. Les cassettes de prélèvement extérieur sont bouchées et récupérées. L'extrémité de la cassette de prélèvement intérieur intégrée à la visière est bouchée pour que l'opérateur puisse démarrer sa décontamination. Lors de sa seconde douche de décontamination et du retrait de son masque, il est demandé à l'opérateur de poser son masque modifié dans une caisse étanche. La cassette de prélèvement intérieur de chaque opérateur est ensuite récupérée par l'agent INRS lors de sa propre décontamination. L'agent effectue également la décontamination des masques modifiés des opérateurs.

La décontamination des pompes de prélèvement ensachées, des caméras étanches et des fiches de notes plastifiées entrées en zone s'effectue dans le sas de décontamination du matériel, s'il existe, ou dans le sas personnel si le sas matériel n'est pas disponible. L'agent INRS effectue une première aspiration du matériel, puis une douche de décontamination. L'ensemble du matériel est récupéré par un second agent INRS dans le compartiment 3 du sas matériel. Cet agent est équipé d'une combinaison jetable, de gants et d'un masque FFP3. Les pompes de prélèvement sont ensuite sorties de leur sachet, qui est éliminé comme déchet amianté. Les protections rendant les boitiers de caméras étanches aux fibres sont retirées. Les pompes sont ensuite nettoyées à la lingette.

4 SYNTHESE

Le nombre de vacations suivies, sur les 6 chantiers de niveau 3 intégrés à l'étude, pour lesquelles on dispose de mesures à l'intérieur et à l'extérieur des masques respiratoires est égal à 188. Sur ces valeurs, 132 concernent des opérateurs de désamiantage et 56 des agents INRS.

4.1 Empoussièrements extérieurs mesurés par processus

Le tableau 5 synthétise les résultats d'empoussièrement générés par les différents processus et tâches significatives étudiés sur les chantiers de niveau 3 au cours de l'étude. Il s'agit de niveaux d'empoussièrement exprimés en concentration de fibres d'amiante réglementaires (OMS + FFA), mesurées à l'extérieur des masques respiratoires, au niveau des voies respiratoires des opérateurs lors des prélèvements individuels. Dans ce tableau apparaissent les empoussièrements individuels des opérateurs effectuant des tâches de ramassage de déchets ou ceux des préleveurs INRS en zone.

On constate que 23 % des résultats sont supérieurs au niveau 3 réglementaire de 25000 f/L. Pourtant, tous les plans de retrait indiquaient le respect des empoussièrements de niveau 3 réglementaire selon les évaluations réalisées par les organismes accrédités. Les entreprises ont été informées des résultats de manière à ce qu'elles puissent analyser les causes des dépassements les plus importants et adapter leur organisation et les mesures de prévention en conséquence.

L'effet de dilution est confirmé avec l'éloignement de la source. Les agents INRS présentent notamment des niveaux d'empoussièrement moindres en comparaison des opérateurs traitant directement le matériau, en raison de leur éloignement par rapport à la source d'émission.

Les opérateurs réalisant les opérations de ramassage des déchets présentent des niveaux d'empoussièrement élevés, voire supérieurs aux niveaux des opérateurs de retrait.

Deux points liés aux empoussièrements extérieurs élevés constatés lors des chantiers sont à prendre en considération.

Le premier concerne la différence très importante entre les empoussièrements mesurés et les concentrations fournies par les organismes accrédités lors de l'évaluation des processus et sur lesquelles sont construits les plans de retrait de chaque entreprise. Actuellement les entreprises semblent méconnaître les empoussièrements individuels réels et ne sont donc pas incitées à améliorer leurs pratiques. Le suivi des prélèvements en zone est indispensable pour contribuer à l'amélioration de la qualité des évaluations. L'étude montre qu'en tant qu'observateurs éloignés de quelques mètres de la source d'émission, les préleveurs sont exposés à des concentrations moyennes de 5 à 10 fois inférieures à celles mesurées sur opérateurs, voire 40 fois plus faibles dans le cas d'un travail en cabine ventilée par exemple, lorsque le préleveur reste à l'extérieur de la cabine. Ces résultats doivent inciter les préleveurs à améliorer leurs pratiques.

Le second point concerne le cas particulier des chantiers de retrait de plâtre amianté. Lors de la campagne META en 2010, les niveaux d'empoussièrement très élevés observés sur ces matériaux avaient conduit à préconiser « *la recherche d'outils et d'aménagements permettant l'automatisation de certains travaux de retrait et la minimisation de l'intervention humaine en milieu confiné […]* ». L'étude a confirmé les empoussièrements élevés générés par les techniques de retrait des plâtres. Ceux-ci peuvent néanmoins être très variables selon les techniques de retrait mises en œuvre. Mais des empoussièrements élevés à l'intérieur des masques respiratoires ont été enregistrés sans toutefois pouvoir établir de corrélation avec le niveau des concentrations à l'extérieur. Quel que soit le matériau traité, les burineurs doivent impérativement être dotés d'aspiration à la source pour réduire les expositions, ce qui n'était pas le cas dans le cadre de cette campagne. De plus, pour les plâtres, un remplacement de cette technique de retrait par des techniques alternatives notamment utilisant un porte-outil est à conseiller très fortement.

matériau	technique	nombre de prélèvements	médiane (OMS+FFA) (f/L)	moyenne (OMS+FFA) (f/L)	maximum (OMS+FFA) (f/L)	nature
flocage	spatule / raclage	32	9068	15761	54050	amosite
plâtres amiantés	burinage	11	13317	26004	*60784*	chrysotile
plâtres amiantés	porte-outil	3	513	1031	2087	chrysotile
plâtres amiantés	THP	2	71273	71273	78076	chrysotile
isolant acoustique	sablage	7	32335	53498	154941	chrysotile
enduit intérieur	grenaillage	1		14709		chrysotile
mastic	burinage	13	504	555	946	chrysotile
calorifuge	spatule / raclage	25	44	90	507	chrysotile, crocidolite

matériau	technique	nombre de prélèvements	médiane (OMS+FFA) (f/L)	moyenne (OMS+FFA) (f/L)	maximum (OMS+FFA) (f/L)	nature
plâtre amianté	arrosage	8	4403	8649	37596	chrysotile
plâtre amianté	ramassage déchets	13	30331	50086	235838	chrysotile
plâtre amianté	ramassage déchets THP	3	31187	29224	34525	chrysotile
flocage	ramassage déchets	12	27790	32277	84730	amosite
isolant acoustique, enduit, mastic	ramassage déchets	12	654	1170	5300	chrysotile

sur préleveurs INRS

matériau	tâche	nombre de prélèvements	médiane (OMS+FFA) (f/L)	moyenne (OMS+FFA) (f/L)	maximum (OMS+FFA) (f/L)	nature
flocage	prélèvement	20	2133	3977	14932	amosite
plâtres amiantés	prélèvement	20	1836	2622	15079	chrysotile
isolant acoustique, enduit, mastic	prélèvement	10	51	314	1196	chrysotile
calorifuge	prélèvement	9	9	16	58	chrysotile, crocidolite

Tableau 5 : Valeurs des concentrations mesurées à l'extérieur des masques respiratoires au niveau des voies respiratoires des opérateurs

4.2 Expositions à l'intérieur des masques

Le tableau 6 donne des valeurs indicatives de concentrations à l'intérieur des masques respiratoires, classées par processus et par tâche, y compris pour les préleveurs INRS présents sur les chantiers. Ces mesures sont issues de prélèvements d'une durée voisine de 90 minutes, correspondant à la durée moyenne des vacations suivies (hors phase de décontamination).

Pour 70% de ces filtres de prélèvement, aucune fibre d'amiante n'a été détectée à l'intérieur du masque.

Lorsque le nombre de fibres comptées à l'intérieur des masques est non nul mais strictement inférieur à 4, le résultat est rendu comme étant inférieur à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95%. Par convention, dans cette représentation, la valeur considérée associée est prise égale à la moitié de la valeur de cette borne. Ces données ne sont qu'indicatives.

En aucune manière le ratio des valeurs de concentrations extérieures sur intérieures fournies respectivement dans les tableaux 5 et 6 ne pourrait donner accès à une distribution scientifiquement éprouvée des facteurs de protection.

Il apparaît clairement dans le tableau 6 que le processus de retrait de plâtre amianté, qui génère par ailleurs les niveaux d'empoussièrement extérieur les plus élevés, conduit aux plus fortes expositions, que ce soit pour des tâches de retrait proprement dit au burineur, pour des tâches de ramassage de déchets et même pour un observateur en zone.

matériau	technique	nombre de prélèvements	médiane (OMS+FFA) (f/L)	moyenne (OMS+FFA) (f/L)	maximum (OMS+FFA) (f/L)	nature
flocage	spatule / raclage	28	1,8	3,9	38,7	amosite
plâtres amiantés	burinage	11	3,4	58,0	336,2	chrysotile
plâtres amiantés	porte-outil	4	2,1	2,5	4,3	chrysotile
plâtres amiantés	THP	2	1,5	1,5	1,5	chrysotile
isolant acoustique	sablage	4	1,9	2,1	2,9	chrysotile
enduit intérieur	grenaillage	1		6,0		chrysotile
mastic	burinage	9	1,6	2,0	4,0	chrysotile
calorifuge	spatule / raclage	25	2,2	2,0	2,4	chrysotile, crocidolite

matériau	technique	nombre de prélèvements	médiane (OMS+FFA) (f/L)	moyenne (OMS+FFA) (f/L)	maximum (OMS+FFA) (f/L)	nature
plâtre amianté	arrosage	8	1,6	62,0	282,7	chrysotile
plâtre amianté	ramassage déchets	13	2,0	7,2	61,7	chrysotile
plâtre amianté	ramassage déchets THP	3	1,5	3	6	chrysotile
flocage	ramassage déchets	10	1,5	2,2	7,3	amosite
isolant acoustique, enduit, mastic	ramassage déchets	11	1,5	2,1	6,0	chrysotile, amosite

sur préleveurs INRS

matériau	tâche	nombre de prélèvements	médiane (OMS+FFA) (f/L)	moyenne (OMS+FFA) (f/L)	maximum (OMS+FFA) (f/L)	nature
flocage	prélèvement	19	1,5	2,1	10,5	amosite
plâtres amiantés	prélèvement	20	1,5	4,36	30,88	chrysotile
isolant acoustique, enduit, mastic	prélèvement	9	1,7	1,9	2,4	chrysotile, amosite
calorifuge	prélèvement	9	1,7	1,6	1,7	chrysotile, crocidolite

Tableau 6 : Valeurs indicatives des concentrations à l'intérieur des masques respiratoires

5 RECOMMANDATIONS

La campagne de mesure de l'INRS pour la détermination du facteur de protection assigné des APR utilisés sur les chantiers de désamiantage de niveau 3 s'est déroulée de mai 2014 à mars 2015. L'exploitation des 188 couples de résultats d'analyse en META des prélèvements intérieurs et extérieurs aux masques respiratoires permet l'obtention d'une part de niveaux d'empoussièrements extérieurs moyens pour de nombreux processus caractéristiques du niveau 3 et d'autre part de valeurs d' exposition à l'intérieur des masques respiratoires à adduction d'air.

Le nombre important de processus étudiés lors de cette campagne a permis une comparaison de leurs performances dans un objectif de prévention du risque amiante. Par ailleurs les hauts niveaux d'empoussièrement en zone, souvent supérieurs à 25000 f/L, conduisent à la formulation de deux niveaux de recommandation pour l'amélioration des moyens de protection collective qui sont détaillés par la suite :

- le premier niveau ne nécessite pas ou peu d'investissements de la part de l'entreprise et porte essentiellement sur la mise en place d'une autre organisation de travail en limitant le nombre d'opérateurs exposés à l'amiante,
- le deuxième niveau qui nécessite un investissement financier, et des essais de mise au point avant généralisation, a pour objectif d'éloigner l'opérateur de la source d'émission en le remplaçant par exemple par une machine avec opérateur déporté (outil téléguidé ou radiocommandé).

Des recommandations en termes d'Equipements de Protection Individuelle (EPI) sont également présentées dans le paragraphe ci-après.

5.1. Recommandations de premier niveau

5.1.1 Recommandation 1.a : Organiser une rotation des tâches

Si une technique de substitution ne peut être trouvée afin de réduire l'exposition des opérateurs en charge d'opérations telles que le sablage, le grenaillage ou le retrait à très haute pression qui génèrent des empoussièrements extrêmement élevés, il est nécessaire d'organiser un roulement parmi les opérateurs permettant de limiter le temps de chaque opérateur dédié à ces opérations bien spécifiques.

5.1.2 Recommandation 1.b: Renforcer la surveillance du chantier

Afin de garantir des conditions opératoires conformes à la réglementation, la surveillance du chantier depuis l'extérieur de la zone confinée par un opérateur appelé communément « sas man » est primordiale. Cette présence a fait partiellement défaut sur certains des chantiers suivis et a été à l'origine de dérives sur deux points:

- chute de la dépression dans la zone confinée qui a un lien direct avec le taux de renouvellement d'air en zone, et donc entraîne l'augmentation du fond de pollution dans la zone,
- dégradation des conditions d'utilisation des sas de décontamination suite à des bouchages des eaux usées et obstruction du sas déchets par des big-bag déchets en attente d'évacuation.

5.1.3 Recommandation 1.c: Minimiser la coactivité autour de la source d'émission

Certains chantiers se caractérisent par une coactivité importante autour de l'opérateur en charge du retrait de matériau amianté : présence d'un opérateur dédié à la récupération des déchets et de manière plus ponctuelle, d'un opérateur en charge de l'aspiration des poussières et des surfaces et de l'humidification, voire de l'éclairage. Cette coactivité est, selon toute vraisemblance, à l'origine d'expositions importantes en particulier chez les opérateurs dédiés aux activités connexes au retrait. La première mesure de prévention vise à supprimer le risque d'exposition en réorganisant les tâches des opérateurs, notamment la réduction du nombre de personnes directement exposées à proximité de la source d'émission. Cette réflexion doit être menée par l'encadrement de chantier en concertation avec les opérateurs.

5.1.4 Recommandation 1.d: Améliorer la préparation et le retrait du support amianté

L'imprégnation à cœur préalable est inexistante et l'humidification du support amianté en cours de retrait apparaît comme insuffisante, favorisant l'émission de fibres et leur mise en suspension dans l'air de la zone. Comme recommandée dans le guide INRS ED6091 (2012) [15], l'addition d'un colorant permet de mieux visualiser la qualité de l'imprégnation du matériau. Il existe sur le marché plusieurs modèles de dispositif à aiguilles permettant l'imprégnation à cœur pour la préparation des supports.

Par ailleurs, l'utilisation d'une spatule fixée sur un manche de longueur suffisante peut être un moyen simple pour éloigner l'opérateur de grattage de la source d'émission.

5.1.5 Recommandation 1.e : Adapter le geste professionnel lors du burinage

L'utilisation du marteau burineur du bas vers le haut favorise le rabat des poussières sur l'opérateur. Ce geste professionnel doit être repensé en y couplant une approche ergonomique afin d'éviter cette contamination.

5.1.6 Recommandation 1.f : Minimiser l'émission de poussières lors du ramassage des déchets

Lors du ramassage des déchets, il est nécessaire de les humidifier au préalable afin de limiter l'émission de poussières lors de leur tri et de leur mise en sac.

5.2 Recommandations de 2ème niveau

5.2.1 Recommandation 2.a : Augmenter le taux de renouvellement d'air

Pour les empoussièrements de niveau 3, la réglementation impose le maintien de la zone en dépression à 10 Pa avec un renouvellement d'air de 10 fois le volume par heure de la zone traitée. Il s'agit de dispositions minimales. Le taux de renouvellement d'air dans la zone traitée pourrait être augmenté, dans les limites liées à la configuration de la zone de travail, de manière à assainir l'air de la zone plus efficacement et réduire le niveau d'empoussièrement. Cette recommandation doit être couplée avec la suivante (2.b.).

5.2.2 Recommandation 2.b : Se doter d'outils avec aspiration à la source

Selon la technique de retrait utilisée, l'application de l'aspiration à la source est très variable et devrait être améliorée.

Sur les différents chantiers suivis, l'aspiration à la source est soit totalement absente, soit peu efficace par la façon dont elle est mise en œuvre. Ponctuellement, elles sont amenées à utiliser des outils type burineuse pour le retrait. Ces outils ne sont jamais dotés de systèmes d'aspiration intégrée alors que l'offre commerciale sur ces outils existe. Il en est de même pour les sableuses dotées de système d'aspiration à la source.

Les centrales d'aspiration doivent être dotées d'une filtration absolue de niveau H13 et équipées de systèmes d'ensachage des déchets en sécurité de type Longopac®. Il existe sur le marché plusieurs modèles d'aspirateurs THE équipés d'un préséparateur cyclonique et du système d'ensachage en sécurité précité. Ces appareils sont prévus pour être utilisés avec des outils permettant le captage à la source et recommandables pour l'aspiration en zone (déchets et décontamination).

5.2.3 Recommandation 2.c : Positionner les entrées d'air de compensation de manière adéquate

Si la configuration du chantier le permet, lors de la mise en place du confinement et des installations de ventilation du chantier, les entrées d'air de compensation doivent être installées de manière à ne pas favoriser le rabattage des poussières vers la zone d'inhalation des opérateurs de désamiantage.

5.2.4 Recommandation 2.d : Organisation du chantier et matériels d'aide à la manutention

La mise à disposition de matériel d'aide à la manutention permettrait d'éviter l'exposition des opérateurs placés à proximité de la source d'émission sans qu'ils interviennent directement sur le matériau. Par exemple, si un complément d'éclairage de la zone de traitement est nécessaire, il est préférable de positionner une lampe orientable sur pied mobile plutôt que de la faire tenir par un opérateur. Si la récupération des déchets au fur et à mesure de leur production est envisagée pour éviter d'encombrer le sol avec les résidus de traitement, il est préférable d'adapter un porte-sac mobile que l'opérateur pourra facilement manipuler depuis le sol. Cela évitera le maintien du sac, parfois à bout de bras depuis l'échafaudage au niveau de la source d'émission.

5.2.5 Recommandation 2.e : Eloigner l'opérateur de la source par l'utilisation d'outils appropriés

Plus l'opérateur est éloigné de la source, plus le niveau d'empoussièrement diminue. Il est recommandé d'utiliser des outils à manche long (ou canne longue pour la THP) dès que la configuration de la zone de traitement s'y prête. Il peut être recommandé de tester des outils commandés à distance tels que l'AS PROTEK® (technique UHP avec aspiration à la source et traitement des déchets par filtre presse à l'avancée) qui ont montré leur efficacité sur des matériaux moins émissifs comme les enduits de débullage ou de façade. Cependant, l'utilisation de l'AS PROTEK® ne peut être dissociée d'une formation spécifique préalable à son utilisation, telle que recommandée par le concepteur, notamment en raison des risques liés à l'Ultra Haute Pression. D'autres outils commandés à distance tels que le BROKK® peuvent être appropriés pour le retrait de ce type de matériau. Cet outil peut être équipé de pinces, grignoteuse, burineur, et doté de systèmes d'arrosage et d'aspiration au niveau de la tête de l'outil, contribuant à réduire les empoussièrements dans la zone de travail. Son utilisation est particulièrement appropriée si la démolition du bâtiment est envisagée.

5.2.6 Recommandation 2.f : Traitement des déchets de plâtre amianté

Il existe sur le marché des aspirateurs à liquides équipés de dévésiculeurs permettant le traitement des boues et des fibres résiduelles, reliés ensuite à un aspirateur à Très Haute Efficacité (THE) lui-même équipé de système Longopac®. Ces aspirateurs génèrent des boues traitables par filtre presse. Ce traitement permet de réduire la quantité de déchets, de les rendre semi-solides tout en réduisant leur émissivité. Pour la partie « sèche », le système Longopac® permet de réduire le nombre de manipulations lors de la vacation et supprime le risque de dispersion des fibres au changement de sac.

5.3 Recommandations protections individuelles

5.3.1 Recommandation 3.a : Utiliser des EPI plus performants

Si l'ensemble des recommandations précitées est insuffisant pour abaisser le niveau d'empoussièrement et dans le cas d'installations fixes de décontamination (un cas rencontre lors de cette campagne), il peut être recommandé d'utiliser des combinaisons ventilées de type 2, car les installations fixes sont propices à l'aménagement d'unités de décontamination spacieuses et à la mise en place de systèmes fixes de distribution d'air. Il est cependant nécessaire de rappeler que les conditions d'utilisation de ces combinaisons ventilées sont validées aujourd'hui avec une mise en décharge de la combinaison à la fin de chaque vacation.

5.3.2 Recommandation 3.b : Se doter de survisières jetables

Pour éviter le nettoyage régulier de la visière à coup d'arrosage, des visières jetables, telles que celles utilisées pour les opérations de sablage par exemple, pourraient être utilisées et retirées au fur et à mesure de la vacation.

5.3.3 Recommandation 3.c : Habillage et procédure de décontamination

Les chantiers de retrait de plâtre amianté produisent des résidus très difficiles à décontaminer. L'aspiration de la combinaison semble en effet inefficace pour aspirer les fibres, celles-ci adhérant fortement au matériau du vêtement de protection au fur et à mesure du séchage. Lors de la procédure de décontamination, ce phénomène est de nature à véhiculer des quantités importantes de résidus amiantés dans les sas, et entrainer la contamination des zones propres de l'unité de décontamination. Il peut être recommandé de porter deux combinaisons l'une sur l'autre pour réaliser les opérations de retrait de plâtre amianté, et de retirer celle du dessus dans la zone d'approche de l'unité de décontamination avant d'y pénétrer pour se décontaminer selon la procédure adéquate. Il est cependant nécessaire de veiller alors aux conditions thermiques susceptibles de se dégrader et qui pourraient nécessiter la réduction des durées de vacation.

6 BILAN

Ce document présente les niveaux d'empoussièrement et les expositions mesurés sur six chantiers de niveau 3. Les résultats d'analyses en META obtenus ont permis de formuler de nombreuses recommandations, en termes de protection collective essentiellement, qui auront pour effet de réduire les niveaux d'empoussièrement au poste de travail et le risque d'exposition aux fibres d'amiante à l'intérieur des masques respiratoires.

Le second volet de cette étude concernera l'évaluation des performances d'appareils à ventilation assistée sur des chantiers de niveau 2. L'intégration de l'ensemble de ces données permettra d'établir les distributions des facteurs de protection pour ces deux types d'APR que sont l'adduction d'air et la ventilation assistée. L'objectif final étant de fournir des valeurs guides pour le choix de l'APR adapté en fonction du niveau d'empoussièrement et dans le but de garantir une VLEP-8h à 10 f/L.

Cette étude a été rendue possible par les entreprises qui ont accepté de participer à la campagne. Malgré leurs contraintes de planning, elles ont mis à disposition de l'INRS, leurs installations et leurs personnels en toute transparence malgré les contraintes importantes et particulières associées à cette campagne d'évaluation.

7 BIBLIOGRAPHIE

[1] GOLDBERG S., REY G. - Modélisation de l'évolution de la mortalité par mésothéliome de la plèvre en France. Projections à l'horizon 2050, Santé travail, Institut de Veille Sanitaire (InVS), 2012.

[2] CLERC F., EYPERT-BLAISON C., GUIMON M., ROMERO-HARIOT A., VINCENT R. - Campagne de mesures d'exposition aux fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission analytique (META), août 2011.

[3] Les appareils de protection respiratoire : Choix et utilisation, Guide INRS, ED6106, 1ère édition octobre 2011.

[4] HOWIE R.M., JOHNSTONE J.B.G., WESTON P., AITKEN R.J., GROAT S. - Workplace effectiveness of respiratory protective equipment for asbestos removal work. HSE Contract Research Report n° 112/1996.

[5] VILLA M., HUBERT G., LIMA S., KAUFFER E., HERY M. - Opérations de désamiantage dans un immeuble de bureau - Efficacité de la protection individuelle. INRS, Cahiers de notes documentaires n°161, 1995, pp. 463-467.

[6] HERY M., POSSOZ C., KAUFFER E. - Exposition professionnelle des travailleurs employés sur les chantiers d'enlèvement d'amiante. INRS, Cahiers de notes documentaires n°167, 1997, pp. 217-223.

[7] HERY M., KAUFFER E. - Exposition professionnelle des travailleurs employés sur les chantiers d'enlèvement d'amiante. Bilan sur 15 chantiers. INRS, Cahiers de notes documentaires n°173, 1998, pp. 389-394.

[8] XP X 43-269 - Qualité de l'air Air des lieux de travail - Prélèvement sur filtre à membrane pour la détermination de la concentration en nombre de fibres par les techniques de microscopie : MOCP, MEBA et META - Comptage par MOCP, avril 2012.

[9] FAN F.G., AHMADI G. - On the sublayer model for turbulent deposition of aerosol particles in the presence of gravity and electric fields, Aerosol Sci. Technol., vol. 21, no. 1, pp. 49–71, 1994.

[10] NF EN 136 - Appareils de protection respiratoire - Masques complets - exigences, essais, marquage, mars 1998.

[11] NF X 43-050 - Qualité de l'air - Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission - Méthode indirecte, janvier 1996.

[12] Fit testing of respiratory protective equipment facepieces, Health and safety Executive, OC 282/28, version 6, avril 2012.

[13] Assigned protection factors for the revised respiratory protection standard, occupational Safety and Health Administration, US department of labor, OSHA 3352-02, 2009.

[14] MEYER J.P., FLENGHI D. - Détermination de la dépense énergétique de travail et des capacités cardio-respiratoires maximales à l'aide d'un exercice sous-maximal sur step-test, Documents pour le médecin du travail, n°64, 4ème trimestre 1995.

[15] Travaux de retrait ou d'encapsulage de matériaux contenant de l'amiante - Guide de prévention, INRS, ED6091, 2nde édition décembre 2012