

# Réhabilitation de sites industriels pollués : prévention des risques professionnels



# Réhabilitation de sites industriels pollués : prévention des risques professionnels

*Pour l'hygiéniste du travail, les réhabilitations de sites pollués constituent des activités complexes. Les opérateurs peuvent, en effet, y être confrontés à des risques très divers correspondant :*

- aux activités de travaux publics, et en particulier à l'utilisation d'engins de chantier susceptibles de provoquer accidents et ensevelissements,
- à la présence de produits chimiques (intoxication, incendie, explosion),
- à l'utilisation de machines génératrices de bruit, de vibrations, etc.

*Une organisation rigoureuse du travail et de la prévention, présentée dans ce dossier, est donc nécessaire. Elle s'appuie en particulier sur une analyse poussée des risques.*

## Les sites pollués

La notion de site pollué recouvre des situations bien différentes tant par la nature de la pollution que par le volume des déchets ou des terres à traiter [1]. On peut citer par exemple :

- d'anciens sites industriels dont il reste à dépolluer les sols et éventuellement des locaux subsistant ;
- des locaux fermés ayant abrité des activités de synthèse chimique, de traitements de surfaces, etc. ;
- des dépôts à risques dans lesquels ont été stockés, enfouis ou déversés des déchets dans des conditions pouvant conduire à plus ou moins long terme à une pollution des terres et des eaux souterraines et superficielles ;
- des décharges ;
- d'anciennes usines à gaz où peuvent subsister, outre des terres polluées par les hydrocarbures (benzène, toluène, etc.) ou des ferro-ferricyanures, des stockages de goudrons ou de dérivés azotés ;
- des stations service dont les cuves en fuyant ont entraîné une pollution du sol par des hydrocarbures.

Afin d'éviter que la pollution ne s'étende ou avant d'affecter le site pollué à une autre activité, il est indispensable de procéder à sa réhabilitation. Ces chantiers de réhabilitation peuvent être complexes : ils comprennent généralement une part de travaux publics

nécessaire pour procéder aux opérations d'extraction des déchets. Ceux-ci sont généralement ensuite analysés sommairement (caractérisation), reconditionnés et regroupés par familles d'élimination. Dans certains cas des opérations de traitement sont effectuées sur le site même. Ces retraitements peuvent alors nécessiter l'installation d'unités de type industriel pour l'extraction de solvants ou l'incinération de déchets. Ces opérations font donc intervenir des entreprises de cultures différentes : professionnels de la réhabilitation des sites pollués, entreprises spécialisées dans l'élimination des déchets, entreprises de travaux publics et de transport, etc. L'hygiéniste industriel est donc confronté sur un même site à la prévention simultanée de risques multiples auxquels sont exposées des populations qui n'y sont pas habituellement confrontées (risque chimique pour les salariés des entreprises de travaux publics, par exemple).

## Aspects réglementaires

En matière d'hygiène et de sécurité, il n'existe pas de réglementation spécifique pour les chantiers de réhabilitation de sites pollués. Sans citer les nombreuses dispositions du Code du travail applicables pour les salariés de cette activité, il semble utile de rappeler quelques articles liés à la spécificité de ces chantiers. La présence de divers corps de métiers impose,

M. HERY\*, C. MOUTON\*\*,  
A. MAISON\*\*\*,  
M. FALCY\*\*\*\*

\* Département  
Épidémiologie en  
entreprises, INRS,  
centre de Lorraine,  
\*\* ADEME, Agence de  
l'environnement et de  
la maîtrise de l'énergie,  
\*\*\* Département Risques  
chimiques et biologiques,  
INRS, centre de Paris,  
\*\*\*\* Département Etudes  
et assistance  
médicales, INRS, centre  
de Paris.

INRS

Documents  
pour le médecin  
du travail  
N° 87  
3<sup>e</sup> trimestre 2001

en effet, qu'une attention particulière soit apportée à la coordination en matière de sécurité et de santé afin d'éviter les risques liés à la co-activité de différentes entreprises :

- les articles R. 237-1 et suivants concernent les travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure ;

- les articles R. 238-1 et suivants, pris en application des articles L. 235-1 et suivants sont consacrés aux chantiers temporaires et mobiles, c'est-à-dire, pour l'essentiel, des chantiers de bâtiment et de travaux publics.

Les articles R. 238-1 et suivants s'appliquent *a priori* pour un chantier « clos et indépendant », même situé à l'intérieur d'une entreprise en activité. La philosophie de ces deux décrets est la même : il s'agit de penser la prévention des risques professionnels dès la phase de conception de l'opération pour que les entreprises puissent prendre en compte les mesures d'organisation et de protection.

Les modalités d'application sont différentes :

Aux termes des articles R. 237-1 et suivants, le responsable de l'entreprise utilisatrice (dans laquelle sont effectués les travaux) et le responsable de chaque entreprise extérieure (intervenant dans l'emprise de l'entreprise utilisatrice) analysent en commun les risques d'interférences et élaborent un plan de prévention. Ce plan de prévention doit être écrit si la charge annuelle de travail confiée à l'entreprise extérieure est supérieure à 400 heures ou si certains des travaux réalisés figurent sur la liste de ceux considérés comme dangereux publiée dans l'arrêté du 19 mars 1993. Parmi les activités énumérées dans cette liste, on peut citer celles « exposant à des substances et préparations explosives, comburantes, extrêmement inflammables, facilement inflammables, très toxiques, toxiques, nocives, cancérigènes, toxiques vis-à-vis de la reproduction (...), travaux exposant à des risques d'ensevelissement (...), travaux de démolition (...) »

Les articles R. 231-56 et suivants prévoient la désignation d'un coordonnateur par le maître d'ouvrage sur les chantiers où sont amenés à intervenir plusieurs entreprises ou travailleurs indépendants simultanément ou successivement. Si le chantier répond à des critères de nombre de travailleurs présents sur le site, de durée et de volume ou de dangerosité des travaux, ce décret prévoit la rédaction d'un « Plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé » (PGCSPS). Ce document est rédigé dès la phase de conception, d'étude et d'élaboration du chantier et tenu à jour pendant les travaux. Si les conditions sont requises pour l'élaboration d'un PGCSPS ou que le volume des travaux dépasse un certain seuil, chaque entreprise intervenant sur le chantier doit rédiger un « Plan particulier de sécurité et de protection de la santé » (PPSPS). Le PPSPS doit, entre autres disposi-

tions, procéder à une analyse des risques professionnels des modes opératoires retenus et indiquer les mesures de protection collective, ou à défaut individuelle, adoptées pour prévenir ces risques.

## Les risques [2]

La diversité des chantiers de réhabilitation de sites pollués a pour conséquence une grande diversité des techniques de travail et des risques correspondants. Si le risque chimique est souvent mis en avant, il ne faut pas pour autant méconnaître ou négliger d'autres aspects. Toutes les conséquences des différentes nuisances rencontrées sur ces chantiers ne seront pas développées dans ce dossier. Seuls les risques les plus courants ainsi que les particularités de la prévention de leurs effets sur ces chantiers y sont présentés.

### RISQUES LIÉS AUX ACTIVITÉS DE TRAVAUX PUBLICS

#### Manutentions manuelles

La durée limitée des chantiers et le caractère provisoire des installations ne doivent pas constituer des obstacles à une analyse des conditions de manutention manuelle et à la mise en œuvre consécutive d'une politique de prévention des risques liés à ces manutentions. De la même façon qu'on n'imagine pas que dans une installation industrielle classique des aménagements ne soient pas effectués pour les opérations de manutention de bidons, fûts, etc., il ne serait pas acceptable que le caractère provisoire du chantier soit un frein à la conception de dispositifs permettant le déplacement, le levage ou le transvasement de fûts : de tels équipements pourront, éventuellement après une adaptation plus ou moins poussée, être utilisés sur un futur chantier.

Cette mécanisation des tâches s'avère d'autant plus nécessaire que le travail pourra s'effectuer dans des conditions difficiles : travail en tranchées sur des sols inégaux, glissants ou boueux, transvasement de fûts en mauvais état, qui peuvent générer des risques d'exposition aux produits chimiques ou de blessures, etc.

#### Engins, véhicules de manutention et de terrassement

Il est pratiquement impossible de mener un chantier de réhabilitation de site pollué sans utiliser des

engins de chantiers dont on devra s'assurer de la conformité. Le caractère particulier de cette activité a des conséquences sur le type d'engins et leur modalité d'utilisation, en particulier pour toutes les opérations d'excavation réalisées dans les dépôts de produits chimiques.

L'utilisation des engins qui constitue un progrès puisqu'elle permet de minimiser les manutentions manuelles, ne doit pas se traduire par un risque supplémentaire pour les travailleurs en termes d'exposition aux produits chimiques ou par un risque d'incendie ou d'explosion. Il conviendra donc de faire en sorte que cette utilisation d'engins n'aboutisse pas à un éclatement des fûts au moment de leur mise à jour ou de leur manutention. Si le contenu du fût est répandu au moment de sa mise à jour, on augmente les risques d'exposition aux produits chimiques, mais aussi ceux d'incendie ou d'explosion. De la même façon, des heurts trop violents entre le godet et le fût peuvent aboutir à des explosions selon la nature du produit contenu à l'intérieur du fût. L'expérience acquise sur les chantiers montre que l'utilisation d'engins courants ne pose en règle générale pas de problèmes particuliers si elle intègre des règles élémentaires de sécurité propres à ce type de chantiers. Pour cela, on privilégiera l'utilisation d'engins de taille réduite telles des micro-pelles qui permettront au conducteur un travail suffisamment précis et soigneux. En termes d'organisation, un tel travail impose le recours à un conducteur d'engins expérimenté ; celui-ci ne devra pas être soumis à des exigences de rendement qui pourraient se révéler incompatibles avec la précision et le soin nécessités par une telle activité. Un dégagement peu soigneux des fûts, qui dans un premier temps peut sembler plus économique en temps, se traduira inmanquablement par une dissémination de la pollution qui aboutira, outre à des risques plus élevés pour les travailleurs, à des travaux supplémentaires pour sa résorption et donc à une perte de temps (et à des coûts supplémentaires).

Pour que le conducteur d'engins puisse effectuer son travail avec tout le soin et toute la précision requis, il pourra être nécessaire qu'une aide lui soit fournie en termes de guidage. Cette aide peut être apportée par un opérateur qui pourra communiquer au conducteur par un moyen approprié (gestes, voix, avec éventuelle utilisation d'appareils de télécommunication) toute indication nécessaire à la précision du travail de mise à jour ou de dégagement, tout en restant hors de la zone d'évaluation des engins. Pour toutes les opérations de diagnostic qui correspondent généralement à des fouilles peu profondes la présence de l'opérateur au fond de l'excavation doit être proscrite.

En revanche, la présence de travailleurs au fond d'excavations profondes, correspondant généralement à des opérations d'enlèvement de déchets de grande ampleur (par exemple la réhabilitation d'anciens

dépôts de déchets industriels) peut être tolérée aux conditions suivantes :

- mise en sécurité des parois de l'excavation (blindage, talutage) afin d'éviter tout risque d'éboulement et d'ensevelissement, particulièrement élevé dans le cas des terrains hétérogènes qu'on rencontre le plus souvent sur les dépôts souterrains de produits chimiques ;
- espace suffisant pour permettre un éloignement en urgence de l'opérateur présent dans la fouille de la zone d'évolution du godet ou de l'engin ;
- état de surface du fond de la fouille satisfaisant, en termes de glissance (présence de produits chimiques) et de régularité de surface, permettant également un dégagement rapide de l'opérateur présent en fond de fouille en cas d'incident ;
- rechercher, le cas échéant, la présence de gaz lourds.

La présence de cet opérateur en fond de fouille constitue évidemment une raison supplémentaire pour que des exigences de rendement déraisonnables en fonction des exigences de précision et de sécurité ne soient pas imposées aux conducteurs d'engins. La mise en sécurité de l'opérateur présent en fond de fouille implique également qu'au moment de l'analyse des risques soit intégré le fait qu'il sera dans la plupart des cas porteur d'équipements de protection individuelle. En conséquence sa perception (vision, audition) du danger, comme sa capacité de réaction (rapidité d'évacuation, aisance des mouvements) face à ce danger pourront être diminuées de façon significative.

Les opérations de diagnostic des sites nécessitent souvent l'emploi de machines de forage, de tarières et de foreuses qui imposent des mesures de prévention spécifiques. Des vêtements flottants risquent de se prendre dans les pièces tournantes et peuvent occasionner des blessures graves. De la même façon, les phases de démarrage et d'arrêt peuvent générer des accidents si on ne s'assure pas de l'arrêt total des tiges de forage avant intervention sur les machines. Des visages incorrects des pièces peuvent également être la cause d'accidents sur les machines.

Les conducteurs d'engins pourront être exposés aux polluants émis au cours des opérations de réhabilitation. Il est donc souhaitable que soient mis à leur disposition des engins pourvus de cabines alimentées en air filtré. À défaut, et en fonction des risques d'exposition, une protection respiratoire, sera envisagée. Si l'analyse des risques, basée en particulier sur des prélèvements d'atmosphère, montre que le port de cette protection respiratoire doit être permanent, on aura recours à des appareils à ventilation assistée seuls capables, en raison de la contrainte physiologique, d'assurer la protection respiratoire sur des durées supérieures à quelques dizaines de minutes. En revanche, si le port de la protection respiratoire n'est nécessaire que pour certaines opérations de durée limitée (alimentation de trémie par exemple), il sera utile de cerner au

mieux ces périodes afin de ne pas imposer à l'opérateur un port inutile. Compte tenu des contraintes qu'il impose, pour être accepté par le travailleur et donc être pleinement efficace, le port de la protection respiratoire doit être limité, quand c'est possible aux seules périodes où elle est nécessaire.

Les engins de chantier peuvent être les vecteurs d'une dissémination de la pollution qui doit donc être évitée. Des opérations de décontamination devront être prévues régulièrement sur des aires ou des installations spécialisées, installées sur le chantier. Un soin particulier en matière de décontamination devra être apporté aux sorties de zone polluées, en particulier quand elles correspondent à un départ de l'engin vers un autre chantier.

### Chutes et éboulements

Comme dans toute activité, les risques de chutes sont parmi les plus importants auxquels sont soumis les travailleurs des chantiers de réhabilitation de sites pollués. La prévention habituellement mise en œuvre dans les établissements industriels et sur les chantiers est donc directement applicable à ce type d'activité.

Une attention particulière doit être apportée à la prévention des risques d'éboulement, en particulier au cours des résorptions des anciens dépôts de déchets industriels. Un volume important de travaux de terrassement est souvent effectué au cours de telles opérations. Les activités exercées dans le passé sur le site ont souvent pour conséquence une forte hétérogénéité de la terre, de par la nature différente des matériaux rapportés ou simplement de par la présence de fûts et autres objets mis en dépôt. Cette terre peut d'ailleurs être imbibée de produits chimiques : cette imprégnation pouvant être très variable à quelques mètres de distance, l'instabilité des matériaux en sera renforcée. La présence d'engins circulant ou travaillant à proximité des sommets de la fouille constitue un facteur aggravant pour les risques d'éboulements. En outre, la présence de travailleurs peut être nécessaire dans les excavations profondes correspondant à la réhabilitation des anciens dépôts de déchets industriels afin de guider les conducteurs des engins de terrassement dans leurs travaux de dégagement ou d'extraction des fûts. Indépendamment de ces opérations de guidage, les opérateurs sont fréquemment amenés à intervenir en fond de fouille pour fixer une élingue, pour procéder à l'échantillonnage d'un fût ou à son reconditionnement par pompage, etc. En fonction de la nature du site, de sa pollution et de la méthode de travail adoptée pour la réhabilitation, des méthodes de prévention diverses devront être adoptées : talutage, blindage, etc.

Les travailleurs opérant en fond de fouille étant dans la plupart des cas porteurs d'équipements de pro-

tection individuelle (appareils de protection respiratoire et vêtements spéciaux destinés à les protéger du risque chimique, par exemple), leur capacité de réaction face à un danger peut être diminuée ou au moins ralentie. Cette situation est une raison supplémentaire pour éviter tout risque d'éboulement : la mobilité moindre du travailleur dans un terrain souvent difficile peut se traduire, à défaut d'un ensevelissement, par un risque accru de chute de plain-pied au cours de son évacuation du lieu dangereux.

### Vibrations

Sur ces chantiers, le principal risque lié aux vibrations est l'utilisation de quelques machines tenues à la main et d'engins d'excavation et de manutention.

---

#### RISQUES LIÉS À LA PRÉSENCE DE PRODUITS CHIMIQUES

La protection contre les risques chimiques sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués se situe dans un cadre très particulier : en effet dans de nombreux cas, les produits contre lesquels il faut protéger les travailleurs sont mal connus, voire inconnus. C'est en particulier le cas pour les anciens dépôts de déchets industriels. De la même façon quand on procède à la réhabilitation d'anciennes usines dans lesquelles des produits chimiques ont été abandonnés, il n'est souvent pas possible de garantir l'exactitude de l'étiquetage (qu'il soit précis avec le nom de produits ou limité aux classes de risque) éventuellement porté sur les différents fûts.

De plus, les dangers dont il faut se préoccuper sont multiples. L'analyse de certains dépôts à risques, où sont stockés plusieurs milliers de tonnes de solvants est exemplaire. Au cours des années, les fûts contenant ces solvants ont souvent mal résisté à leurs conditions de stockage et les risques de rupture de contenants doivent être envisagés au cours des opérations d'extraction et de reconditionnement. L'incendie et l'explosion constituent donc des risques qu'il faut impérativement prendre en compte. De même le risque d'asphyxie lié au travail dans des espaces confinés nécessitera le respect de procédures précises. Les risques d'effets sur la santé sont également très importants. La nature des travaux à entreprendre impose souvent que les travailleurs interviennent à proximité immédiate des sources de pollution, aussi les trois modes de pénétration des substances dangereuses (orale, percutanée, pulmonaire) doivent-ils être considérés afin de mettre en place les préventions adéquates. La connaissance de la nature des polluants est le plus souvent fragmentai-



## L'ÉVALUATION DES RISQUES

L'évaluation des risques peut s'avérer très complexe pour certaines opérations.

Plusieurs types de situations se présentent :

- La pollution est parfaitement connue (dans le cas par exemple d'un déversement accidentel provenant d'un camion ou d'une cuve de stockage). L'évaluation des risques sera construite à partir de la fiche de données de sécurité et les entrepreneurs en charge de l'opération pourront définir leur système de gestion du risque (technique opératoire, évaluation des expositions, protection collective, protection individuelle, etc.) en fonction de ces données de base.

- L'incertitude sur la nature de la pollution est faible. Une telle situation peut se rencontrer sur un site industriel récent ou dont l'historique est bien connu et pour lequel on dispose d'une bonne connaissance de la pollution. Malgré la faible probabilité d'une découverte inattendue, le cas échéant, l'évaluation des risques devra prendre en compte la nécessité de la mise en place d'une procédure de vigilance (suspension provisoire des travaux jusqu'à plus ample information quant à la nature et au danger des produits découverts).

- Enfin, le cas le plus complexe sera évidemment celui de la réhabilitation d'un dépôt à risques de produits chimiques où la connaissance des produits stockés (souvent enfouis) est incomplète, et où le risque de découverte d'un produit inconnu et très dangereux (toxicité, risque d'incendie-explosion, etc.) subsistera. L'évaluation des risques devra souligner la nécessité pour les entrepreneurs de devoir s'adapter dans l'urgence à des situations imprévues. La réponse de l'entrepreneur pourra prendre différentes formes en fonction de l'estimation du niveau de risque : mesurage en continu de la pollution ou d'un indice représentatif de cette pollution, mise à la disposition d'appareils de protection respiratoire isolants, etc. ■

valeurs limites d'exposition [5]. Seuls quelques mesurages montrent un dépassement des valeurs limites de courte durée.

En revanche, au cours d'une autre étude publiée dans une brochure consacrée par l'INRS et l'ADEME à la prévention des risques professionnels sur ces chantiers, des concentrations supérieures aux valeurs limites de polluants aussi divers que le dioxyde de soufre, le mercure, la silice, les hydrocarbures polycycliques aromatiques sont décrites dans diverses situations de tra-

re, il convient de considérer que le risque d'intoxication aussi bien aiguë que chronique est toujours important et doit être impérativement prévenu.

Procéder à une analyse complète de tous les fûts qui doivent être traités au cours d'une opération de réhabilitation n'est pas envisageable car ils sont souvent très nombreux (jusqu'à plusieurs milliers sur certains sites). Cela ne présenterait d'ailleurs aucun intérêt pour la réhabilitation du site. Les analyses se limiteront donc à une détermination rapide de la nature du contenu du fût (acide, base, solvant chloré ou non, présence de métaux et de leurs sels ou oxydes, etc.) de façon à pouvoir déterminer sa filière d'élimination (traitement physico-chimique, mise en décharge définitive, préparation de combustible pour cimenterie, incinération dans un centre spécialisé, etc.). L'hygiéniste industriel va donc devoir mettre en place une protection des travailleurs en ne disposant souvent que des indications recueillies au cours des phases d'analyse historique et de diagnostic du site. On voit bien dans un tel contexte les limitations des préconisations générales en matière de protection contre le risque chimique : elles demeurent évidemment valables, mais il faut être en mesure de les adapter à la réalité du chantier.

En termes d'évaluation des risques (*encadré 1*), la situation est complexe. Le recours au mesurage de la pollution est possible dans certains cas où la pollution est parfaitement connue et où les opérations à entreprendre sont clairement définies. En revanche, dans le cas de terres polluées par de multiples solvants, ce mesurage peut s'avérer difficile à mettre en œuvre. La pollution des sols n'étant pas toujours homogène, il pourra être difficile de définir un traceur qui pourrait être suivi par une méthode simple (tube colorimétrique à lecture directe, ou appareil à photoionisation). Le recours à une analyse complète ne sera évidemment pas possible en routine, tant pour des raisons de coût que pour des raisons de délai d'exécution trop long.

### Revue de la littérature concernant l'évaluation des expositions aux polluants chimiques au cours d'opérations de réhabilitation de sites pollués

Un nombre limité de ces campagnes de mesurage de la pollution a été décrit dans la littérature. Deux publications américaines, l'une consacrée aux opérations de réhabilitation d'un site de l'industrie pétrolière pollué par les hydrocarbures [3], l'autre décrivant les niveaux d'exposition lors d'une opération de reconditionnement de fûts [4], montrent que ceux-ci sont très largement inférieurs aux valeurs limites d'exposition professionnelle. Une campagne réalisée en France lors des opérations de réhabilitation d'un dépôt à risques contenant des quantités importantes de solvants de peintures montre des niveaux d'exposition sensiblement plus élevés mais respectant également dans l'ensemble les

vail [6]. *En annexe* sont présentés trois exemples de campagnes de mesures qui montrent ce qu'il est possible de réaliser en matière d'évaluation de risques, tant dans des situations simples avec polluants et procédures de travail bien définies, que dans des cas où les connaissances de base étaient plus fragmentaires. Dans la plupart des cas étudiés dans cette brochure, une analyse des risques, menée *a priori*, avait permis de déterminer le type de protection respiratoire adapté qui avait été mis à la disposition des travailleurs. Ces dépassements de la valeur limite ne se sont pas traduits par des expositions excessives. Les résultats montrent néanmoins que bien que ces opérations se déroulent le plus souvent à l'air libre, le type de travail effectué (qui implique souvent que les opérateurs se tiennent à proximité immédiate des sources d'émission) constitue une source potentielle d'expositions trop élevées si un dispositif de protection collective ou individuelle n'est pas mis à leur disposition.

L'expérience acquise au cours de ces campagnes de mesurage montre également une très forte variation dans le temps des niveaux d'exposition. Cette variabilité s'explique tant par les différences entre les tâches successivement effectuées que par les compositions qualitatives et quantitatives de la pollution des matériaux manipulés.

Dans ce contexte professionnel particulier, la maîtrise du risque chimique ne peut évidemment pas être basée sur la substitution des produits. A la suite de l'évaluation du risque, il faudra mettre en place des mesures de protection collective et/ou individuelle. Celles-ci seront développées dans la partie consacrée aux « Réponses de prévention » ; les éléments d'organisation du travail et de formation des opérateurs y seront également exposés.

---

### RISQUE AMIANTE

La prévention contre le risque amiante sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués doit a priori respecter les règles générales. Les principes généraux de recensement exhaustif de la pollution, d'isolement de la zone de travail, d'abattage et de captage à la source de la pollution émise, d'équipement des travailleurs et de respect d'une filière déchets spécifique s'appliquent évidemment. Ces principes valent également pour toutes les opérations d'enlèvement de flocage ou de calorifugeage, et de déconstruction de bâtiment couverts ou bardés d'amiante-ciment. Cependant, comme dans le cas des produits chimiques, le risque de découverte de matériaux amiantés non détectés au cours de la phase de préparation de chantier doit être pris en compte. Ceci est particulièrement vrai pour les anciens dépôts de déchets industriels. Une intervention non

maîtrisée sur ce matériau est susceptible de générer des expositions très élevées et une pollution de l'environnement immédiat, susceptible de provoquer des expositions différées. Tout matériau suspect, par son aspect, d'être de l'amiante ou d'en contenir devra être considéré comme tel tant que la preuve du contraire ne sera pas apportée. Pratiquement un mouillage abondant du matériau réduira dans des proportions importantes les possibilités d'émission de fibres.

---

### RISQUES LIÉS À LA PRÉSENCE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Dans la majorité des cas, la contamination radioactive d'un site pollué sera connue des services spécialisés ou bien l'enquête préliminaire à la réalisation des travaux permettra de mettre en évidence cette pollution, ou de la suspecter. Dans ce cas, les travaux seront entrepris sous le contrôle de l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) qui édictera les règles techniques et sanitaires qui devront être suivies au cours de la réhabilitation. Les éléments de prévention généraux, propres au travail en présence de rayonnements ionisants, pourront alors être mis en œuvre.

Cependant les produits enfouis dans les anciens dépôts de déchets industriels sont en général inconnus. Pas plus qu'on ne connaît précisément la nature des produits chimiques qui y ont été enfouis (que ce soit au cours de leur exploitation normale ou de façon incontrôlée au cours des années qui ont suivi), on ne dispose d'indications sur la présence de produits radioactifs qui pourraient s'y trouver (molécules marquées, sources radioactives, etc.). Les enquêtes réalisées au cours du diagnostic préliminaire permettront dans certains cas, en fonction de la provenance des produits qui ont été entreposés, de suspecter la présence de ces produits radioactifs, et d'associer l'ANDRA à la gestion de la réhabilitation.

Le risque demeure néanmoins que de tels produits soient mis en évidence de façon inopinée à l'occasion de l'ouverture de fouilles. Il n'est en effet jamais possible de garantir l'exhaustivité de l'inventaire des produits qui aura été effectué au cours des études de diagnostic. Il importe donc sur le chantier de disposer d'un moyen qui permette de mettre en évidence la présence de produits radioactifs : le compteur Geiger-Müller. L'entreprise en charge des travaux sera alors en mesure de prendre les mesures conservatoires minimales afin d'éviter la dissémination de la pollution. Elle pourra également, en s'inspirant des mesures de décontamination prévues pour les installations fixes, procéder aux opérations nécessaires à la mise en sûreté des travailleurs qui sont intervenus sur le chantier. Les



travaux devront évidemment être suspendus immédiatement (mesures conservatoires mises à part) au moins dans la zone de découverte, jusqu'à expertise spécialisée. De nouvelles procédures d'intervention devront alors être définies intégrant la présence de ces produits radioactifs.

Dans le cas d'anciens sites industriels dont l'exploitation a cessé depuis un temps plus ou moins long, il conviendra, préalablement à l'exécution des travaux d'interroger la CIREA (Commission Interministérielle des Radioéléments Artificiels) sur la présence de sources scellées ou non scellées dans les locaux concernés.

---

### RISQUES LIÉS À LA PRÉSENCE D'AGENTS BIOLOGIQUES

S'agissant d'anciens dépôts de déchets qui ont pu rester sans surveillance pendant parfois plusieurs années ou sur lesquels l'admission des déchets n'a pas toujours fait l'objet de toutes les précautions nécessaires, on ne peut pas exclure a priori la présence de déchets émanant d'établissements de soins ou de laboratoires de recherche mettant en œuvre des produits biologiques. À cet égard, l'analyse historique au moment de l'établissement du diagnostic de la pollution du site peut fournir des indications qui ne seront cependant pas forcément complètes. La protection des travailleurs sera *a priori* assurée par des éléments analogues à ceux utilisés pour la protection contre le risque chimique (vêtements, appareils de protection respiratoire, etc.), adaptés aux spécificités des risques biologiques suspectés. Les mesures de prévention d'ordre général citées précédemment s'appliquent également aux activités de réhabilitation.

Il existe également des risques biologiques liés aux activités générales de chantier : les risques de tétanos, mais aussi de leptospirose en présence de rongeurs, etc. Il appartiendra alors au médecin du travail en fonction d'une analyse des risques propres au site de déterminer les mesures à prendre (en particulier les vaccinations) afin d'assurer la protection des travailleurs contre ces risques. Des procédures de décontamination adaptées à la situation du site devront également être définies : lavage des parties du corps ou des vêtements souillés, décontamination, etc.

À côté des risques biologiques proprement dits, il ne faut pas oublier les piqûres d'insectes ou les morsures de serpents.

---

### AUTRES RISQUES

Il est également important de garder à l'esprit des risques qui peuvent échapper en première approche, souvent masqué par d'autres.

## Risque électrique

Toutes les installations mises en place sur les sites pollués, tous les engins et tous les outils utilisés au cours des opérations de réhabilitation doivent évidemment respecter les mesures générales de prévention du risque électrique, en tenant tout particulièrement compte de la possibilité pour ces installations et ces engins de se retrouver de façon permanente ou occasionnelle en zone explosive sur certains chantiers.

Compte tenu du caractère particulier de ces chantiers (intervention de plusieurs entreprises, sous-traitance, durée limitée des travaux, utilisation d'engins de chantier), la partie du diagnostic préliminaire du site concernant le recensement des canalisations souterraines, des lignes et des installations électriques devra être particulièrement précise. En effet, dans le cas de sites laissés à l'abandon pendant une période plus ou moins longue, on ne peut avoir la certitude que toutes les informations nécessaires ont été transmises ni de leur complète fiabilité. Si le chantier nécessite un éclairage, il faudra veiller à ce que la mise en place des infrastructures nécessaires et leurs caractéristiques techniques soient compatibles avec les règles de sécurité imposées par la circulation de nombreux engins et les conditions d'exploitation du chantier (atmosphères explosives, conditions météorologiques).

De la même façon, on devra définir une (ou des) procédure(s) d'urgence en cas d'incident de type électrique : les responsabilités et les habilitations doivent être clairement définies.

## Bruit

Sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués, les installations de type industriel (criblage, reconditionnement des déchets, traitement des terres polluées, etc.) doivent être considérées comme telles et faire l'objet des traitements adéquats (encoffrement, écrans acoustiques, insonorisation).

Dans ce cas également, il faudra prendre en compte de façon impérative d'éventuelles conséquences de la co-activité non pas tant pour les nuisances sonores en elles-mêmes, qui peuvent en général être traitées selon les méthodes habituelles, que pour les conséquences en termes d'accidents entraînés par la non-perception du danger ou des signaux d'avertissement. On peut en particulier signaler les risques liés à la circulation des engins ou à leur évolution dans leur zone de travail. Des réponses doivent être apportées en termes de vigilance accrue, d'établissement de règles de circulation précises ou d'interdictions de séjour dans certaines zones.

## Risque incendie

La principale spécificité du risque incendie sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués par rapport aux activités industrielles habituelles tient à la manipulation de fûts contenant des produits de nature parfois indéterminée et dont le mélange accidentel ou volontaire peut se traduire par un risque d'incendie accru.

En règle générale, l'incendie sera lié à :

- des réactions chimiques qui se traduisent par une inflammation ;
- l'inflammation de produits chimiques combustibles ;
- l'inflammation due à un apport d'oxygène ;
- l'agitation de composés sensibles aux chocs ou à la friction ;
- la détente de matériaux sous pression.

Au-delà des effets habituels des incendies, l'inflammation de produits souvent toxiques peut se traduire par l'émission de vapeurs et de fumées contre lesquelles il faudra être en mesure de protéger les travailleurs présents sur le site.

Il conviendra donc :

- de gérer les problèmes d'incompatibilité chimique par une détermination soigneuse des filières d'élimination de façon à éviter les mélanges indésirables ;
- de procéder aux opérations de dégagement, d'extraction, de transfert et de reconditionnement de fûts avec précaution, afin d'éviter les frictions et les risques de répandre leur contenu ;
- d'interdire toutes les sources d'ignition dans les atmosphères potentiellement inflammables ;
- de privilégier l'utilisation d'outils anti-étincelants pour les ouvertures de fûts.

## Risque d'explosion

La prévention des risques d'explosion sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués va présenter beaucoup d'analogie avec la prévention du risque d'incendie. Les risques sont très liés : un incendie peut entraîner une explosion et réciproquement. La spécificité du risque d'explosion sur ces chantiers tient en effet à la présence et à la manipulation de produits chimiques qui nécessitent dans les deux cas les mêmes précautions. Acquérir une connaissance aussi précise que possible des principales propriétés physiques et chimiques des composés s'avère une nécessité : manipuler un fût contenant des peroxydes impose par exemple des précautions particulières. De la même façon, on évite de le mélanger à des produits sus-

ceptibles de provoquer un échauffement, ce qui augmenterait le risque d'explosion.

La transformation en milieu anaérobie des produits organiques présents dans les décharges mixtes de produits chimiques et d'ordures ménagères est à l'origine de la production d'un gaz extrêmement inflammable, le méthane. Le risque d'explosion d'une poche de méthane libérée par les travaux de réhabilitation doit être envisagé au cours de la préparation des différents plans de prévention : l'historique du site, mais aussi des sondages préalablement au chantier ou pendant son déroulement peuvent fournir des indications en ce sens.

Certains sites industriels anciens (usines à gaz, établissements situés à proximité des nœuds ferroviaires ou des gares de triage) ont pu être bombardés en particulier au cours de la Seconde Guerre Mondiale. Si l'enquête préalable menée au moment de l'analyse historique du site confirme une telle possibilité, il conviendra d'attirer l'attention du personnel, et en particulier des conducteurs d'engins de chantier sur l'éventualité de mise au jour d'objets explosifs. Il existe des descriptifs (avec schémas) qui peuvent aider à la reconnaissance des différents types de bombes et autres matériels explosifs.

## Travail en atmosphère confinée et le risque d'asphyxie

Le travail en atmosphère confinée et le risque d'asphyxie (ou d'exposition à des polluants chimiques) correspondant à la pénétration dans des capacités, des réacteurs ou des stockages abandonnés concernent les travailleurs employés sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués au même titre qu'ils concernent les travailleurs de l'industrie en général. Les mêmes règles de prévention peuvent donc s'appliquer. Dans le cas spécifique des réhabilitations, le creusement de tranchées dans des zones contenant des déchets peut aboutir à créer des volumes à forte pollution en espace semi-confiné, dans lesquelles on appliquera les mesures de prévention générale : captage ou dilution de la pollution, équipement du travailleur de protection respiratoire isolante, ainsi que les règles de surveillance habituelles. En outre la pollution peut être renouvelée en permanence (vaporisation de la pollution organique imprégnant les terres par exemple), quelles que soient les mesures d'assainissement mises en œuvre, et sa nature peut évoluer avec l'avancement du chantier : même si les résultats des mesures de contrôle sont satisfaisants à un moment, le préventeur doit garder à l'esprit que cette situation peut être remise en cause à tout moment.

## Réponses de prévention

### ANALYSE DES RISQUES

La réglementation insiste sur la nécessité d'une analyse approfondie des risques professionnels dans toute activité afin de définir la politique de prévention à mettre en œuvre. Cette disposition générale apparaît encore plus cruciale dans le cas des réhabilitations de sites pollués. En effet, dans de nombreux cas, et quelle que soit la qualité des investigations préliminaires (reconstitution de l'historique du site, diagnostic préliminaire de la pollution par forage, prélèvements d'échantillons), l'expérience prouve qu'il n'est jamais possible de garantir l'exhaustivité des polluants détectés lors des premières campagnes. En outre, les travailleurs des différentes entreprises intervenant sur le site peuvent être confrontés à des risques dont ils ne sont souvent pas familiers, comme le risque chimique pour les travailleurs des entreprises issues du secteur des travaux publics, ou le risque travaux publics pour les employés des bureaux d'étude spécialisés. Enfin, les activités de réhabilitation de sites pollués étant relativement récentes, on dispose encore de peu de données sur les conditions d'exposition des travailleurs de cette activité et l'expérience des hygiénistes du travail est limitée.

Il importe donc que les documents cadres (PGCSPS élaboré par le maître d'ouvrage et le coordonnateur sécurité dans le cas d'un chantier temporaire et mobile, ou plan de prévention rédigé en commun par les responsables des entreprises utilisatrice et intervenante) fassent l'objet d'une étude approfondie afin d'établir des règles de fonctionnement communes aux différentes entreprises présentes sur le site. On limitera ainsi les risques dus à la co-activité. Doivent notamment figurer dans ce document : l'organisation générale du chantier, les voies de déplacement, les zones de stockage des déchets, les conditions de leur maintenance et de leur enlèvement, les mesures prises pour maintenir le chantier en bon ordre et en état de salubrité satisfaisant, les dispositions en matières d'organisation des secours et d'évacuation, etc.

Le maître d'ouvrage et le coordonnateur, responsables de l'élaboration du PGCSPS, peuvent se faire assister de bureaux d'études spécialisés (diagnostic solidité, diagnostic amiante, etc.) pour conduire cette analyse de risques. L'importance de ce document est d'autant plus grande que, remis aux entreprises qui envisagent de contracter, il constituera une base de référence pour l'établissement de leur PPS. Chaque entreprise contractante ne peut mettre en place des

règles de fonctionnement et de prévention des risques professionnels correctes que si elle dispose de l'ensemble des éléments constitutifs.

La liste des travaux dangereux nécessitant obligatoirement l'établissement d'un PGCSPS, indépendamment du volume des travaux prévu pour le chantier, qui était annoncée dans le décret du 26 décembre 1994 n'a jusqu'à ce jour pas été publiée. Sur la base de l'expérience acquise au cours des dernières années, il semble difficile de mettre en place une politique de prévention satisfaisante sur ces chantiers de réhabilitation, si ce travail minimal d'analyse via l'établissement du PGCSPS n'a pas été effectué. Par analogie, si les chantiers étaient réalisés dans le cadre du décret du 20 février 1992 traitant des travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure, la presque totalité d'entre eux nécessiterait l'établissement d'un plan de prévention écrit. Rares sont en effet les chantiers sur lesquels ne doivent pas être réalisés un ou plusieurs des travaux figurant sur la liste de l'arrêté du 19 mars 1993 imposant l'établissement d'un plan de prévention écrit, quel que soit le nombre d'heures travaillées par l'entreprise extérieure.

La maîtrise du risque peut porter sur une adaptation des techniques de travail destinée à mieux protéger les salariés. L'ouverture des fûts, par exemple, est une opération qui peut à la fois provoquer des brûlures chimiques dues aux éclaboussures et l'inhalation des substances dangereuses. Si des liquides sont répandus, la concentration atmosphérique des polluants augmentera en même temps que l'exposition des travailleurs. Que ce soit pour une prise d'échantillons ou à des fins de reconditionnement, les fûts devront donc être ouverts en minimisant le risque de projection et en évitant de détériorer l'enveloppe. Une ouverture de taille réduite est suffisante pour un transfert par pompe dans un fût neuf, si l'état du fût d'origine le nécessite. Si le reconditionnement doit être effectué à distance dans une installation spécialisée mise en place sur le site, en réduisant la taille de l'ouverture on minimisera le risque de répandre la pollution pendant le transfert.

On privilégiera donc l'ouverture par les orifices prévus (bondes) éventuellement à l'aide d'appareils pneumatiques, ou par des outils anti-étincelles en évitant tout choc et en se protégeant avec un écran des projections éventuelles. De même, la prise d'échantillons se fera au moyen de cannes d'échantillonnage. On prévoira aussi tous les moyens nécessaires (levées de terre, matériau absorbant) pour éviter que des produits s'échappant de fûts détériorés ne polluent davantage le site en augmentant ainsi les risques de contamination, d'exposition ou d'accident.

Certains opérateurs écartent a priori tout reconditionnement sur le site et préfèrent un transfert immédiat du fût dès sa mise à jour dans une caisse-palette étanche. Ces caisses-palettes sont ensuite expédiées

vers un centre de traitement de déchets où le reconditionnement pourra être effectué plus facilement dans des installations spécialisées.

---

### ORGANISATION DES CHANTIERS

Comme toute activité industrielle, les réhabilitations de sites pollués doivent être isolées du milieu extérieur, tant pour éviter qu'une pollution éventuellement générée ne se répande dans l'environnement que pour éviter les intrusions de personnes non averties voire mal intentionnées (actes de malveillance). Il sera donc nécessaire dans la mesure du possible de clôturer le chantier. A défaut, une signalisation précise de la zone devra être réalisée et les moyens d'accès au chantier clairement indiqués pour que l'entrée s'effectue par un point d'accès contrôlé. Il est, en effet, indispensable pour la bonne gestion des procédures d'alerte et d'évacuation prévues dans le PGCSPPS que le nombre et l'identité des personnes présentes sur le site soient connus en permanence. Le passage à ce point de contrôle permet aussi d'équiper les visiteurs des différents équipements de protection individuelle (vêtements, masques...) dont le port est préconisé sur le chantier. Il permet aussi la prise en charge des visiteurs à leur arrivée sur le site.

On distingue pratiquement deux zones sur ces chantiers :

- La zone verte est située dans une zone exempte de pollution. Elle abrite les locaux destinés au personnel (vestiaires, réfectoire, salle de repos) et des locaux professionnels qui ne génèrent pas de pollution (bureaux, salle de réunion, laboratoire d'analyse, etc.).

- La zone rouge englobe toutes les aires d'activité dans lesquelles des activités de réhabilitation du site ou de traitement des déchets sont réalisées. Il est souhaitable que sa séparation de la zone verte soit clairement matérialisée (levée de terre, ruban de balisage, etc.) et indispensable que les points de passage entre zone rouge et zone verte soient définis. Au point de passage du personnel, il est nécessaire de prévoir une zone de vestiaires conçue de la façon suivante : vestiaire « sale » pour l'abandon des (sur)vêtements de travail et autres équipements individuels (masques, gants, etc.), un bloc sanitaire avec douches, lavabos, cabinets d'aisance, un vestiaire propre. Cette zone devra également être équipée de façon à permettre un entretien des équipements (notamment de protection individuelle) mis à la disposition des travailleurs. Cet équipement devrait comprendre au minimum autour d'un point d'eau : un lave-bottes, des brosses, des essuie-mains en papier, des détergents. Il peut être complété en fonction des conditions particulières du chantier. De façon analogue il est souvent nécessaire de prévoir une zone de décontamination du matériel au point de passage

des engins (principalement des camions) pour éviter que la pollution du site ne soit transportée de façon incontrôlée dans l'environnement extérieur. L'accès à cette zone est limitée aux opérateurs qui y sont employés. Ils doivent être équipés des équipements de protection individuelle prévus pour le travail dans cette zone.

Les consignes de sécurité établies pour le chantier doivent être portées à la connaissance de tous les intervenants. Des procédures d'alerte doivent être mises en place. Pour ce faire, des contacts doivent être établis avec les services compétents (SAMU, sapeurs pompiers, médecins généralistes et spécialistes de proximité, ambulanciers, protection civile, etc.) auxquels une information sur les principaux risques du chantier doit être faite.

Du matériel de première urgence doit être disponible sur le chantier. Il comprendra en particulier une trousse de première urgence, des couvertures de survie, une douche portative permettant une décontamination rapide du corps, un lave-œil portatif. Ce matériel sera complété en fonction des particularités de chaque chantier.

Des sauveteurs secouristes du travail devront être formés en nombre suffisant de façon à être présents dans toutes les équipes.

---

### PROTECTION COLLECTIVE

En matière de prévention des risques professionnels la primauté est donnée à la protection collective. Sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués qui, par définition, sont des chantiers temporaires où, malgré la forte utilisation des engins, les travailleurs évoluent à proximité de sources d'émission de la pollution souvent diffuses et nombreuses, la mise en place de cette protection collective s'avère difficile. On se limitera ici à des préconisations d'ordre général.

L'envol de poussières souvent toxiques peut constituer une source majeure de pollution sur ces chantiers. Un arrosage régulier, en particulier des voies de circulation, permet de diminuer sensiblement les concentrations atmosphériques.

Il est évidemment difficile de capter les sources de pollution provenant des fouilles, de fûts éventrés ou en mauvais état ou de tas de terre constitués au cours des travaux. Une bonne organisation des opérations (isolement géographique des zones polluées par rapport aux principales zones d'activité, ventilation ou soufflage de la pollution dans des tranchées) peut néanmoins permettre de réduire la concentration des polluants. Par ailleurs, certains dispositifs, tels que les bandes transporteuses, les cribles ou les concasseurs peuvent assez facilement être équipés de dispositifs de captage de la



pollution à la source. Il en va de même pour les stations de reconditionnement de déchets.

Le travail des conducteurs d'engins, en particulier de pelles mécaniques et de chargeurs, les conduit souvent à intervenir dans les zones où l'émission de la pollution est maximale à l'occasion des mises à jour ou déplacements de matériaux pollués (terres et fûts essentiellement). Une pressurisation de la cabine de conduite avec un air filtré et conditionné permet d'effectuer la tâche dans une atmosphère plus saine. Une régulation de la température protège contre l'ouverture des portes et des vitres de ces engins rapidement surchauffés en période estivale. L'utilisation de filtres de charbon actif devrait permettre l'arrêt de la presque totalité des polluants. A défaut, une alimentation de la cabine peut être assurée par des bouteilles d'air comprimé.

Sur certains chantiers comme les réhabilitations de dépôts à risques, les opérations de manutention peuvent être importantes (extraction des fûts, transfert d'une zone à une autre, renversement pour reconditionnement dans un fût neuf). Compte tenu des risques d'accidents que ces manipulations entraînent, les manutentions manuelles doivent être proscrites. Un chariot automoteur équipé d'une pince hydraulique permettra par exemple d'effectuer les opérations de retournement de fûts sans intervention humaine directe.

## PROTECTION INDIVIDUELLE

Sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués comme sur tous les lieux de travail en général, la priorité doit être donnée en matière d'hygiène et de sécurité à la protection collective. Dans le chapitre précédent, on a vu la difficulté de mise en œuvre des équipements de protection collective liée :

- aux fortes spécificités de chaque chantier qui dans certains cas pourraient nécessiter que des dispositifs particuliers soient conçus pour répondre aux problèmes particuliers : la faible demande en la matière n'a pas encore généré d'offre commerciale significative ;
- à la durée souvent courte des chantiers qui n'incite pas les entreprises à investir dans des dispositifs lourds qu'elles n'ont pas l'assurance de pouvoir utiliser à nouveau puisqu'ils ne conviendront pas forcément au chantier suivant ;
- à la relative nouveauté des opérations de réhabilitation qui fait que les entreprises spécialisées ne disposent pas toujours aujourd'hui d'un recul suffisant pour appréhender au mieux par des équipements de protection collective la protection des travailleurs. Cette activité récente ne bénéficie pas encore d'un savoir-faire stabilisé, en tout cas en matière de protection des travailleurs.

Il est donc inévitable que des équipements de pro-

tection individuelle (désignés dans ce texte sous le terme d'EPI) soient utilisés de façon courante sur les chantiers, y compris dans des cas où il aura été possible d'installer un équipement de protection collective, l'EPI venant alors en complément.

L'objectif de ce chapitre est donc de recenser les différents types d'EPI que les travailleurs des chantiers de réhabilitation de sites pollués peuvent être amenés à utiliser. L'accent sera mis sur la protection respiratoire. Le choix de cette protection respiratoire, souvent ardu, est encore compliqué par la nature de certains chantiers de réhabilitation. Sur ces chantiers particuliers, on ne peut pas garantir la complétude des renseignements recueillis au cours des phases de diagnostic, même quand des mesures de la pollution des sols ou de l'air ont pu être effectuées. Dans de telles conditions, il est par exemple difficile d'effectuer le choix des cartouches anti-gaz si des inconnues subsistent quant à la nature de la pollution. Le choix des autres EPI pour la protection de la tête ou du corps est souvent plus simple : les entreprises, en particulier celles de travaux publics, sont aussi plus souvent confrontées à ce type de problèmes qu'elles résolvent donc plus facilement.

Au-delà de ce choix des EPI, et indépendamment de sa pertinence, se pose également le problème de leur efficacité. Quand le type d'EPI aura été convenablement choisi (protection contre les vapeurs organiques ou protection contre les poussières par exemple), il faudra donc se poser la question de son efficacité. En fonction des expositions potentielles (celles auxquelles le travailleur serait soumis s'il ne portait pas un appareil de protection respiratoire par exemple) et des expositions acceptables (souvent définies en fonction des valeurs limites mais pas forcément à leur niveau), on devra déterminer le facteur de protection nécessaire. Ce facteur de protection nécessaire dictera le choix du modèle de masque. Pour en rester à la protection respiratoire faut-il, par exemple, faire le choix de la ventilation libre ou de la ventilation assistée, voire celui de l'adduction d'air ? Combien de temps une cartouche anti-gaz peut-elle être utilisée avant saturation ?

Si le port d'un EPI constitue une protection, il constitue également une contrainte. De la même façon que le choix de l'EPI s'effectuera en fonction d'une analyse du poste de travail, le port d'un EPI aura lui-même souvent des conséquences sur la tâche que le travailleur équipé pourra effectuer. L'appréhension de l'environnement de travail pourra par exemple être modifiée par le port d'un casque ou d'une protection respiratoire ou auditive. De la même façon le port d'un masque à ventilation libre impose à l'opérateur équipé un travail respiratoire supplémentaire qui peut nécessiter l'aménagement du poste ou des rythmes de travail. Autre exemple : une combinaison étanche de protection contre les produits chimiques diminuera les

échanges de chaleur entre le corps et l'extérieur.

Toutes ces contraintes (spécificité de l'EPI pour un type de polluant donné, efficacité limitée, contraintes physiologiques voire psychologiques) plaident à l'évidence pour une utilisation raisonnée de la protection individuelle. Si la sous-protection fait courir des risques à l'opérateur, une sur-protection peut créer des risques inutiles par les contraintes qu'elle impose. En outre, elle décrédibilise les mesures de protection qui risquent d'être peu ou mal appliquées quand elles deviendront indispensables. Cette politique d'utilisation de la protection individuelle doit donc être étudiée et définie aussi précisément que possible préalablement au chantier. Elle devra aussi être réactualisée en fonction des évolutions de ce chantier. Pour être comprise et donc efficace, cette politique doit être mise en œuvre par des opérateurs formés et informés. Le port d'un EPI impose donc que les utilisateurs soient formés à son utilisation (dans le cas de la protection respiratoire par exemple : mise en place, détection des fuites au visage, etc.), mais aussi qu'aient été définies des consignes raisonnées d'utilisation dont ils auront été informés. De même le stockage, le nettoyage, l'entretien, l'éventuelle révision périodique et la désinfection de ces équipements doivent faire l'objet d'une notice communiquée à leurs utilisateurs : cette notice dont la fourniture par le fabricant est obligatoire peut devoir être adaptée au contexte précis d'utilisation de l'EPI.

La fourniture gratuite des EPI est de la responsabilité du chef d'entreprise qui doit s'assurer de leur adéquation au risque, de leur bon fonctionnement et de leur état hygiénique satisfaisant. Le chef d'entreprise doit également veiller au port effectif des EPI.

## Gants

Les opérations conduites sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués sont susceptibles d'exposer les opérateurs à des risques principalement d'origine mécanique, chimique ou thermique. Les risques mécaniques sont principalement liés aux manutentions de déchets et peuvent se traduire par des coupures, des piqûres ou des frottements. Les risques d'origine chimique correspondent essentiellement aux produits contenus dans les fûts ou qui souillent les terres. Les risques thermiques sont *a priori* associés davantage à des installations de traitement des terres polluées (désorption thermique ou distillation de solvants ayant servi à une extraction chimique des polluants) plutôt qu'aux opérations d'excavation ou de manipulation de matériaux pollués.

La normalisation européenne a prévu un marquage sous forme de pictogrammes décrivant les risques contre lesquels les gants protègent. Ces pictogrammes permettent par exemple de repérer qu'un type de gants

a été testé contre les risques chimiques ou contre les risques mécaniques. En fonction des résultats à ces tests normalisés, les gants se voient attribuer pour chaque risque un niveau de performance croissant avec la qualité du produit. Les résultats des essais normalisés sont traduits en terme de niveaux de performance exprimés par un chiffre compris entre 1 et 6. Un chiffre élevé correspond à un niveau de performance élevé.

La lecture attentive de la notice d'emploi des gants est indispensable dans le cas des gants de protection chimique. Ceux-ci ne protègent que contre certains produits chimiques et cette protection est limitée dans le temps.

L'entretien des gants revêt une importance particulière. De même, une grande vigilance doit être observée pendant leur port. En cas de pénétration d'un produit (en particulier liquide) à l'intérieur d'un gant, ce produit peut, à la faveur du port du gant, séjourner au contact de la peau et causer des irritations, des brûlures ou aboutir à une pénétration percutanée. Si un opérateur soupçonne qu'un produit a pénétré à l'intérieur de son gant, il doit impérativement se laver immédiatement les mains, et procéder au changement ou au lavage de ce gant. La même démarche doit être entreprise en cas de déchirure ou de perforation du gant.

## Protection des yeux et du visage

Le choix d'un protecteur des yeux et du visage devra évidemment s'effectuer en fonction d'une analyse préalable des risques. Dans le cas des réhabilitations de sites industriels pollués, nombreuses sont les activités qui peuvent aboutir à des projections de matériaux divers : le débroussaillage, toutes les opérations de terrassement, le reconditionnement de fûts (compris au sens large : ouverture de fûts, manutention, transvasement, etc.), sans oublier les risques liés aux différentes machines qui peuvent être utilisées pour procéder aux opérations de traitement des matériaux proprement dites (désorption thermique, extraction par solvants). On pourra donc être confronté à des projections de solides ou de liquides, de taille et de consistance très variées, mais aussi de gaz, pour lesquelles des réponses de prévention diverses peuvent être apportées.

On distingue généralement trois types de protecteurs des yeux et du visage :

- les lunettes à branche ;
- les lunettes masques ;
- les écrans faciaux.

On pensera lors du choix de cet EPI à la nécessité de porter un masque (lunettes masque) et des verres correcteurs (écrans faciaux, lunettes à verre correcteur).

Comme les autres EPI, les protecteurs des yeux et du visage nécessitent un entretien et un nettoyage régulier. Un protecteur sale ou détérioré altère la vision



et va donc provoquer une fatigue visuelle susceptible de produire des incidents ou accidents. Sa détérioration peut également entraîner des réactions de rejet qui aboutiront à ce qu'il ne soit plus ou mal porté.

## Protection de la tête

Le port du casque est nécessaire chaque fois que l'opérateur est exposé à un risque de chute d'objets à partir d'un niveau supérieur. Dans le cas des réhabilitations de sites industriels pollués, s'agissant d'opérations dans lequel le recours à des engins de manutention est très fréquent ou pour lesquelles des unités de type industriel peuvent être installées sur les sites en cours de traitement, il s'agit bien évidemment d'un risque non négligeable.

Les casques ont une durée d'utilisation de vie limitée car ils vieillissent sous l'influence du soleil et des intempéries. Cette date limite d'utilisation doit figurer dans la notice d'utilisation du fabricant. A défaut d'indications précises dans la notice du fabricant, on reformera un casque après une durée d'utilisation de deux ans maximum dans des conditions normales d'utilisation. Après un choc violent, même si le casque ne présente pas de signe apparent d'altération, il doit absolument être réformé. On veillera également à l'état de la calotte du casque, qui ne doit présenter ni décoloration ni craquelures.

## Chaussures et bottes de sécurité

Sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués, le choix des chaussures et des bottes de sécurité doit être fait de façon à assurer la protection de l'opérateur contre les risques :

- mécaniques grâce à des inserts de protection métallique incorporés dans le semelage de la chaussure, des embouts de protection, des protecteurs latéraux contre la coupure et des protecteurs du métatarse ; ces protections éviteront les traumatismes sur l'ensemble des zones du pied. Les semelles anti-dérapantes et les talons absorbeurs d'énergie seront particulièrement utiles sur des sols parfois imbibés de produits chimiques et encombrés où le risque de chute et de glissade n'est pas rare ;

- chimiques par des semelles résistantes aux hydrocarbures ainsi que des semelles et tiges résistantes et imperméables aux produits chimiques.

## Protection auditive

Lorsque l'exposition sonore quotidienne subie par un travailleur dépasse le niveau de 85 dB(A) ou lorsque la pression acoustique de crête dépasse le niveau de

135 dB, des protecteurs individuels doivent être mis à sa disposition. On distingue trois principaux types :

- *les protecteurs passifs*. Ce sont des bouchons d'oreille, des serre-tête, des casques enveloppants, etc. Le choix entre ces différents équipements sera effectué en fonction de leur usage. On réservera généralement les serre-tête et serre-nuque pour des ports intermittents. Pour un port continu on aura le plus souvent recours aux bouchons d'oreilles, discrets et peu encombrants, mais qui nécessitent des précautions d'hygiène assez strictes.

- *les protecteurs non-linéaires* (à atténuation asservie). Ils ont pour intérêt de préserver au mieux la communication avec l'environnement pendant les périodes calmes.

- *les protecteurs actifs*. Comme les précédents, ce sont des protecteurs de type électronique. Ces équipements ont surtout une bonne efficacité pour les plus basses fréquences. Ils améliorent souvent de façon très satisfaisante la perception de la parole en milieu bruyant.

Outre les règles d'hygiène très strictes sur lesquelles on a déjà insisté (les casques anti-bruits doivent être considérés comme des équipements individuels, et un serre-tête doit être nettoyé avant d'être transmis à un autre porteur), ces protecteurs doivent comme les autres faire l'objet d'un entretien régulier. Leur stockage doit être effectué dans d'excellentes conditions de propreté à l'abri de la poussière et de la pollution.

## Genouillères

Le vêtement de travail d'un opérateur doit être équipé de genouillères s'il est amené à effectuer des travaux l'amenant à adopter de façon fréquente et/ou prolongée une position à genoux. Sur la plupart des chantiers de réhabilitation de sites pollués, il devrait être possible de procéder à un aménagement du poste de travail afin d'éviter aux travailleurs d'adopter la position à genoux.

## Harnais antichute

L'utilisation d'un système antichute doit être réservée à des opérations exceptionnelles ou de courte durée. La prévention des chutes de hauteur doit bien évidemment privilégier l'aménagement du poste de travail et la mise en place de dispositifs de protection collective. Cet équipement ne peut être utilisé que s'il existe un point d'ancrage accessible et sûr situé au-dessus de l'opérateur équipé. Il existe deux types principaux de systèmes antichute :

- les systèmes à coulisseau sur corde, câble ou rail vertical qui se bloquent en cas de chute ;
- les systèmes à enrouleur pour lesquels le câble ou

la sangle se déroule ou s'enroule en fonction des déplacements de l'opérateur et se bloque en cas de chute. Ces systèmes à enrouleur permettent des déplacements latéraux de plus grande amplitude que ceux autorisés par les systèmes à coulisseau.

Les systèmes avec longe et absorbeur ne seront utilisés que s'il est impossible d'utiliser des systèmes anti-chute.

### Vêtements de protection contre les produits chimiques

Le risque de pollution des vêtements de travail, en particulier par des éclaboussures au cours des manutentions de fûts, est important sur les réhabilitations de sites pollués. Indépendamment de ces risques à conséquences immédiates (pénétration percutanée, brûlure chimique par des produits acides ou corrosifs, etc.), il faut de toute façon équiper les opérateurs de vêtements spécifiques. Il s'agit en effet d'éviter que des vêtements qu'ils conserveraient en dehors du poste de travail ne libèrent une pollution contre laquelle ils ne seraient plus protégés, en particulier du point de vue respiratoire. On peut citer l'exemple de vêtements de travail souillés qui en séchant pourraient libérer des vapeurs ou des poussières dangereuses pour la santé du travailleur ou de son entourage. Il faut donc que les opérateurs soient équipés de vêtements conçus pour résister aux phénomènes de perméation (phénomène par lequel un produit chimique va traverser le vêtement même si aucune modification de sa surface n'apparaît), dégradation (modification des propriétés de résistance du matériau du vêtement par un agent chimique ou physique), pénétration (le produit chimique peut pénétrer par les manches, le col ou les dispositifs de fermeture ou tout orifice des vêtements).

Le choix du vêtement et de son matériau doit donc être réalisé en fonction de l'analyse des risques, et en particulier en fonction des propriétés physico-chimiques des polluants attendus. Les fabricants de vêtements sont en mesure de guider l'utilisateur dans son choix, même si des problèmes particuliers peuvent se poser dans le cas des réhabilitations de sites pollués. Il sera difficile en particulier de traiter le problème des mélanges : les fûts de déchets par exemple sont susceptibles de contenir des mélanges très variés, pour lesquels les matériaux n'auront pas été spécifiquement testés. Des mélanges de produits peuvent se révéler beaucoup plus agressifs pour les vêtements que ne le sont leurs composants considérés individuellement.

Il n'existe pas de vêtements parfaitement résistants. Les procédures de travail devront être organisées de façon à limiter autant que possible la salissure des vêtements. De la même façon, l'opérateur devra, y compris

pendant son travail, maintenir son vêtement dans un état de propreté relatif en le débarrassant au fur et à mesure des salissures les plus importantes. Cette disposition vaut également dans le cas d'un vêtement jetable dont le travailleur se débarrassera dans un laps de temps plus ou moins proche. Si besoin est, des dispositifs de nettoyage devront être installés sur le chantier lui-même ou des outils mis à disposition (indépendamment de ceux qui doivent être prévus aux points d'entrée/sortie) pour procéder à la décontamination des EPI en général et des vêtements en particulier.

Comme pour tout EPI, le port du vêtement se traduit par une contrainte physiologique. Plus le vêtement sera étanche, moins les échanges avec l'extérieur s'effectueront facilement, plus forte sera cette contrainte. Il peut être nécessaire dans certaines situations de travail (vêtement très étanche, faibles échanges thermiques avec l'extérieur via un matériau isolant, forte charge physique de travail, température extérieure élevée, etc.) de vérifier si ces contraintes physiologiques ne mettent pas en danger la santé du travailleur. Il existe par exemple des combinaisons ventilées qui permettent de minimiser ces phénomènes, même si leur port se traduit souvent par une mobilité moindre pour leur porteur. Leur emploi a montré leur utilité dans le cas des opérations d'enlèvement d'amiante. Le problème de la « portabilité » de ces vêtements est important dans la mesure où il faut évidemment éviter que le port d'un EPI en général, et d'un vêtement protecteur en particulier, aboutisse à une gêne du salarié qui risque de se traduire par un risque d'accident accru. Dans ce cas également, il faut adapter la protection au risque encouru : une sur-protection peut se révéler inutile, voire nuisible.

Un grand soin devra être apporté au nettoyage et à la désinfection, si elle s'avère nécessaire, de ces vêtements. Il faut en particulier éviter que des opérations mal conduites n'aboutissent à une pollution interne des vêtements dont les conséquences peuvent s'avérer aussi graves (sinon plus) qu'une exposition dont le porteur aura eu conscience. Le stockage entre les utilisations devra également être réalisé dans un endroit propre exempt de toute pollution. Chaque vêtement devra faire l'objet d'un examen attentif avant d'être réutilisé, afin de détecter d'éventuelles déchirures ou détériorations. Comme pour tous les EPI, formation au port et information sur les risques contre lesquels les vêtements sont prévus doivent être dispensés à l'utilisateur.

### Protection respiratoire

Cette partie est volontairement la plus importante et mérite une grande attention. Après un rappel des caractéristiques des appareils de protection respiratoire (APR) et de leurs performances, il sera tenté de

répondre à quelques questions pratiques qui sont souvent posées au médecin du travail.

Faire le choix d'un (APR) est souvent fort ardu puisqu'il faut concilier des critères d'efficacité et de confort des opérateurs. Il faut également déterminer les périodes de port puisque, sauf exception, un APR ne pourra être porté que pendant une période limitée. Ce choix est rendu encore plus compliqué par l'existence de multi-pollutions, fréquente sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués. Certains de ces chantiers présentent en outre la particularité d'exposer potentiellement les opérateurs à une pollution dont on ne connaît pas toujours les composants, et dont les niveaux peuvent varier fortement au cours du temps.

### Classification des APR

Les appareils filtrants épurent l'air ambiant contaminé. Ils sont généralement constitués d'une pièce faciale qui recouvre les voies aériennes supérieures (bouche et nez) plus ou moins largement selon le type de la pièce filtrante (le masque complet englobe par exemple tout le visage). Cette pièce faciale est munie d'un filtre adapté au type de polluant qui doit être piégé : aérosols (solides ou liquides) ou gaz. Ce filtre peut d'ailleurs être une combinaison de supports permettant d'arrêter plusieurs types de gaz, ou un gaz et des poussières, etc. Dans certains cas, c'est la pièce faciale qui constitue elle-même le filtre (contre les poussières et/ou contre les gaz) : on parle alors de pièce faciale filtrante.

Le passage de l'air à travers le filtre peut être assuré par le travail respiratoire du porteur : on parle alors de ventilation libre. Ce passage de l'air à travers le filtre peut aussi être assuré par un ventilateur motorisé fixé à la pièce faciale ou à la ceinture du porteur : on parle alors de ventilation assistée.

Les appareils isolants sont alimentés à partir d'une source d'air non contaminé indépendante de l'atmosphère contaminée dans laquelle évoluent les porteurs de ces APR isolants. L'alimentation de la pièce faciale est alors assurée par un tuyau qui amène l'air d'une zone non polluée, ou d'une source d'air comprimé (compresseur ou bouteilles). Plusieurs cas de figures sont possibles :

- la source d'air comprimé peut être portée par l'opérateur (bouteille) ou à poste fixe (bouteilles ou compresseur) ;
- l'alimentation en air peut être continue ou limitée aux phases d'inspiration ;
- l'air alimentant la pièce faciale peut y être amené par le seul travail respiratoire du porteur ou grâce à une assistance motorisée ;
- une pression positive peut être garantie ou pas sous la pièce faciale.

### Composants des APR

#### Pièces faciales

C'est la partie de l'APR directement en contact avec le visage de la personne équipée. Par son joint facial, elle doit en particulier assurer l'étanchéité entre l'atmosphère ambiante (polluée ou susceptible de l'être) et l'intérieur de l'appareil. Selon l'importance de la zone couverte on distingue différents types de pièces faciales : le demi-masque, le demi-masque filtrant (pièce faciale filtrante), le masque complet, la cagoule, le casque. Ces deux derniers éléments ne peuvent être utilisés qu'en adduction d'air ou en ventilation assistée.

#### Embout buccal

Il s'agit d'un ensemble constitué d'une pièce d'étanchéité tenue dans la bouche, d'une pince d'obturation des narines et éventuellement d'autres accessoires (brides, soupape expiratoire et/ou inspiratoire). L'embout buccal n'est jamais utilisé pour des situations de travail ; il équipe exclusivement certains appareils destinés à l'évacuation (incendie, fuite de gaz, etc.)

#### Filtres

Les filtres anti-aérosols, qui protègent dans tous les cas contre les particules solides, et pour certains d'entre eux contre les particules liquides, sont classés en 3 catégories en fonction de leurs résultats à des tests normalisés :

- les filtres de faible efficacité P1 qui arrêtent au moins 80 % de l'aérosol de chlorure de sodium défini par l'essai normatif ;
- les filtres d'efficacité moyenne P2 qui arrêtent au moins 94 % de cet aérosol ;
- les filtres de haute efficacité P3 qui arrêtent au moins 99,95 % de l'aérosol.

Il convient de noter que ces chiffres correspondent à l'efficacité de filtres, et non pas à celle de l'APR global dont le filtre n'est qu'un élément constitutif. Le marquage du filtre doit faire apparaître son efficacité (P1 à P3) ainsi que sa limitation aux aérosols solides uniquement (S) ou son efficacité pour les solides et les liquides (SL).

Le *tableau 1* résume les différents types de filtres existant actuellement et décrit leur domaine d'utilisation.

Chaque type de filtre anti-gaz est spécifique d'un gaz ou d'une famille de gaz ou vapeurs. En fonction de leur capacité d'adsorption, les filtres anti-gaz sont classés en 3 catégories :

- les galettes de classe 1 qui ont la plus faible capacité ;
- les cartouches de classe 2 de capacité moyenne ;
- les bidons de classe 3 qui ont la plus grande capacité.

TABLEAU I

### Les différents types de filtres existant actuellement et leur domaine d'utilisation

Type	Couleur	Domaine d'utilisation
A	Marron	Gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65 °C
B	Gris	Gaz et vapeurs inorganiques (sauf le monoxyde de carbone CO)
E	Jaune	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) et autres gaz et vapeurs acides
K	Vert	Ammoniac et dérivés organiques aminés
HgP3	Rouge + Blanc	Vapeurs de mercure
NOP3	Bleu + Blanc	Oxydes d'azote
AX	Marron	Composés organiques à bas point d'ébullition (inférieur à 65 °C)
SX	Violet	Composés spécifiques désignés par le fabricant

TABLEAU II

### Capacité des filtres et temps minimum de saturation par type et classe de filtre

Type et classe de filtre	Concentration du gaz d'essai (ppm)	Temps minimum de saturation (min)
A1	1 000	80
B1 (chlore)	1 000	20
B1 (sulfure d'hydrogène)	1 000	40
B1 (cyanure d'hydrogène)	1 000	25
E1	1 000	20
K1	1 000	50
A2	5 000	40
B2 (chlore)	5 000	20
B2 (sulfure d'hydrogène)	5 000	40
B2 (cyanure d'hydrogène)	5 000	25
E2	5 000	20
K2	5 000	40
A3	10 000	60
B3 (chlore)	10 000	30
B3 (sulfure d'hydrogène)	10 000	60
B3 (cyanure d'hydrogène)	10 000	35
E3	10 000	30
K3	10 000	60

Contrairement aux filtres anti-poussières, pour les filtres anti-gaz, le chiffre de 1 à 3 ne caractérise pas l'efficacité de la filtration, mais la capacité croissante de rétention de la cartouche.

À la différence des filtres anti-poussières dont le colmatage au fur et à mesure de leur utilisation va augmenter la perte de charge sans nuire à leur efficacité (au moins vis-à-vis de l'essai normatif), un filtre anti-gaz est susceptible d'être saturé. Il faut être très vigilant quant à ce phénomène de saturation puisqu'il va aboutir à une exposition de la personne équipée d'un APR qui se croira pourtant, à tort, protégée. Mais il n'existe pas aujourd'hui de détecteur de saturation satisfaisant. On ne peut pas non plus se fier à l'odorat puisque certains gaz ont des seuils de détection olfactive supérieurs à leur valeur limite d'exposition.

Divers paramètres (la température, l'humidité de l'air ambiant, la concentration de polluant, le débit de passage de l'air à filtrer à travers le filtre, etc.) influent sur le temps de saturation. En fonction des conditions de test normatif de la capacité des filtres et des temps minimum de saturation également définis par la norme (cf. *tableau II*), on peut déterminer un temps de saturation dans les conditions réelles d'utilisation. Le fournisseur du filtre anti-gaz peut être sollicité pour une telle détermination : il aura généralement accumulé des données dans ce domaine.

En théorie, un filtre anti-gaz est à usage unique. Il ne devrait pas en particulier après un premier usage pour protéger contre un premier polluant, être ensuite utilisé pour un polluant différent : il existe en effet un risque que le second polluant déplace ou fasse relarguer le premier polluant adsorbé sur le charbon. De la même façon après un premier usage, le polluant adsorbé peut migrer sur le charbon actif avec un risque de moins bonne adsorption du polluant à l'occasion d'un second usage, s'il intervient plusieurs semaines ou plusieurs mois après le premier.

Les filtres combinés associent filtre anti-aérosols et filtre(s) anti-gaz. Ces filtres peuvent être très complets. Les filtres A2B2E2K2P3Hg sont par exemple assez répandus sur le marché. Le prescripteur doit cependant tenir compte du fait qu'un filtre très complet tel que celui cité ci-dessus opposera une forte perte de charge au travail respiratoire. Cette forte perte de charge risque de se traduire par une fatigue de l'utilisateur, qui peut l'inciter à générer, même involontairement, des fuites au visage. On réservera donc *a priori* ces filtres très complets à des utilisations brèves sans travaux physiquement exigeants.

## LES APR EN PRATIQUE

**Certaines questions reviennent fréquemment à propos de l'utilisation, de l'efficacité, de l'entretien ou du choix des appareils de protection respiratoire. Les réponses qui suivent apportent des éléments d'informations sur ces sujets.**

### Qualité de l'air fourni à un appareil respiratoire isolant

*L'air fourni à un appareil de protection respiratoire doit être aussi pur que possible et sa composition aussi proche que possible de celle de l'air naturel. L'air comprimé pour appareil de protection respiratoire isolant ne doit pas avoir d'odeur, ni de goût significatif, et sa teneur en huile (gouttelette ou brouillard) ne doit pas excéder 0,5 mg.m<sup>-3</sup>. Sa*



teneur en monoxyde de carbone (CO) ne doit pas excéder 15 ppm. Il ne doit pas contenir d'eau sous forme liquide et son point de rosée doit être suffisamment bas pour éviter toute condensation ou tout givrage interne dans les tuyaux d'alimentation ou dans les pièces faciales des APR. Pour parvenir à ces résultats, il est possible d'intervenir sur les lignes d'alimentation : il existe des filtres qui permettent d'éliminer les poussières ou les gouttelettes d'huile, des pièges à eau ou à huile, des systèmes de réchauffement ou de refroidissement de l'air.

La législation n'impose pas actuellement de règles particulières pour le choix des compresseurs destinés à fournir de l'air respirable. En conséquence, les loueurs de matériel, qui fournissent une part importante du parc de matériel utilisé à cet effet, n'ont pas d'appareils spécialisés. Il est donc généralement impossible pour un utilisateur de connaître a priori la qualité de l'air comprimé qu'il va mettre à la disposition des opérateurs, même s'il adopte la précaution élémentaire qui consiste à proscrire les compresseurs thermiques et à n'admettre que les compresseurs électriques. Par ailleurs, quelle que soit la qualité des dispositifs épurateurs d'air (en particulier les filtres ou pièges à huile), ils peuvent être pris en défaut si la qualité de l'air en sortie du compresseur est trop mauvaise : les filtres quand ils sont saturés, laissent passer les gouttelettes d'huile. Il est donc nécessaire de procéder régulièrement à des contrôles en sortie de compresseur et en sortie de borne épuratrice afin de s'assurer de la bonne qualité de l'air distribué.

La teneur en monoxyde de carbone et en dioxyde de carbone constitue un autre problème, en particulier en cas de travail en milieu urbain, et particulièrement dans des lieux où la circulation est importante. Il faudra donc accorder une attention particulière à l'endroit où on installe le compresseur, même s'il est équipé de dispositifs d'épuration, en évitant des lieux trop pollués (en particulier trop confinés).

### Efficacité de la protection respiratoire

Dans le cadre de la certification des APR, plusieurs tests normatifs visent à quantifier l'efficacité de leurs divers composants seuls ou combinés : par exemple la pièce faciale ou les filtres. En fonction des résultats à ces tests, les APR sont classés dans les différentes catégories mentionnées précédemment : par exemple de P1 à P3 pour un filtre anti-poussières ou de FFP1 à FFP3 pour une pièce faciale filtrante. Le marquage de conformité CE confirme la conformité du matériel aux exigences essentielles de la directive 89/686/CE relative à la mise sur le marché des EPI.

Pour autant, l'expérience acquise par les hygiénistes du travail et certains fabricants d'APR eux-

mêmes a montré que l'efficacité des APR au poste de travail est en règle générale très inférieure à celles mesurées au cours des tests de qualification selon les tests normatifs. A cela on peut trouver plusieurs explications :

- Les tests normatifs sont effectués sur des durées courtes (quelques minutes) alors qu'un APR peut être porté par un opérateur pendant plusieurs heures consécutives. La fatigue physique et respiratoire du travailleur n'est donc pas la même que celle du sujet effectuant l'essai normatif. Cette fatigue respiratoire peut inciter le travailleur à créer, même involontairement, des fuites au visage pour s'assurer à moindre coût physiologique une quantité d'air suffisante. De la même façon, la sudation peut être supérieure avec le risque de perte d'étanchéité entre le visage et la pièce faciale.

- Les mouvements prescrits au sujet pendant la réalisation de l'essai normatif sont souvent moins rapides et moins énergiques que ceux effectués dans la plupart des travaux courants dans l'industrie (en tout cas ceux nécessitant le port d'une protection respiratoire). Les risques de déplacement de la pièce faciale et de perte d'étanchéité au visage sont donc supérieurs en configuration réelle d'utilisation.

- La norme insiste particulièrement sur la nécessité pour le porteur d'être en mesure d'assurer une excellente étanchéité entre le visage et la pièce faciale, d'où un soin particulier apporté au rasage du visage des sujets pratiquant les essais. La réalité industrielle montre que souvent les travailleurs équipés d'APR n'ont pas été informés de l'importance de ce facteur. Et même si cette information a été faite, les nécessités de la vie font que ces prescriptions ne sont souvent pas respectées.

- Des efforts physiques intenses se traduisent par une demande d'air importante. On a vu que ce phénomène peut générer des fuites. Il convient d'insister sur le fait que même dans le cas de l'utilisation de masques à ventilation assistée, le débit fourni par la motorisation peut se révéler insuffisant pour répondre de façon instantanée, ou sur quelques secondes aux besoins du porteur de l'APR. Même des débits de 200 l.min<sup>-1</sup>, qui ne sont pas atteints par les APR à ventilation assistée et très rarement par les APR à adduction d'air en raison de la gêne que ces débits entraînent (sensation de froid au visage ou de courant d'air), peuvent être dépassés de façon instantanée en créant ainsi une dépression sous la pièce faciale. Il y a donc alors risque que la pollution ambiante pénètre dans la pièce faciale, ce qui entraîne une chute très forte du facteur de protection assuré par l'APR.

Afin de fournir aux utilisateurs des données exploitables les guidant dans le choix d'un type de protection respiratoire, différents organismes et cher-

TABLEAU III

Facteur de protection estimé : proposition de Robin Howie au Comité européen de normalisation (1995)

Facteur de protection évalué	Quart de masque, demi-masque + filtre (ventilation libre)	Pièce faciale filtrante sans soupape d'inhalation (ventilation libre)	Pièce faciale filtrante avec soupape d'inhalation (ventilation libre)	Masque complet + filtre (ventilation libre)	Ventilation assistée avec quart de masque, demi-masque ou masque complet	Ventilation assistée avec casque ou cagoule	Appareil respiratoire isolant non-autonome	Appareil respiratoire isolant autonome
4	P1	FFP1	Combiné : anti-gaz + P1	P1	Toute pièce faciale + filtre de niveau P1	Toute pièce faciale + filtre de niveau P1	-	-
10	P2 Anti-gaz	FFP2	Combiné : anti-gaz + P2	P2	Toute pièce faciale + filtre de niveau P2	Toute pièce faciale + filtre de niveau P2	Demi-masque + air libre ou comprimé	-
20	P3	FFP3 Anti-gaz	Combiné : anti-gaz + P3 Anti-gaz	Anti-gaz	Quart ou demi-masque + filtre de niveau P3, anti-gaz ou combiné anti-gaz P3	Demi-cagoule + filtre de niveau P3, anti-gaz ou combiné anti-gaz P3	-	-
40	-	-	-	P3	Masque complet + filtre de niveau P3, anti-gaz ou combiné anti-gaz P3	Cagoule + filtre de niveau P3, anti-gaz ou combiné anti-gaz P3	■ Masque complet + air libre ■ Cagoule + air comprimé	Masque complet + alimentation sans pression positive garantie
100	-	-	-	-	-	-	■ Embout buccal + air libre ■ Cagoule enveloppante + air comprimé	Embout buccal + alimentation sans pression positive garantie
500	-	-	-	-	-	-	Masque complet ou gilet + air comprimé	-
1 000	-	-	-	-	-	Combinaison + filtre de niveau P3, anti-gaz ou combiné anti-gaz P3	Embout buccal ou combinaison + air comprimé	Embout buccal ou masque complet + alimentation à pression positive garantie

cheurs ont donc créé la notion de facteur de protection estimé (assessed protection factor ou assigned protection factor) qui est basée sur des études mesurant le facteur de protection (c'est-à-dire le rapport entre l'exposition à laquelle l'opérateur serait soumis s'il ne portait pas d'APR et l'exposition mesurée à l'intérieur de la pièce faciale) en situation réelle de travail. Plusieurs organismes ou chercheurs ont proposé des tableaux complets de ces valeurs pour les principaux types de masques. Un certain nombre de divergences subsistent encore pour certaines valeurs. On trouvera à titre d'exemple dans le [tableau III](#) la proposition formulée au niveau européen par Howie, dans le [tableau IV](#) les recommandations du NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) organisme américain homologue de l'INRS pour les APR anti-poussières et dans le [tableau V](#) les recommandations du même organisme pour les APR anti-gaz.

Malgré certaines divergences apparentes, il n'existe pas de grosses différences entre les valeurs proposées par ces deux sources. Pour ce qui concerne la protection assurée par les masques à ventila-

tion assistée, on peut être frappé par les valeurs relativement faibles (40 pour Howie, 50 pour le NIOSH) qui sont proposées. La notion importante dans ce cas est celle de garantie de l'existence d'une pression positive à l'intérieur du masque par rapport à l'extérieur : un appareil qui garantit une telle pression positive se voit attribuer un facteur de protection de 1000 par le NIOSH. De la même façon, c'est une valeur de 500 qui est aussi proposée par Howie dans le cas d'une alimentation par adduction d'air qui permet a priori de s'affranchir des risques de voir l'intérieur du masque passer en dépression par rapport au milieu extérieur.

### Stockage et entretien des APR

Après chaque utilisation, un appareil doit être nettoyé, désinfecté et préparé pour sa réutilisation ultérieure (qu'il s'agisse du même utilisateur ou d'une réaffectation de l'appareil) ou son stockage. Les appareils ne seront nettoyés et entretenus qu'avec les produits indiqués par le fabricant, pour éviter les risques de perturbation de leur fonctionnement que



**APF, Assigned Protection Factor, pour les appareils de protection respiratoire anti-poussières (NIOSH 1987)**

TABLEAU IV

Facteur de protection estimé	Type d'appareil de protection respiratoire
5	Masque à usage unique ou quart de masque
10	Tout demi-masque (y compris jetable) à ventilation libre équipé d'un filtre, sauf les masques à usage unique Tout masque complet à ventilation libre équipé d'un filtre à particule Tout demi-masque alimenté en air à la demande sans garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
25	Tout casque ou cagoule à ventilation assistée équipé d'un filtre à particule Tout casque ou cagoule alimenté par un débit d'air continu
50	Tout masque complet à ventilation libre équipé d'un filtre de haute efficacité Tout masque à ventilation assistée assurant une bonne étanchéité au visage équipé d'un filtre de haute efficacité Tout masque complet alimenté en air à la demande sans garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale Tout masque assurant une bonne étanchéité au visage alimenté par un débit d'air continu Tout masque complet autonome alimenté en air à la demande sans garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
1 000	Tout demi-masque alimenté en air avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
2 000	Tout masque complet alimenté en air avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
10 000	Tout masque complet autonome avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale Tout masque complet alimenté en air avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale associé à un appareil autonome fonctionnant avec garantie de pression positive

**APF, Assigned Protection Factor, pour les appareils de protection respiratoire anti-gaz (NIOSH 1987)**

TABLEAU V

Facteur de protection estimé	Type d'appareil de protection respiratoire
10	Tout demi-masque (y compris jetable) à ventilation libre équipé du filtre anti-gaz convenable Tout demi-masque alimenté en air à la demande sans garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
25	Tout casque ou cagoule (à étanchéité non renforcée) à ventilation assistée équipé du filtre anti-gaz convenable Tout casque ou cagoule alimenté par un débit d'air continu
50	Tout masque complet à ventilation libre équipé du filtre anti-gaz convenable Tout masque à ventilation assistée assurant une bonne étanchéité au visage équipé du filtre anti-gaz convenable Tout masque complet alimenté en air à la demande sans garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale Tout masque à ventilation assistée assurant une bonne étanchéité au visage alimenté par un débit d'air continu Tout masque complet autonome alimenté en air à la demande sans garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
1 000	Tout demi-masque alimenté en air avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
2 000	Tout masque complet alimenté en air à la demande avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale
10 000	Tout masque complet autonome avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale Tout masque complet alimenté en air avec garantie de pression positive à l'intérieur de la pièce faciale associé à un appareil autonome fonctionnant avec garantie de pression positive



ferait courir l'emploi d'autres produits.

Le remplacement des éléments défectueux, les petites réparations et les différents réglages nécessaires seront effectués par une personne compétente et selon les instructions du fabricant. Les pièces de rechange seront celles prévues par le fabricant. Le programme d'entretien des APR doit porter sur les points suivants :

- le nettoyage ;
- la désinfection ;
- les conditions de stockage ;
- le contrôle du bon fonctionnement aux intervalles prescrits ;
- les vérifications et remplacements systématiques de pièces aux intervalles prescrits.

### Utiliser un APR sur un chantier de réhabilitation de site industriel pollué

Compte tenu des conditions de réalisation des réhabilitations de sites industriels pollués, l'utilisation de la protection respiratoire peut revêtir une importance considérable. La durée limitée des chantiers, la difficulté de concevoir des dispositifs de protection collective font que la prévention de l'exposition professionnelle aux poussières et/ou aux gaz intègre souvent la protection respiratoire sur ces chantiers. Une difficulté supplémentaire est liée au fait que sur certains, on est confronté à la difficulté de connaître non seulement les niveaux d'exposition que les conditions de déroulement des travaux en plein air ne permettent pas toujours d'appréhender, mais aussi plus fondamentalement la nature des polluants. Face à de telles incertitudes il est difficile de préconiser le type d'APR convenable.

### Ventilation libre, ventilation assistée, adduction d'air ?

La ventilation libre, pour être efficace, doit être réservée à des opérations de courte durée sans contrainte physique importante. Quand une opération pénible est susceptible de durer plus de 30 ou 45 minutes (chiffres indicatifs qui doivent être modulés en fonction de la pénibilité de la tâche qui nécessite le port de la protection respiratoire), il est préférable de substituer à cette ventilation libre une ventilation assistée ou une adduction d'air. Même si des réticences sont souvent enregistrées de la part des personnels qui redoutent l'encombrement lié à ces techniques alternatives, en règle générale une brève période d'essai suffit à emporter la décision. D'autres réticences sont liées, dans le cas de la ventilation assistée, à l'arrivée d'un flux d'air froid dans la zone de la nuque pour des travaux en extérieur au cours de la saison froide. Cet inconvénient peut

être résolu par l'utilisation de l'adduction d'air, car des accessoires permettent de réchauffer ou de refroidir l'air d'alimentation, mais cet avantage se fera au détriment de la mobilité des opérateurs qui seront alors tributaires du tuyau d'alimentation. Le recours à des bouteilles portées par l'opérateur ne peut être qu'exceptionnel, en raison de l'encombrement, du poids et de la gêne des opérateurs qui en résulte et de la faible autonomie qu'elles autorisent.

Quand les inconnues (nature des polluants, concentration dans l'air, etc.) sont grandes, la solution la plus intéressante reste évidemment l'adduction d'air. Elle suppose que soient résolus les problèmes de la qualité de l'air d'alimentation et en particulier de l'absence des polluants générés par la réhabilitation du site. Il faut donc en permanence disposer d'une zone d'alimentation dépourvue de pollution : une étude de la pollution du site générée par les travaux s'avère donc indispensable. Au cours des travaux conduits par l'INRS ces dernières années, il est apparu que le niveau de pollution dans ce type de travaux réalisés à l'air libre diminue très rapidement grâce à la dilution dans l'air ambiant quand on s'éloigne de la zone d'émission (généralement celle des travaux). Les autres problèmes de qualité de l'air respirable (présence d'huile, température de l'air, etc.) peuvent toujours trouver une solution technique, généralement simple. Reste également que l'adduction d'air nécessite une liaison (tuyau) entre le distributeur d'air et le masque : si la zone d'évolution de l'opérateur n'est pas trop étendue, il reste possible de construire un réseau sommaire de distribution d'air comprimé sur le site, auquel l'opérateur vient se connecter sans que la longueur de tuyau à gérer par l'opérateur soit trop grande. Dans le choix de la pièce faciale filtrante utilisée en adduction d'air on privilégiera les appareils munis d'un filtre en série. Ils permettent en effet de minimiser l'exposition du travailleur au cours des phases de déconnexion/connexion, puisque ce filtre en série permet que le travailleur soit alimenté en air filtré (ventilation libre) pendant ces périodes. Quoi qu'il en soit ces phases de déconnexion/connexion doivent rester aussi courtes que possible, le temps pour l'opérateur de passer d'une borne à l'autre.

### Comment protéger les opérateurs au cours d'une phase de diagnostic ?

L'objet d'un diagnostic est de collecter l'ensemble des données (nature des polluants, localisation, quantités...) qui permettront de définir le scénario de réhabilitation le mieux adapté au site étudié. C'est au cours du diagnostic que seront également recueillies les informations utiles à l'organisation du futur chantier de travaux. Deux cas de figure peuvent se présenter lors de la réalisation des investigations.

Sur certains sites, dont la nature de la pollution est relativement bien connue, il s'agit surtout de localiser les points et les niveaux de pollution au moyen de forages ou d'excavations. La nature des produits est déjà connue, et le choix des media filtrants (anti-poussières ou anti-gaz) ne pose pas de problème. Si, comme c'est probable, le niveau d'exposition est inconnu, on optera a priori pour un niveau de protection élevé (de type 3), la condition de sa mise en œuvre (pour faire simple : ventilation libre ou ventilation assistée) étant surtout conditionnée par la pénibilité des travaux et la durée pendant laquelle l'opérateur est susceptible d'être exposé (voir paragraphe précédent).

En revanche, sur d'autres sites, la connaissance préalable qu'on a des activités qui ont été menées sur ce site ou des déchets qui ont pu y être enfouis n'est pas suffisante pour qu'on puisse déterminer quel type de filtres ou de cartouches doit être utilisé. Il est aussi possible qu'on ait de forts indices montrant que toutes sortes de produits pourront être rencontrés. Dans de telles conditions, au moins pour la phase de diagnostic, c'est un media filtrant très complet (par exemple ABEKP, voire Hg, ou d'autres supports spéciaux) qui devra être utilisé. Cette utilisation devra se faire dans des conditions analogues à celles décrites dans le cas précédent, c'est-à-dire que le type d'APR devra être choisi en fonction du type de travail et de sa durée prévisible. L'utilisation de l'adduction d'air offre une alternative intéressante dans la mesure où on pourra disposer d'une prise d'air située dans une zone qui n'est pas susceptible d'être polluée par les investigations effectuées sur le site. Il peut être possible d'envisager également pour l'alimentation des masques l'utilisation d'air comprimé en bouteilles placées sur un rack mobile, ce qui garantira un complet isolement de l'air respiré par l'opérateur de l'atmosphère extérieure.

### **Comment protéger les opérateurs au cours d'une phase de réhabilitation ?**

La phase de diagnostic des sites étant généralement relativement courte (en tout cas par rapport au chantier proprement dit), le choix d'une protection respiratoire de haut niveau telle que préconisée précédemment ne représente pas dans la plupart des cas un véritable enjeu en termes de coût direct (le coût en dépenses de fonctionnement de l'APR), ni en termes de coût indirect (la protection individuelle en général et la protection respiratoire en particulier peuvent avoir pour effet de ralentir le rythme de travail).

En revanche pour l'opération de réhabilitation proprement dite, les enjeux peuvent être autres. Le choix de la protection respiratoire doit s'effectuer en tenant compte :

- de la nature des tâches qui vont être effectuées (excavations, reconditionnement, criblage, interventions de maintenance sur machines...) ;
- de leur durée et du rythme auquel elles vont se reproduire ;
- de la nature des produits, de leurs propriétés physico-chimiques (volatilité, caractère pulvérulent, etc.), des conditions de leur mise en œuvre (opérateur isolé dans une cabine pressurisée et alimentée en air filtré, dégagement manuel d'un fût éventré en fond de fouille,...) ;
- des propriétés toxicologiques de ces produits, de leurs valeurs limites d'exposition.

Il est évidemment difficile quand un chantier n'est pas encore commencé de maîtriser totalement ces données et de procéder à une analyse de risques qu'on peine parfois à mettre en évidence au niveau du diagnostic. Si le chantier est d'une certaine ampleur (au moins quelques mois), il paraît raisonnable qu'au cours des premiers jours de son déroulement (souvent au ralenti), un certain nombre d'échantillons atmosphériques représentatifs de l'exposition des opérateurs soient pris afin de déterminer l'exposition potentielle et d'en déterminer la nature et le niveau de la protection respiratoire. Les techniques de prélèvement et d'analyse utilisées dépendront de la nature de la pollution. En cas de mono-pollution des techniques très simples pourront être utilisées (tubes colorimétriques par exemple). Si en fonction de l'analyse préalable des risques la présence de polluants nombreux et toxiques est suspectée, des méthodes plus sophistiquées seront nécessaires. Il faudra néanmoins dans tous les cas que le nombre de prélèvements soit suffisant pour être représentatif des conditions d'exposition pour que le choix de la protection respiratoire puisse s'effectuer sur des bases solides.

Cette protection n'est pas forcément uniforme sur le chantier : une analyse des tâches effectuées, et l'analyse des risques correspondant doit permettre de la moduler selon les postes de travail. Si des éléments nouveaux apparaissent pendant le déroulement du chantier, cette protection doit être revue à la hausse ou à la baisse.

Au moment de l'élaboration des plans de prévention, PGCSPPS et PPSPS, on devra donc se baser sur le probable pour déterminer le type de protection et son niveau, en se réservant la possibilité de le modifier si des éléments nouveaux apparaissent. Sur la base de l'expérience accumulée par les organismes de prévention, mais aussi par les professionnels de la réhabilitation de sites, le prescripteur (maître d'ouvrage et coordonnateur au moment de la rédaction du PGCSPPS, responsable de la sécurité au niveau des entreprises) doit pouvoir bénéficier d'un certain

## Les publications de l'INRS consacrées aux EPI

### *A lire pour en savoir plus sur les différents types d'équipements de protection individuelle*

#### Les EPI

- Equipements de travail et équipements de protection individuelle (EPI). Conditions d'utilisation, périodicité des vérifications. 1995, ND 1941, 12 p.
- Equipements de travail et équipements de protection individuelle (EPI). Normes satisfaisant aux règles techniques de sécurité. 1997, ND 2069, 16 p.

#### Les gants

- La main et les produits chimiques. 1980, ED 609, 10 p.
- Répertoire des fournisseurs. Protection individuelle. Les membres supérieurs. 1998, ED 275, 47 p.
- La main (bâtiment et travaux publics). 1980, ED 611, 12 p.
- Résistance des gants de protection aux solvants industriels. Tableaux récapitulatifs. 1994, ED 1431, 5 p.
- Méthodes d'évaluation de la résistance des gants aux produits chimiques. 1995, ND 1998, 16 p.

#### La protection de la tête, des yeux et du visage

- Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage. Choix et utilisation. 1999, ED 798, 40 p.

#### Les chaussures et bottes de sécurité

- Les articles chaussants de protection. Choix et utilisation. 2000, ED 811, 36 p.

#### La protection auditive

- Affaiblissement acoustique apporté par une double protection de l'ouïe (serre-tête et bouchons d'oreilles). 1990, ND 1789, 8 p.
- Les protecteurs individuels contre le bruit (PICB). Performances, choix, utilisation. 1994, ND 1959, 12 p.
- Les équipements de protection individuelle de l'ouïe. Choix et utilisation. 2001, ED 868, 40 p.

#### Les genouillères

- Leurs genoux sont fragiles, protégez-les... 1994, ED 786, dépliant.
- Vos genoux sont fragiles, protégez-les... 1994, ED 787, dépliant.

#### Les harnais antichute

- Répertoire des fournisseurs. Protection individuelle. Le corps. 1994, ED 319, 51 p.
- Etude et essais de parachutes d'échafaudages volants mus à la main. 1993, ND 1942, 16 p.
- Lignes de vie. Spécifications. Essais, ND 2091, 16 p.

#### La protection respiratoire

- Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. 1994, ED 780, 52 p.
- Les fournisseurs d'équipements de protection individuelle pour les activités pouvant exposer à l'amiante. Fiche pratique de sécurité, 2000, ED 66, 6 p.
- Appareils de protection respiratoire contre les poussières. Comparaison de l'évaluation subjective avec les tests objectifs normalisés. Intérêt pratique. 1990, ND 1805, 8 p.
- Efficacité de demi-masques anti-poussières non ventilés en situation industrielle. 1994, ND 1949, 16 p.
- Comparaison des seuils olfactifs de substances chimiques avec des indicateurs de sécurité utilisés en milieu professionnel. 1994, ND 1967, 16 p.
- Demi-masques à pression négative. Influence des conditions de travail sur leur confort et leur efficacité. 1998, ND 2077, 12 p.

#### Les vêtements de protection contre les produits chimiques

- Répertoire des fournisseurs. Protection individuelle du corps. 1994, ED 319, 64 p.
- Les fournisseurs d'équipements de protection individuelle pour les activités pouvant exposer à l'amiante. 2000, Fiche pratique de sécurité, ED 66, 6 p.

nombre de concours dans la détermination de ce niveau de protection.

Le prescripteur d'APR doit garder à l'esprit que ces équipements représentent une gêne certaine, qu'ils doivent être adaptés au travailleur, et que ce n'est justement pas au travailleur de s'adapter à eux. Sur cette base, sauf si le recours aux APR est limité à un maximum de quelques dizaines de minutes, à raison de deux ou trois périodes de port par jour, et que la charge de travail reste modérée à faible, c'est un recours préférentiel à la ventilation assistée (ou à l'adduction d'air quand on pourra trouver une zone de prélèvement d'air exempte de pollution) qui doit d'abord être envisagé. La ventilation libre devrait constituer l'exception.

Le recours à la protection respiratoire doit s'accompagner d'une réflexion sur l'organisation du travail sur le chantier. Toutes les tâches effectuées sur un chantier ne nécessitent pas forcément le port de la protection respiratoire. Organiser le chantier de telle façon que chacun remplisse à tour de rôle les tâches les plus exposées, qui imposent le port de la protection respiratoire, doit permettre de minorer la pénibilité du travail en répartissant le port des APR sur toute l'équipe.

### Comment déterminer la durée d'utilisation d'un filtre ?

Ce problème revêt une acuité particulière dans le cas des filtres anti-gaz. En effet, un filtre anti-poussières en se chargeant verra sa perte de charge augmenter, mais son efficacité de filtration ne diminuera pas (sauf si la perte de charge devient trop grande et entraîne des problèmes d'étanchéité pièce faciale/visage, le travail respiratoire à fournir pour faire passer l'air à travers le filtre devenant trop grand). En revanche un filtre anti-gaz quand il sera saturé laissera passer la pollution, au risque de la santé du porteur.

En règle générale, en fonction de la pollution (déterminée qualitativement et quantitativement) de l'atmosphère contre laquelle le filtre anti-gaz doit protéger le porteur et du débit de passage de l'air à travers ce filtre, le fournisseur de filtre anti-gaz devrait être en mesure d'indiquer la durée d'utilisation de ce filtre. Dans ce cas également, cette durée peut être très différente selon les postes de travail. Elle variera également en fonction du type d'APR utilisé : la ventilation assistée qui fait passer un volume d'air bien supérieur à celui de la ventilation libre consommera beaucoup plus de filtres.

Pour déterminer la durée d'utilisation d'un filtre il ne s'agit pas d'effectuer une détermination complète de la pollution de l'air, ni de connaître précisément les niveaux d'exposition, qui vont d'ailleurs certainement varier d'un jour à l'autre. Il faut simplement

avoir une idée des quantités des principaux composants présents dans l'air pour pouvoir estimer la durée de saturation du filtre. De même si seuls des hydrocarbures sont présents dans l'air, il n'est pas justifié d'avoir recours à un filtre composé complexe, dont la quantité de media filtrant réellement utile sera faible par rapport à la quantité de media filtrant totale. Dans ce cas précis, un simple filtre de type A sera aussi utile, moins coûteux et durera plus longtemps qu'une cartouche associant inutilement des media différents.

Le choix de la protection respiratoire est important sur les chantiers. Il est souvent difficile. Aucune solution ne s'impose a priori.

Tous les paramètres doivent être pris en compte et pas seulement, comme c'est trop souvent le cas actuellement, les critères économiques. Seule une analyse poussée de la situation prenant en compte tous les paramètres, et en particulier les facteurs humains (exposition aussi faible qu'il est techniquement possible, choix de la solution la moins inconfortable pour le porteur), doit guider le choix de cette protection.

## FORMATION ET INFORMATION DES OPÉRATEURS

La formation et l'information des opérateurs sont des éléments indispensables au bon déroulement d'un chantier. Dans le domaine du risque chimique, elles sont d'autant plus indispensables et difficiles à mettre en œuvre qu'elles vont s'adresser dans la majorité des cas à un public dont la formation de base dans ce domaine est réduite, voire inexistante. Les opérations de réhabilitation de sites emploient en effet le plus souvent des salariés des activités de travaux publics, domaine dans lequel le risque chimique n'est généralement pas primordial. La difficulté réside dans une prise en compte du risque à son juste niveau, sans qu'il soit négligé, ni qu'il devienne une phobie chez des travailleurs qui n'y sont pas habituellement confrontés.

Les prescriptions générales établies pour la prévention du risque chimique s'appliquent, mais doivent être adaptées à la spécificité de la situation. Un affichage des risques et des dispositions à prendre pour les éviter seront par exemple indispensables sur les zones de transit comme dans tout stockage de produits chimiques. L'impossibilité de procéder dans la plupart des cas à un étiquetage conforme à la réglementation ne dispense pas le responsable du chantier d'une étude minimale des risques liés aux produits (même en mélange) devant se concrétiser par un étiquetage (et un affichage dans les locaux de stockage) mettant en



évidence les risques principaux. Un simple étiquetage « déchets » est en particulier inacceptable si le contenu du fût est susceptible d'être irritant, toxique, etc. La signalisation devra également être adaptée.

Etant donné la nature de certains chantiers, il ne sera pas toujours possible d'exiger du responsable du chantier qu'il ait à sa disposition les fiches de données de sécurité de l'ensemble des produits présents sur le site (cas en particulier des dépôts à risques pour lesquels on ne peut pas connaître *a priori* la totalité des composés). Toutefois les renseignements recueillis au cours des phases préliminaires du chantier devraient permettre de définir les fiches indispensables correspondant aux produits les plus courants.

La formation devra être adaptée à chaque chantier. L'accent devra être mis sur quelques points essentiels tels que :

- les caractéristiques principales des produits chimiques, en insistant en particulier sur les incompatibilités de certains mélanges ;
- les procédures de décontamination et d'évacuation d'urgence ;
- les premiers secours aux blessés ;
- l'utilisation des équipements de protection individuelle, et en particulier les règles de port efficace des appareils de protection respiratoire.

S'agissant de chantiers pour lesquels les techniques évoluent rapidement (souvent différentes entre le début du chantier et la fin), il ne faut pas considérer que la formation a été dispensée une fois pour toute : elle doit être sans arrêt adaptée aux réalités du chantier.

## La surveillance médicale

La prévention médicale est un élément important du dispositif général de prévention des risques professionnels. Toutefois du fait des particularités des conditions de travail et d'exposition sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués, elle ne peut permettre à elle seule d'éviter des problèmes de santé pour les salariés. L'élément essentiel est la définition correcte et le respect des mesures de prévention organisationnelle, collective et individuelle. Dans le cadre de la prévention médicale, il sera important de participer à la mise en place de ces mesures techniques préventives.

L'activité médicale comporte plusieurs aspects qui, bien que connus, seront rappelés ici. Le médecin doit s'assurer de l'aptitude médicale de chaque salarié et

mener des actions sur les lieux de travail (amélioration des conditions de travail, adaptation des postes, protection des salariés, hygiène).

### ACTION SUR LE MILIEU DE TRAVAIL

Le médecin du travail a libre accès aux lieux de travail (article R. 241-41-2 du code du Travail) et consacre le tiers de son temps à ce type d'intervention. Concrètement cela correspond à :

- l'élaboration d'un plan d'activité annuelle portant sur les risques, les postes et les conditions de travail tenant compte de l'état et des besoins de santé propres aux salariés d'une entreprise ;
- des visites de l'entreprise ;
- la réalisation et la mise à jour d'une fiche entreprise (arrêté du 29 mai 1989) ;
- l'étude de toute technique de production ;
- la participation à la formation des secouristes et des salariés à la sécurité ;
- des consultations lors de tout projet de construction, d'aménagement ou de modifications apportées aux équipements.

### EXAMEN MÉDICAL

L'examen médical détermine l'aptitude au poste du salarié, lors de la visite d'embauche, de la visite annuelle ou lors de la reprise du travail (article R. 241-49 du code du Travail).

Il ne faudra pas oublier les règles propres à la surveillance particulière de certaines catégories de professionnels (les salariés handicapés, ceux âgés de moins de 18 ans, les travailleurs ayant changé d'activité depuis moins de 18 mois, les salariés venant de migrer, les femmes enceintes, les mères d'enfant de moins de deux ans).

Il inclut également la surveillance médicale spéciale pour les salariés (dont les travailleurs intérimaires) exposés de façon habituelle à des travaux comportant des exigences ou des risques spéciaux dont la liste figure dans l'arrêté du 11 juillet 1977. Une circulaire du ministère chargé du Travail du 29 avril 1980 précise ce qu'il faut entendre par de « façon habituelle ». Si cette expression doit être interprétée en termes de « durée et de répétition suffisamment rapprochées », il convient également de tenir compte de la nature et de la gravité du risque, ainsi que des « aptitudes physiques du sujet ». Cette disposition de mise en surveillance spéciale permet au médecin du travail de disposer d'une heure par mois pour dix salariés concernés. Il est souhaitable, du fait des expositions potentielles



multiples, que l'ensemble des salariés de ce secteur soient inclus dans cette surveillance médicale spéciale.

Des dispositions réglementaires précisent, pour certains risques, la conduite à tenir dans le cadre de la surveillance médicale des salariés exposés. Sur les sites pollués, la détermination de l'exposition relève de la coopération étroite entre l'employeur et le médecin du travail. Il faut rappeler que pour certains risques sont prescrites des durées de garde des dossiers médicaux, notamment pour des cancérogènes avérés.

Les examens médicaux auront non seulement pour objectif de rechercher l'absence de contre indication médicale au poste occupé mais surtout l'absence de pathologie induite par le travail. Dans le cas particulier où le port des EPI est requis, il servira également à apprécier que l'état de santé du sujet lui permet de tolérer ce port.

Il n'est pas possible d'envisager toutes les situations mais il faut savoir que les effets liés au travail en site pollué peuvent essentiellement entraîner des aggravations de pathologies existantes ou favoriser l'apparition de troubles non spécifiques. Un schéma peut ainsi être proposé pour les examens médicaux et complémentaires mais il ne saurait être absolu.

---

#### VISITE D'EMBAUCHE

Il est d'abord indispensable de réaliser une recherche des antécédents personnels et familiaux, médicaux et chirurgicaux. Il est particulièrement important de s'assurer de l'absence d'atteintes hépatiques, rénales ou hématologiques évolutives ou ayant laissé des séquelles fonctionnelles. L'examen médical sera complet mais du fait des risques prévisibles on recherchera principalement :

- des dermatoses évolutives (qui peuvent favoriser la pénétration des toxiques dans l'organisme ou gêner le port d'EPI) ;
- des atteintes pulmonaires qui pourraient s'aggraver en cas d'exposition à certains polluants (asthme, fibrose, bronchite chronique) ou gêner le port de certains masques de protection respiratoire (insuffisance respiratoire sévère) ;
- des atteintes cardiaques qui pourraient empêcher de supporter la charge physique liée au travail et au port des EPI.

Afin de disposer dans le dossier médical du maximum d'informations de base pour permettre des comparaisons ultérieures, il pourra être utile d'effectuer quelques examens complémentaires. On peut suggérer :

- radiographie thoracique de face, explorations fonctionnelles respiratoires du fait de l'exposition potentielle à des poussières ou toxiques pulmonaires ;

- électrocardiogramme du fait de la charge physique ;
- bilan biologique : s'il est inutile de multiplier les dosages biologiques, il est néanmoins important de pratiquer un bilan hépatique (dosage des transaminases ASAT et ALAT, gamma GT), rénal (créatinine, recherche d'hématurie et de protéinurie à la bandelette) et hématologiques (numération formule sanguine et plaquettes). Ces éléments sont importants car ces trois organes sont les plus concernés par les intoxications chimiques ; le foie et le rein jouent par ailleurs un rôle fondamental dans la détoxification et l'élimination des polluants.

---

#### VISITES SYSTÉMATIQUES

La périodicité de ces visites et des examens complémentaires est fonction de l'exposition et des facteurs individuels de santé. C'est le médecin du travail qui en est le juge, après connaissance de chaque poste de travail, à moins qu'une législation ait fixé le rythme de cette surveillance.

Le contenu de ces visites doit être le même que celui des visites d'embauche. Les effets cliniques à rechercher particulièrement sont :

- des symptômes respiratoires comme une dyspnée, une respiration courte, des douleurs thoraciques, une irritation bronchique, une toux ;
- des symptômes généraux comme des céphalées, une asthénie ;
- des effets sur la reproduction et le développement foetal ;
- des symptômes cutanés comme des irritations, des eczémas ;
- des symptômes d'irritation des muqueuses (oculaires, des voies aériennes supérieures, digestives) ;
- des effets neuro-psychiques comme une irritabilité, une perte de mémoire, une insomnie, une baisse de la libido ;
- des perturbations biologiques du métabolisme hépatique et de la fonction rénale.

En dehors de ces visites il faut rappeler l'importance des examens médicaux après certains arrêts de travail pour maladie, accident du travail ou maladie professionnelle. Le salarié doit être informé qu'il peut demander une consultation auprès du médecin du travail en cas de problème particulier.

---

#### SURVEILLANCE SPÉCIFIQUE

En dehors de ce cadre général, le plus souvent suffisant, il est parfois possible de détecter sur certains chantiers un ou quelques polluants présentant une

toxicité bien particulière et connue. Dans ces cas une surveillance appropriée aux effets connus de ces substances sera mise en place : par exemple bilan hépatique, recherche d'hématurie et cytologie urinaire en cas d'exposition à certaines amines aromatiques susceptibles de provoquer une nécrose tubulaire rénale.

De même certaines substances peuvent être dosées dans les fluides biologiques. S'il n'est pas possible d'envisager une surveillance non dirigée de nombreux indicateurs biologiques d'exposition, il est souhaitable de disposer d'un polluant de « référence » dont on pourra surveiller l'évolution. L'intérêt de cette démarche, lorsqu'elle peut être employée, est que la valeur obtenue représente une intégration des différentes voies de pénétration des toxiques. Ceci s'adapte mieux à la surveillance de ce type d'activité pour laquelle la surveillance des atmosphères de travail est difficile (atmosphères à pollution complexe).

La liste et la valeur des indices biologiques d'exposition sont développés dans le document Biotox [7].

## ASPECTS PARTICULIERS

### Exposition à des agents cancérogènes

Ces derniers peuvent entraîner des tumeurs qui ne se manifesteront souvent que plusieurs dizaines d'années après l'exposition. Aussi, la surveillance médicale initiale n'est pas primordiale contrairement à la prévention. Les salariés soumis à de tels agents doivent en revanche pouvoir bénéficier d'une surveillance post-professionnelle telle que prévue par la loi du 5 juillet 1993 et l'arrêté du 28 février 1995. Pour ce faire, le salarié doit disposer d'une attestation d'exposition que le médecin du travail est chargé de renseigner quant à la nature et au niveau de ces expositions.

Il faut savoir que les articles R. 231-56 et suivants du Code du travail établissent les règles particulières de prévention applicables lorsque les travailleurs sont exposés ou sont susceptibles d'être exposés à des sub-

stances mutagènes, cancérogènes ou toxiques pour la reproduction. Ces mesures préventives comportent un volet technique définissant la hiérarchie des moyens à mettre en œuvre et un volet médical.

### Participation à l'élaboration des plans de secours sur les chantiers

En tant que conseiller du chef d'entreprise en matière de premiers secours, le médecin du travail doit donc donner son avis sur le plan de secours ainsi que sur le nombre et la formation des secouristes du travail. Pour cela il devra définir avec les formateurs la partie consacrée aux risques spécifiques de l'entreprise.

### Participation à la définition du contenu des matériels de secours sur les chantiers

Il doit aussi dans ce cadre conseiller sur les dispositifs de premiers soins. Il est particulièrement important de vérifier que les salariés pourront bénéficier de moyens efficaces de lavage en cas de projection accidentelle de substances chimiques dans les yeux ou sur la peau. Du fait de la configuration de certains de ces chantiers il faudra prévoir des systèmes portables à eau ou à produit actif. La trousse de secours doit contenir les éléments nécessaires aux premiers soins de petites blessures et brûlures ainsi que des éventuels traumatismes. Dans certains cas il peut être important de faire figurer dans cette trousse des traitements spécifiques à certaines intoxications. Il s'agit surtout d'oxygène et d'hydroxocobalamine en cas de possible intoxication par les cyanures. Du fait de l'éloignement de certains chantiers des lieux de traitements l'hydroxocobalamine doit pouvoir être fournie aux secours médicalisés qui n'en disposent pas en général. Dans tous les cas, l'introduction d'un moyen de traitement doit être accompagnée d'une formation spécifique des sauveteurs secouristes du travail. Une bouteille d'oxygène n'est utile que si quelqu'un est en mesure de l'utiliser de façon appropriée.

### Éléments bibliographiques

[1] HÉRY M., MOUTON M., FALCY M. - Réhabilitation de sites industriels pollués. Prévention des risques professionnels. Encyclopédie médicale chirurgicale, Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, Paris, 2001, 4 p.

[2] LEVINE S.P., MARTIN W.F. - Protecting personnel at hazardous waste sites. Boston, Butterworth, 1985.

[3] VERMA D.K., SHAW D.S., MCLEAN J.D. - An evaluation of airborne concentrations of selected hydrocarbons at an oil refinery land reclamation operation. *The Annals of Occupational Hygiene*, 1992, **36** (3), pp. 307-315.

[4] LEVINE S.P., COSTELLO R.J., GERACI C.L., CONLIN K.A. - Air monitoring at the drum bulking process of a hazardous waste remedial

action site. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1985, **46**, pp. 192-196.

[5] HÉRY M., BÉHARD G., GOUBIER R., MAHIEU J.C. ET COLL. - Exposition professionnelle et prévention lors de la réhabilitation d'un site industriel pollué. *Cahiers de Notes Documentaires*, INRS, 1995, **158**, pp.5-13.

[6] INRS, ADEME - Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués. Paris, INRS (A paraître).

[7] PILLIÈRE F., CONSO, F. - Biotox, guide biotoxicologique pour les médecins du travail. Inventaire des laboratoires effectuant des dosages biologiques. Paris, INRS, ED 791, mise à jour en 2002, 200 p.

### Evacuation de fûts entreposés dans une ancienne usine Protection des travailleurs contre les solvants et les acides

#### Le site

Suite à une liquidation après faillite, des centaines de fûts de taille et de contenus divers ont été abandonnés dans une usine chimique dont la spécialité était de réaliser des synthèses à façon.

#### Les travaux effectués

Afin de déterminer la filière d'élimination et avant de procéder à un regroupement du contenu des fûts par famille de produits, il fallait procéder à une identification sommaire de ce contenu. Pour ce faire, des échantillons étaient prélevés dans chaque fût. Ultérieurement (mais cette opération n'a pas été suivie par l'INRS), ces fûts devaient être dépotés dans des camions citernes chargés de les transporter vers l'installation d'élimination.

Ces travaux ont été réalisés pendant plusieurs semaines par quelques employés d'une société spécialisée dans l'élimination des déchets.

#### Les polluants

De nombreuses familles de produits ont été identifiées au cours de cette opération. Parmi celles-ci, on a détecté dans l'atmosphère des solvants (méthyléthylcétone, perchloroéthylène, xylènes, toluène), des acides minéraux (acide chlorhydrique) ou organiques (acide acétique, acide propionique) et des aldéhydes (formaldéhyde).

#### Evaluation des expositions

Compte tenu de la forte parcellisation du travail et de la forte hétérogénéité des produits contenus dans les fûts, il a été très difficile d'évaluer les expositions des travailleurs intervenant sur ce site. En règle générale, les expositions n'ont pas dépassé, pour les plus élevées d'entre elles, quelques pour cent de la valeur limite de chaque produit. On a ainsi relevé  $20 \text{ mg.m}^{-3}$  pour le perchloroéthylène ( $\text{VME} = 335 \text{ mg.m}^{-3}$ ),  $10 \text{ mg.m}^{-3}$  pour la méthyl éthyl cétone ( $\text{VME} = 600 \text{ mg.m}^{-3}$ ) ou  $2,5 \text{ mg.m}^{-3}$  pour l'acide acétique ( $\text{VLE} = 25 \text{ mg.m}^{-3}$ ).

#### Protection des travailleurs - La réalité du chantier

Pour toutes les opérations d'ouverture et d'échantillonnage de fûts, les opérateurs étaient équipés de masques face complète à ventilation libre avec cartouches ABEKP.

#### Les préconisations de l'INRS

Compte tenu de la faible durée des interventions sur les fûts (5 à 10 minutes) séparées par des périodes plus longues au cours desquelles les travailleurs n'étaient pas susceptibles d'être exposés aux produits chimiques, le choix de la ventilation libre avec cartouches complètes était suffisant.

### Destruction d'un atelier d'électrolyse de chlorure de sodium Protection des travailleurs contre les risques silice et mercure

#### Le site

Menée dans une usine fabriquant des produits chimiques de base, la réhabilitation concerne un atelier désaffecté depuis une dizaine d'années ayant contenu une unité de fabrication de chlore et de soude par électrolyse du chlorure de sodium dans des cellules à mercure. Ces cellules d'électrolyse ont été transférées sur un autre site au moment de la fermeture de l'unité.

#### Les travaux effectués

Démolition de l'atelier (bâtiment bétonné) afin de réutiliser la surface au sol pour la construction d'un nouveau bâtiment.

Opérations unitaires :

- démolition des structures : utilisation de pelles

munies de pointeroles et de chargeuses pour le déblaiement ;

- tri, concassage et chargement dans des camions en fonction de la teneur en mercure : utilisation des mêmes engins ;
- évacuation vers différents centres en fonction de la teneur en mercure.

Ces travaux ont concerné principalement des conducteurs d'engins (pelles mécaniques, camions) pendant les quelques semaines nécessaires à la démolition des anciennes installations industrielles.

#### Les polluants

##### Silice

La destruction d'un bâtiment en béton peut générer de forts empoussièrtements. La présence de silice cris-

talline dans le béton justifie d'un suivi de l'exposition au cours des opérations de démolition, de tri et de concassage.

Valeur limite d'exposition :

$$\text{VME (mg.m}^{-3}\text{)} = 0,1 \text{ mg/m}^3$$

#### Remarques

Cette valeur limite d'exposition doit être mesurée en fraction alvéolaire (dispositif de prélèvement spécifique : cyclone 10 mm ou matériel équivalent).

Il existe d'autres espèces de silice cristalline telles que la cristobalite ou la tridymite (avec des valeurs limites spécifiques), mais leur présence est peu probable dans des opérations de bâtiment/travaux publics.

#### Mercur

Les cellules d'électrolyse de chlorure de sodium mettent en œuvre de grosses quantités de mercure (plusieurs centaines de tonnes par installation). Ce métal liquide est très mobile. Il est donc susceptible, s'il est renversé, de polluer les infrastructures des bâtiments dans lesquels il est utilisé. Il peut également former des amalgames avec d'autres métaux.

La destruction d'un bâtiment ayant contenu des cellules d'électrolyse à mercure est donc susceptible de générer des concentrations de mercure atmosphériques préoccupantes en termes d'hygiène et de sécurité (malgré sa faible tension de vapeur) dans la mesure où le mercure est un métal très toxique.

Valeurs limites d'exposition :

$$\text{VME (mg.m}^{-3}\text{)} = 0,05$$

$$\text{TLV-TWA (mg.m}^{-3}\text{)} = 0,025$$

#### Evaluation des expositions

Les expositions des conducteurs d'engins (à l'intérieur des cabines de conduite) ont été mesurées pendant huit journées (réparties sur deux semaines séparées par un intervalle de quinze jours).

#### Expositions à la silice

L'exposition à la silice a été évaluée en tenant compte de la concentration en quartz dans la poussière. Les résultats de l'évaluation des expositions sont exprimés sous la forme du rapport Indice d'exposition égal à :

Exposition à la poussière mesurée en fraction alvéolaire/valeur limite d'exposition.

Une valeur supérieure correspond à un dépassement de la valeur limite.

Nombre de filtres échantillonnés	23
Nombre de filtres exploitables	10
Indice d'exposition (minimum - maximum)	0,08 - 1,84
Nombre de dépassements de la valeur limite	2

#### Remarque :

Plus de la moitié des filtres n'ont pas pu être exploités en raison d'une quantité de matière échantillonnée trop faible qui n'a pas permis de déterminer par spectrométrie de rayons X le pourcentage de quartz dans les échantillons prélevés. Cette teneur en quartz variait généralement entre 4 et 6 % selon les échantillons.

#### Expositions au mercure

Vingt cinq échantillons ont été prélevés en parallèle avec les mesures de l'exposition à la silice (quartz). Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après. La comparaison est effectuée successivement par rapport à la valeur limite française et par rapport à la valeur limite américaine.

Nombre de tubes échantillonnés	25
Gamme d'exposition (minimum - maximum) (mg.m <sup>-3</sup> )	0,015 - 0,177
Nombre de dépassements de la valeur limite française	5
Nombre de dépassements de la valeur limite américaine	14

Des mesurages ont en outre été effectués au niveau de la dalle de béton par un appareil à lecture directe pour évaluer l'exposition d'un travailleur à pied. Les concentrations sont comprises entre 0,08 et 0,16 mg.m<sup>-3</sup>, c'est-à-dire des concentrations très supérieures aux différentes valeurs limites. Ces prélèvements sont moins représentatifs de l'exposition réelle que les évaluations effectuées sur les travailleurs embarqués dans les engins, mais confirment le niveau des concentrations atteint dans les cabines.

#### Protection des travailleurs

##### La réalité du chantier

Sur le chantier tel qu'il s'est déroulé, la protection respiratoire des travailleurs était assurée par des masques anti-poussières à ventilation libre (type FFP2). Compte tenu des concentrations de poussières relativement limitées, ces appareils de protection respiratoire, même s'ils n'étaient pas portés en continu par les opérateurs, ont suffi à assurer une protection suffisante contre le risque silicotique. En revanche, ils n'avaient aucune efficacité pour protéger les travailleurs contre le danger mercure.

##### Les préconisations de l'INRS

#### Protection collective

La protection collective des travailleurs est techniquement assez simple à réaliser sur un tel chantier, même si elle peut nécessiter des investissements importants.

Dans un premier temps, un simple arrosage du chantier aurait pu permettre un abatement des poussières. Même si le risque silicotique n'était pas très important dans ce cas précis où les particules étaient

assez grossières, il convient de garder à l'esprit que les valeurs limites sont des objectifs minimaux à atteindre et que la réduction des expositions doit être poussée aussi loin que possible surtout quand elle est simple à mettre en œuvre.

En revanche, pour le risque mercure, seul le recours à des cabines de conduite en surpression par rapport à l'extérieur, alimentées en air filtré ou en air comprimé propre et régulées en température (afin d'éviter une ouverture intempestive des fenêtres qui réduirait à néant l'efficacité de l'alimentation en air propre), permet de résoudre le problème de l'exposition.

### Protection individuelle

A défaut de cette protection collective, on peut avoir recours à la protection respiratoire. Compte tenu de la durée du port de ces appareils de protection respiratoire (une journée de travail), seule la ventilation assistée peut être envisagée.

Le masque doit être muni de cartouche(s) P2Hg qui permettent la protection contre les poussières et le mercure. En fonction des concentrations de mercure mesurées dans l'atmosphère et du débit de l'alimentation du masque respiratoire en air, le temps de saturation des cartouches peut être assez facilement estimé par le fournisseur.

## Dépollution de terres polluées par des solvants Protection des travailleurs contre le risque solvants

### Le site

C'est en définitive un traitement chimique qui a été retenu pour le traitement des terres stockées, après extraction, sur le site décrit dans la fiche « Réhabilitation d'un dépôt à risques de produits chimiques » (VII.2.2). Ce traitement est basé sur l'extraction des polluants par un solvant, le dichlorométhane, qui est ensuite redistillé. Les résidus de cette distillation (c'est-à-dire les polluants présents dans la terre à l'origine) peuvent ensuite être réintroduits dans une filière d'élimination classique.

### Les travaux effectués

Reprise des terres par chargeurs.

Criblage des terres polluées.

Extraction des polluants au dichlorométhane.

Une dizaine de travailleurs environ a été impliquée dans ce chantier dont la réalisation a pris environ un an. A une activité de type Travaux Publics (reprise et transport de terres criblées ensuite) (deux à quatre opérateurs) se juxtaposait une activité de type industriel avec extraction de la pollution des terres par solvant dans une unité spécialisée.

### Les polluants

Les polluants déjà identifiés au cours des précédentes opérations d'excavation de fûts et de terres polluées menées sur le site ont été retrouvés au cours de l'opération décrite dans cette fiche. Pour mémoire, il s'agit du benzène, du toluène, du trichloroéthylène, du perchloroéthylène, de la méthyléthylcétone, de la méthylisobutylcétone, du chloroforme, du dichlorométhane, du 1,1,1-trichloroéthane, du 1,2-dichloroéthane, des xylènes, de l'éthylbenzène, et des triméthylbenzènes.

### Valeurs limites d'exposition

Dans le cas de mélanges de solvants qui agissent simultanément à un même niveau de l'organisme humain, on considère que si la somme (indice d'exposition) :

$$C_1 / VL_1 + C_2 / VL_2 + \dots + C_n / VL_n$$

est supérieure à 1, la valeur limite du mélange est dépassée (avec  $C_n$  la concentration atmosphérique mesurée du polluant  $n$ , et  $VL_n$  la valeur limite correspondante).

### Evaluation des expositions

Les expositions individuelles correspondant aux principales opérations réalisées sur le chantier (reprise des terres, criblage, extraction au dichlorométhane) ont été mesurées tout au long du déroulement du chantier (au total quatre interventions de l'INRS réparties sur cinq mois de déroulement du chantier). Compte tenu de la grande diversité des polluants rencontrés, l'exposition à un polluant déterminé n'a aucun sens et les résultats sont donc exprimés par rapport à l'indice d'exposition construit selon la formule développée ci-dessus. La répartition en nombre des 49 prélèvements individuels par tranche d'exposition est donnée dans le tableau ci-après. Ces prélèvements ont été réalisés pendant un demi-poste ou un poste de travail.

Indice d'exposition (IE)	Reprise des terres (conducteurs d'engins)	Criblage	Extraction
$0 < IE < 0,05$	6	4	3
$0,05 < IE < 0,25$	6	17	7
$0,25 < IE < 1$	1	5	0
$1 < IE$	0	0	0

## EXEMPLE 3

INRS

Documents pour le médecin du travail  
N° 87  
3<sup>e</sup> trimestre 2001



La composition de ces atmosphères de travail est très complexe. Aussi l'hygiéniste du travail ne peut-il pas avoir la certitude d'avoir mesuré l'ensemble des polluants présents dans l'atmosphère. Les niveaux d'exposition du tableau ci-dessus sont donc donnés par défaut. Cependant compte tenu de leur répartition (43 mesures avec un indice d'exposition inférieur à 0,25 pour seulement 6 mesures entre 0,25 et 1), même en considérant que ces mesures ont pu être minorées par la non-détection de polluants présents dans l'atmosphère, le pourcentage de prélèvements pouvant se situer au-dessus de la valeur limite d'exposition resterait faible.

Par ailleurs, en raison du caractère intermittent des activités de criblage, on a également cherché à déterminer le profil d'exposition des travailleurs impliqués dans ces opérations (conducteurs d'engins, opérateurs trémie et crible). Cette évaluation a été réalisée grâce à un détecteur à photo-ionisation porté par l'opérateur. Sans entrer dans les détails de l'exploitation compliquée de tels prélèvements, on se contentera de dire qu'au cours de certains postes de travail et sur des périodes courtes (de deux à douze minutes) l'opérateur était soumis à des concentrations de polluants excessives par rapport aux valeurs limites établies pour les courtes durées d'exposition. Ces dépassements étaient généralement causés par des interventions de « débouillage » sur le crible lui-même.

### Protection des travailleurs

#### La réalité du chantier

Afin d'éviter l'émission de polluants gazeux, l'installation de criblage avait été conçue pour pouvoir être mise en dépression dans sa totalité. De nombreux incidents de fonctionnement se traduisant par des interventions humaines sur les cribles pour parer aux pro-

blèmes de « bourrage » ont conduit à une modification profonde du système qui a permis de minimiser ces interventions humaines.

De la même façon, les masques à ventilation libre dont étaient équipés les opérateurs au début du chantier ont été remplacés au moins partiellement par des masques à ventilation assistée. Les interventions sur les cribles qui demandaient une forte activité physique n'étaient en effet pas compatibles avec le travail respiratoire nécessité par le port d'un masque à ventilation libre.

### Les préconisations de l'INRS

#### Protection collective

La démarche qui a consisté dès la conception du chantier à mettre en dépression les bandes d'alimentation et le crible est un excellent exemple de sécurité intégrée. Les améliorations apportées ensuite au procédé prendront certainement leur plein effet sur de futurs chantiers.

De même, la machine d'extraction des solvants des terres étant conçue pour tourner en circuit fermé. On n'a pas mesuré en fonctionnement normal de concentrations significatives de dichlorométhane. Seules les opérations de maintenance nécessitaient le port de la protection respiratoire.

En revanche, il a fallu procéder sur cette machine à un certain nombre de modifications en raison des risques mécaniques ou de chutes.

#### Protection individuelle

Cette opération a montré la nécessité de substituer des appareils de protection respiratoire à ventilation assistée aux appareils à ventilation libre, y compris pour des opérations de courte durée quand la charge physique de travail est forte.