



© INRS

*En moyenne, chaque Français rejette 200 litres d'eaux usées par jour.*

*Les activités d'assainissement sont appelées à se développer pour répondre à l'évolution en cours de la réglementation concernant la protection de l'eau en général et le traitement des eaux usées en particulier.*

*Aussi cette fiche a-t-elle pour objectif de rappeler les différents risques auxquels sont exposés les travailleurs des usines de traitement des eaux usées et la démarche de prévention à mettre en œuvre.*

## Le traitement des eaux usées

Les eaux usées, qu'elles soient d'origine domestique ou industrielle, sont collectées par un réseau d'assainissement complexe pour être traitées dans une station d'épuration avant d'être rejetées dans le milieu naturel. En station, les traitements varient en fonction de la nature de ces eaux usées et de la sensibilité à la pollution du milieu récepteur.

Aujourd'hui, les usines de traitement des eaux usées sont devenues des usines de dépollution, compactes, couvertes, désodorisées, automatisées. Elles mettent en œuvre des traitements de plus en plus performants, capables d'éliminer à la fois la pollution carbonée, l'azote et le phosphore. Ces usines sont dimensionnées pour traiter une certaine charge de pollution et assurer un rejet conforme à l'arrêté préfectoral d'autorisation.

### COMMENT FONCTIONNE UNE USINE DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES ?

De l'entrée de l'usine jusqu'au rejet dans le milieu naturel, les différentes étapes du traitement des eaux usées et les principales tâches effectuées sont schématiquement les suivantes :

#### Prétraitement

##### Dégrillage

A l'arrivée, l'eau usée en provenance des égouts passe entre les barreaux métalliques d'une grille (ou d'un tamis) qui retiennent les déchets volumineux (papiers, feuilles, matières plastiques, objets divers...) et l'effluent est relevé jusqu'au niveau de l'usine à l'aide de vis d'Archimède ou de pompes.

##### Dessablage

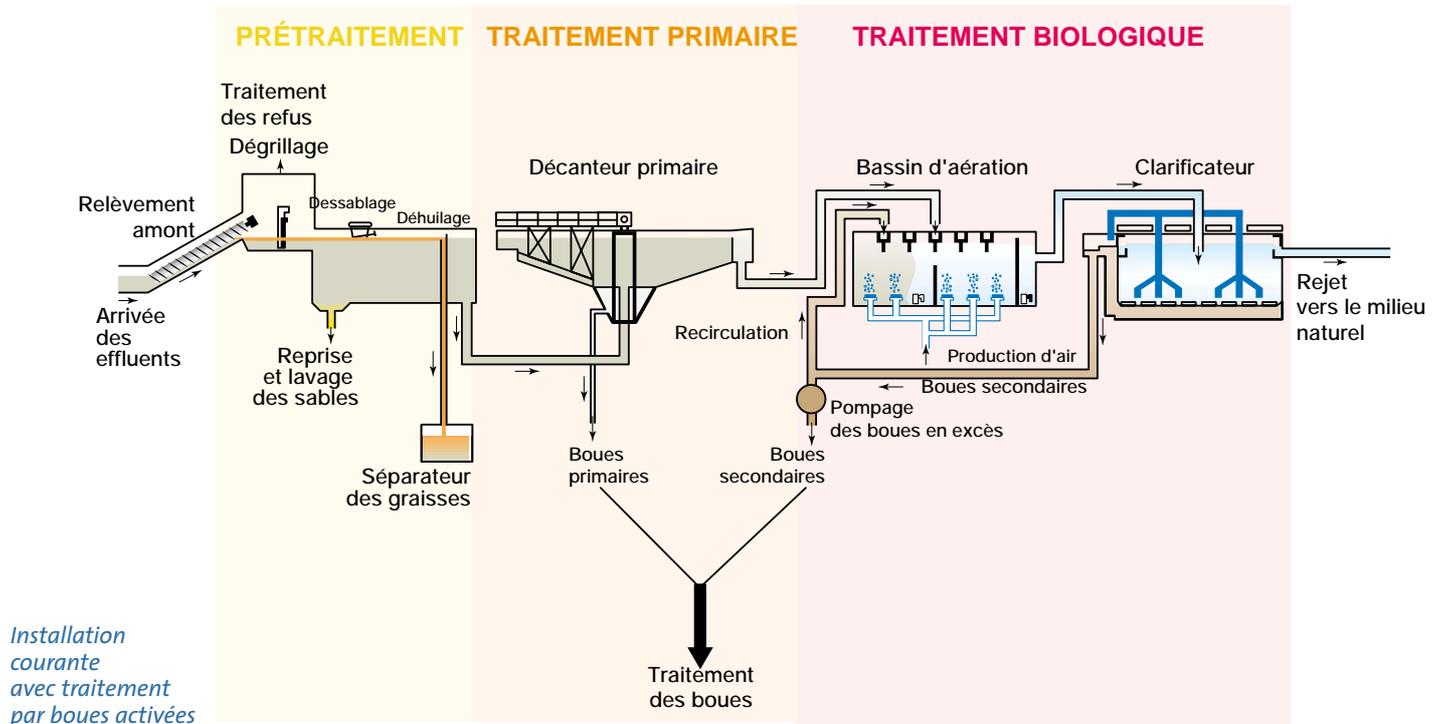
Les sables et graviers susceptibles d'endommager les installations en aval (ensablement de conduites, des bassins, usure des pompes et autres organes métalliques...) se déposent au fond de bassins conçus à cet effet. Ils sont récupérés de différentes façons : raclage vers une fosse de collecte, pompe suceuse...

##### Dégraissage-déshuilage

L'injection de fines bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface où elles sont raclées selon le principe de l'écumage.

##### Traitement primaire

La décantation « primaire » s'effectue dans des bassins, le plus souvent de forme cyclonique, mais il existe bien d'autres types de décanteurs. Elle permet



Installation courante avec traitement par boues activées

d'éliminer 70 % environ des matières minérales et organiques en suspension qui se déposent au fond du bassin où elles constituent les boues dites « primaires ». Celles-ci sont récupérées par raclage au fond du bassin et envoyées dans des épaisseurs pour y être traitées.

Les performances de la décantation peuvent être améliorées par l'adjonction de produits chimiques (sulfate d'alumine, chlorure ferrique, agents de coagulation...). Cette technique qu'on appelle « floculation » permet de capter 90 % des matières en suspension.

### Traitement biologique

Après décantation, l'effluent est introduit dans des bassins équipés de dispositifs d'aération (turbines, insufflation d'air...) où des microorganismes, naturellement présents dans l'effluent, dégradent les matières organiques dissoutes. L'air insufflé leur fournit l'oxygène nécessaire pour respirer et ils se développent en se nourrissant de la pollution organique. Ces microorganismes exercent également un effet physique de rétention de la pollution par leur propension à se rassembler en films ou flocons.

Les techniques de traitement biologique les plus couramment employées sont :

- les boues activées,
- les lits bactériens (bactéries fixées),
- les biofiltres (bactéries fixées),
- des procédés membranaires sont utilisés depuis quelques années.

### Clarification et rejet des effluents

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues « secondaires » issues du traitement biologique. Cette décantation se fait dans des ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires, appelés clarificateurs ou décanteurs secondaires.

Une partie des boues « secondaires » est évacuée en aval vers le traitement des boues ; l'autre partie est recyclée vers le bassin d'aération pour maintenir la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation.

Dans la plupart des cas, l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel après la clarification. Le rejet se fait par un canal équipé de capteurs de mesure pour l'autosurveillance de la station.

### Traitements complémentaires

Pour obtenir une épuration plus poussée, notamment lorsque la sensibilité du milieu récepteur l'exige (zone de baignade, vie piscicole, prise d'eau potable en aval de la station...), il peut être nécessaire d'effectuer des traitements complémentaires du type :

- filtration sur lit de sable,
- désinfection par le chlore ou d'autres produits oxydants (ozone...),
- élimination de l'azote,
- élimination du phosphore.

Les locaux des usines de traitement des eaux usées sont ventilés en permanence. L'air « vicié » est traité avant rejet dans l'atmosphère.

Ces usines génèrent des « déchets » : refus (produits retenus lors du dégrillage, produits de curage, dessablage, déshuilage... et des boues qui doivent subir des traitements spécifiques.

### Traitement des boues

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances.

Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :

- réduction de leur volume par épaissement, déshydratation, séchage thermique ou incinération,
- diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement.

La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique.

### Tâches effectuées

Le personnel qui travaille dans les usines d'épuration accomplit des tâches du type :

- surveillance (rondes), circulation sur des passerelles autour des bassins,
- pilotage des installations à partir de la salle de contrôle (supervision),
- nettoyage, lavage au jet, brossage,
- évacuation de déchets, enlèvement des boues,
- prélèvements d'échantillons,
- contrôle d'appareillages électriques,
- conduite d'appareils mécaniques ou électromécaniques,
- intervention dans des espaces confinés,
- manutention de charges,
- manœuvre de vannes,
- conduite d'engins ou de véhicules,
- graissage, changement de pièces, montage et démontage de pompes, de moteurs,
- modification, réparation d'installations électriques,
- travaux de maçonnerie, de peinture,
- entretien de la voirie, des espaces verts,
- ...

Les tâches de maintenance ou d'entretien important sont souvent assurées par des entreprises extérieures.

## RISQUES POUR L'HOMME

Le personnel qui travaille de façon permanente ou occasionnelle dans les usines d'épuration peut être exposé à plusieurs types de risques :

**Chutes ou glissades :** ces risques comptent parmi les accidents les plus fréquents. Le risque de glissade aux abords d'un bassin ou d'une fosse peut s'accompagner d'un risque de noyade.

**Risques mécaniques :** risques d'entraînement, d'écrasement, de cisaillement, de chocs liés au fonctionnement des machines : dégrilleurs, vis de relevage, bandes transporteuses, ponts raclers, pompes... Ces risques sont d'autant plus nombreux que les installations comprennent des pièces mobiles. Du fait de leur démarrage cyclique ou automatique, et en l'absence de protection particulière, ces installations présentent des risques pour toute personne susceptible de s'en approcher.



Réglementation sur l'eau et l'assainissement

La directive 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative aux eaux urbaines résiduaires impose des obligations de collecte et de traitement des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel. Ces obligations ont été transcrites en droit français par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et le décret n° 94-469 du 3 juin 1994 relatif au traitement des eaux usées.

La directive cadre sur l'eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000, transcrite par la loi n° 2004-338 du 21 avril 2004, complète la réglementation existante en définissant un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au niveau européen.

Tableaux de maladies professionnelles du Régime général

Les travaux en égouts ou au contact des eaux usées sont expressément mentionnés dans les tableaux n°s 7 (tétanos professionnel), 19A (toute manifestation clinique de leptospirose provoquée par *Leptospira interrogans*), 45A (hépatites transmises par voie orale) et 66 bis (pneumopathies d'hypersensibilité).

Normes AFNOR

Ce secteur d'activité est concerné par de très nombreuses normes, en particulier : NF X 42-300 (août 1990) - Biotechnologies. Traitement biologique des eaux usées. Guide de bonnes pratiques en station d'épuration NF EN 12255-10 (juin 2001) - Station d'épuration, Partie 10. Principes de sécurité

**Risques liés à la manutention** : contusions, écrasements, lombalgies peuvent résulter de la manœuvre de pièces lourdes : manutention de trappes ou de tampons, démontage de moteurs, de turbines, de pompes, enlèvement de bennes à déchets...

**Risques électriques** : l'environnement spécifique de ces usines (présence d'eau, humidité ambiante, produits corrosifs...) peut entraîner un vieillissement rapide des installations et être à l'origine de risques électriques.

**Risque d'incendie** : le risque est lié principalement aux installations spécifiques : chaudières, installations de séchage des boues, stockage de produits inflammables... Mais une inflammation des refus de dégrillage ou de déshuilage, une défaillance d'une installation électrique est toujours possible.

**Risque d'explosion** : en règle générale, ce risque résulte de la présence de méthane ou d'hydrogène sulfuré à des concentrations dangereuses dans un espace confiné. Ces gaz proviennent principalement de la fermentation des matières organiques :

- dans le digesteur de boues (fermentation dirigée et intentionnelle),
  - dans des canalisations mal curées (fermentation accidentelle),
  - au stockage des boues (fermentation accidentelle).
- Le déversement accidentel ou sauvage de produits chimiques (hydrocarbures, solvants...) dans le réseau d'égouts, peut aussi entraîner un risque d'explosion, notamment dans les ouvrages en tête d'usine.

**Risques toxiques** : outre le risque d'une contamination accidentelle de l'effluent par des produits toxiques, ces risques sont liés à l'utilisation des produits employés pour le traitement des eaux et des boues, ainsi qu'à la présence de gaz toxiques générés par ces traitements.

**Produits réactifs** : Le développement des techniques d'épuration a provoqué un accroissement notable du nombre de produits chimiques utilisés : chlore, chaux, chlorure ferrique, soude, eau de javel, floculants divers, acide sulfurique, méthanol... Chacun de ces produits peut entraîner des risques spécifiques.

**Produits générés** : Les polluants rencontrés dans les usines d'épuration sont multiples : sulfure d'hydrogène, mercaptans, ammoniac, amines, aldéhydes, cétones, acides organiques, dioxyde de carbone, oxyde de carbone... Les niveaux de pollution sont très variables.

Le risque majeur est lié au gaz de fermentation, le sulfure d'hydrogène, toxique redoutable : sa VME est de 5 ppm, sa VLE est de 10 ppm. Il est rapidement mortel à une concentration de 800 à 1 000 ppm. Il entraîne à forte concentration une anesthésie du nerf olfactif, ce qui conduit la personne exposée à ne plus percevoir l'odeur caractéristique de ce gaz et à interpréter à tort ce fait comme une diminution du risque, qui pourtant peut être mortel.

- Les postes les plus exposés sont les suivants :
- postes de relèvement des eaux et bassins tampons, fosses de réception des matières de curage,
  - prétraitement : dessableur, dégraisseur,
  - décanteurs primaires et puits à boues,
  - appareils ou salles de déshydratation des boues (filtre presse, centrifugeuse)
  - épaisseurs.

La tendance actuelle étant de construire des usines couvertes pour soustraire le voisinage de leurs nuisances, le risque chimique est d'autant plus préoccupant.

Risques biologiques

Les réseaux de collecte des eaux usées domestiques reçoivent les eaux utilisées par les humains pour leurs installations sanitaires, la cuisine, le lavage des sols, des animaux domestiques... Vient s'y ajouter les eaux usées de petites entreprises industrielles, artisanales ou commerciales. Les agents biologiques présents dans ou sur ces différents éléments vivants ou inanimés vont donc se retrouver dans les eaux usées. La plupart de ces agents n'entraînent pas de maladie. En se nourrissant de la pollution organique présente dans les eaux usées, ils vont constituer la base de leur traitement biologique.

Risques infectieux

Du fait de leurs origines très diversifiées, certains agents biologiques présents dans les eaux usées (bactéries, virus...) sont des pathogènes, c'est à dire qu'ils peuvent entraîner une maladie, en particulier une infection, quand la chaîne de transmission est complète et que les conditions leur sont favorables : concentration, voie de transmission existant dans le contexte des activités professionnelles et hôte réceptif.

A partir du réservoir « eaux usées ou boues », la contamination du personnel est possible essentiellement par :

- voie cutanée ou muqueuse : contact direct et souillure d'une plaie, d'un eczéma...; projection oculaire,
- voie respiratoire : inhalation de très fines gouttelettes d'eau, particules de boues ou poussières contaminées et dispersées lors de certaines opérations dégageant des aérosols, en particulier l'utilisation de jet d'eau haute pression,
- voie digestive : de façon accidentelle (suite à une chute dans un réservoir par exemple) mais surtout par mauvaise hygiène personnelle et défaut de lavage des mains.

La liste des agents biologiques pathogènes (bactéries, virus, champignons microscopiques ou moisissures, parasites) qui peuvent être retrouvés dans les eaux usées est importante. Elle varie selon le lieu géographique, la saison, l'état de santé des populations locales et les épidémies en cours

(gastro-entérites virales...). Elle va varier aussi en fonction du raccordement de réseaux hospitaliers, industriels ou agricoles.

Les agents biologiques pathogènes les plus fréquemment cités comme présents dans les eaux usées sont des bactéries (salmonelles, streptocoques...), des parasites (amibes, giardias, ascaris...) et des virus (entérovirus, coronavirus, rotavirus, virus de l'hépatite A...). Il faut y ajouter les leptospires éliminés dans les urines de rats présents dans le réseau de collecte.

Parmi les maladies infectieuses liées au travail dans les eaux usées et les plus fréquemment rapportées

dans la littérature, il faut distinguer celles qui, en France, peuvent constituer un risque réel (troubles gastro-intestinaux d'origine virale ou bactérienne, hépatite A...) et celles présentant un risque réduit du fait de leur faible incidence dans la population générale (typhoïde...). Il faut y ajouter la leptospirose liée à la présence de rats.

Risques toxiniques

Les endotoxines (composants de la paroi de certains agents biologiques) en concentration élevée peuvent être à l'origine d'un ensemble de signes constituant ce qu'on appelle le

« syndrome des égoutiers » avec malaise général accompagné de frissons, fièvre et troubles digestifs à type de diarrhées. Ce syndrome est d'apparition brutale et disparaît en 24 heures environ.

Les endotoxines seraient également responsables d'un état inflammatoire des voies respiratoires entraînant toux sèche et irritation du nez et de la gorge.

Risques immunoallergiques

La présence de certaines bactéries et moisissures dans le réseau des égouts peut entraîner des manifestations respiratoires de type allergique (pneumopathie d'hypersensibilité).

**Autres risques et nuisances** : bruit, odeurs, humidité, manque de vue sur l'extérieur... peuvent nuire aux bonnes conditions de travail. L'usine d'épuration peut aussi générer des nuisances sonores et olfactives pour les riverains.



## TROIS NIVEAUX D'ACTION

### EXEMPLES DE MESURES PREVENTIVES

#### AGIR SUR LA SOURCE de danger, de pollution, de contaminant, pour réduire ou éliminer les émissions

- automatiser les opérations : dégrillage...
- choisir des techniques non productrices d'aérosols
- limiter ou supprimer la manipulation de produits à risque
- isoler les locaux à risques d'asphyxie, d'intoxication et d'explosion par construction
- ventiler les volumes fermés ou semi-enterrés (locaux techniques, puits) traitant les effluents proprement dits, mais aussi les boues
- capter les polluants (hydrogène sulfuré, méthane...) au plus près de leur émission

#### AGIR SUR LE MILIEU pour surveiller et maîtriser l'exposition

- implanter les bâtiments et les ouvrages de façon à séparer les stockages des zones d'activité
- séparer les vestiaires, sanitaires, lieux de détente, locaux sociaux des sources de pollution
- définir les zones à risque d'explosion et adapter le matériel en conséquence
- installer des détecteurs fixes de gaz sur chaque zone à fort risque
- mettre en place une ventilation générale mécanique de l'usine
- équiper le personnel de contrôleur d'atmosphère pour les interventions en milieu confiné
- étudier l'implantation du matériel et des équipements de sécurité : protection des organes mobiles (carter, grilles), dispositifs d'arrêt d'urgence...
- installer des moyens de levage, ponts roulants, palans, treuils...en nombre et capacité suffisante, avec des dégagements permettant le démontage et la manutention
- choisir des matériaux résistant à l'humidité, à la corrosion (peinture époxy, inox...)
- choisir des revêtements de sols antidérapants, faciles à nettoyer
- organiser les circulations, reporter les voyants, commandes... dans les zones d'évolution du personnel. Dans les locaux couverts, les voies de circulation et les zones d'activité doivent être suffisamment éclairées et ventilées
- assurer le nettoyage régulier des installations, de l'outillage, tenir en état de propreté constant les vestiaires, douches, lavabos et toilettes

#### AGIR SUR L'HOMME au travail pour réduire le contact et surveiller l'exposition

- organiser l'évacuation du personnel
- respecter les mesures d'hygiène personnelle
- écrire des procédures pour les opérations de conduite et d'entretien. Toute intervention dans un espace confiné ou un local où il y a risque d'émanation gazeuse fera l'objet d'une étude préalable
- interdire les travaux par points chauds sans autorisation
- limiter la présence d'intervenants extérieurs au strict nécessaire. Mettre en place protocoles de sécurité et plans de prévention. Exclure l'intervention d'un travailleur isolé
- clôturer le site pour le rendre inaccessible au public

## COMMENT PROTÉGER LES HOMMES ?

Le chef d'entreprise doit évaluer les risques professionnels. À la suite de cette évaluation, les méthodes de travail ou de production mises en œuvre et prises sur la base des principes généraux de prévention doivent garantir la sécurité et la santé des travailleurs. L'évaluation des risques et l'intégration de la sécurité dès la conception des usines permettent de construire des installations plus sûres, plus faciles à exploiter et à entretenir.

L'évaluation des risques, dès le projet de construction, permet aussi au coordonnateur de sécurité d'établir le dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO).

De même, la rénovation partielle ou majeure d'un ouvrage sera l'occasion d'une nouvelle évaluation des risques.

La démarche préventive se décline également lors de l'exploitation, de la maintenance et de l'entretien des installations. Même si des dispositions constructives ont été mises en place pour assurer la sécurité et que le travail est confié à du personnel compétent, informé des risques et formé à la sécurité, des règles d'exploitation strictes doivent être prises et respectées.

Chaque usine d'épuration présentant ses caractéristiques propres, seules les grandes lignes des principales mesures de prévention peuvent être indiquées, en distinguant trois niveaux d'action (**voir ci-contre**).

A cette prévention d'ordre technique et organisationnel, il faut ajouter la prévention médicale propre à certains risques biologiques par la vaccination contre le tétanos et la poliomyélite (indispensables), contre l'hépatite A (recommandée si le travailleur n'est pas immunisé) et contre la leptospirose (si le médecin du travail l'estime nécessaire après évaluation des risques). La vaccination contre la typhoïde peut se discuter mais ne semble pas justifiée, tant en France métropolitaine

## LES PUBLICATIONS DE L'INRS

- ED 873 Conception des usines d'épuration des eaux résiduaires.
- ED 820 Guide pratique de ventilation n°19. Dépollution des eaux résiduaires.
- ED 894 La détection des gaz et vapeurs dans l'atmosphère des locaux de travail.

#### Documents pour le médecin du travail

- Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées. DMT n°44 du 4ème trimestre 1990, TC 34.
- Risques microbiologiques en station d'épuration. Résultats d'enquête. DMT n° 67 du 3ème trimestre 1996, TF 67.
- Hépatite A et eaux usées, stratégie vaccinale en milieu de travail, DMT n° 65, 1er trimestre 1996, Fiche médico-technique.
- Hépatite A et exposition professionnelle aux eaux usées, étude de séroprévalence, DMT n° 65, 1er trimestre 1996, TF 67.

#### Travail et sécurité

- jan 2003 Traitement des eaux usées. Une station sûre, qui respecte l'environnement
- jan 2001 Cinq détecteurs individuels de monoxyde de carbone et d'hydrogène sulfuré à l'essai

#### Fiches toxicologiques

- FT 30 acide sulfurique
- FT 16 ammoniac et solutions aqueuses
- FT 51 chlore
- FT 157 eaux et extraits de javel
- FT 20 hydroxyde de sodium et solutions aqueuses
- FT 5 méthanol
- FT 43 ozone
- FT 32 sulfure d'hydrogène

que dans les départements d'outre-mer, à l'exception peut-être de la Guyane où l'incidence de la maladie est encore élevée. La vaccination contre l'hépatite B peut être proposée pour certains postes de travail exposés au risque de piqûres par des seringues abandonnées dans les égouts. ■

## LES TRAVAUX DE L'INRS ET SES PARTENAIRES

Une méthode de prélèvement et d'analyse des trichothécènes, une variété de mycotoxines servant d'indicateur d'exposition, est en cours de développement. Avec le dosage des endotoxines et la métrologie des bioaérosols, elle complétera l'étude épidémiologique destinée à mieux connaître les effets du travail sur la santé chez les travailleurs des eaux usées.

L'INRS a publié deux brochures (ED 820 et 873) rédigées par un groupe de travail constitué des spécialistes ventilation et conception des lieux de travail de la **CNAM**, des **CRAM**, de l'**INRS**. Le **SPDE** (Syndicat professionnel des distributeurs d'eau), le **SNITER** (Syndicat national des industries du traite-

ment des eaux résiduaires), des représentants de la profession et de certains services de l'Etat concernés ont été associés à la rédaction de ces brochures. D'autres organismes sont concernés, en particulier :  
- le **CEMAGREF**, Institut public de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement, développe un programme de recherche dans ses domaines de compétence (biologie des boues actives, épuration des eaux usées des petites collectivités, traitement des effluents d'élevage...),  
- l'**INRA**, Institut national de la recherche agronomique et l'**ADEME**, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, travaillent sur le dossier de la valorisation des boues.

Auteurs : Henri Aussel, Colette Le Bâcle avec Graziella Dornier (INRS) • en collaboration avec Yves Galtier (CRAM de Toulouse) • Coordination : Martine Puzin  
• Contact : colette.lebacle@inrs.fr • Illustration : Frédéric Causse