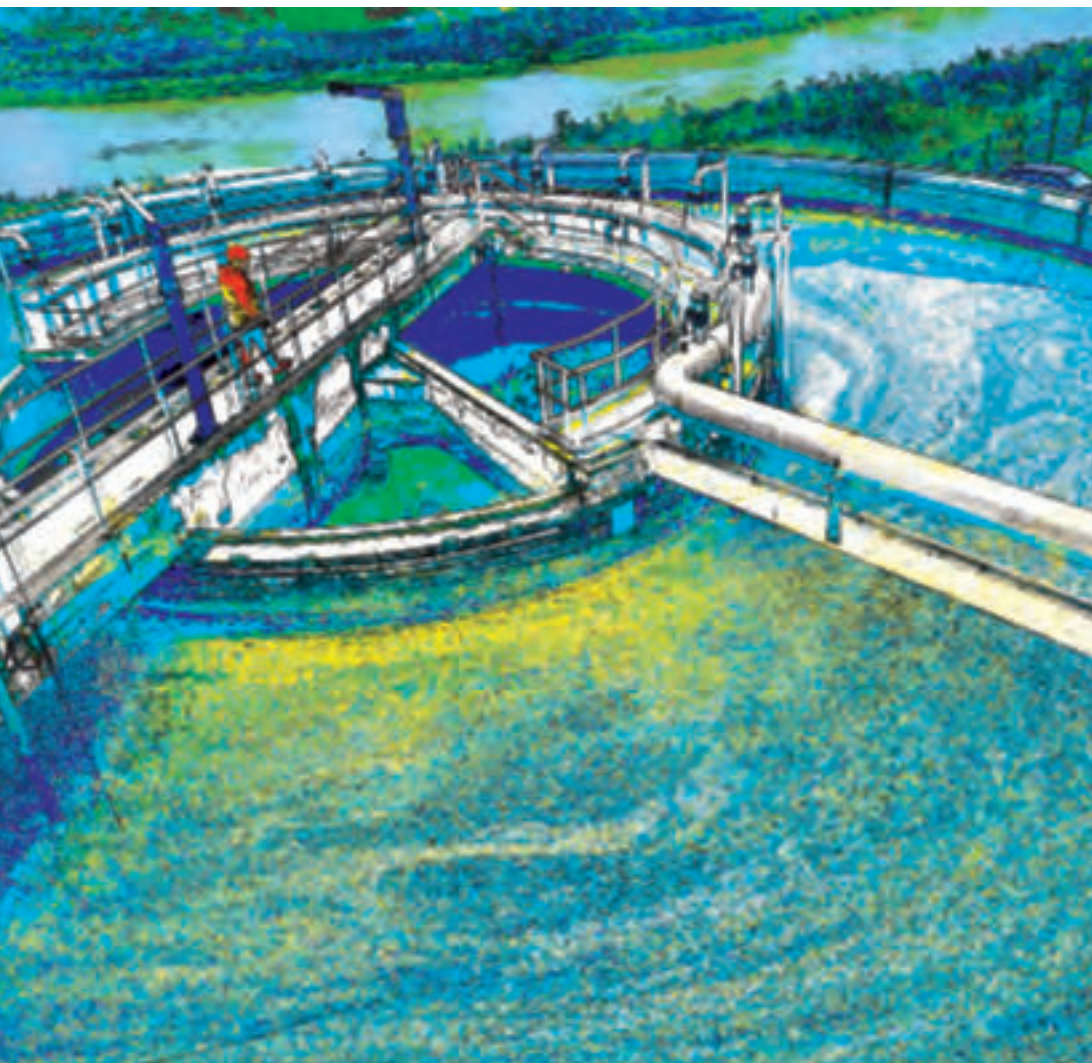




Station d'épuration des eaux usées

Prévention des risques biologiques

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cram, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), les caisses régionales d'assurance maladie (Cram) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Station d'épuration des eaux usées

Prévention des risques biologiques

Ce guide a été rédigé par un groupe de travail animé par l'INRS et comprenant des professionnels du secteur de l'épuration des eaux ainsi que des préventeurs de Carsat (Caisse d'assurance retraite et de santé au travail) et de Cram (Caisse régionale d'assurance-maladie) :

Isabelle Balty *INRS*,
Véronique Caron *INRS*,
Michel Charvolin *Carsat Normandie*,
Jérôme Cluzeau *Office International de l'Eau (OIEau)*,
Christine David *INRS (animatrice du groupe)*,
Hubert Delepaut *Carsat Nord-Picardie*,
Philippe Duquenne *INRS*,
Brigitte Facon *Cram Ile-de-France*,
Elise Lecornet *Véolia Eau*,
Roland Rapp *INRS*,
Olivier Schlosser *Suez-Environnement*,
Philippe Simon *Saur*,
Roland Werlé *INRS*.

1. Risques biologiques en station d'épuration

1.1 AGENTS BIOLOGIQUES PRÉSENTS DANS LES EAUX USÉES	6
1.2 EXPOSITIONS	8
1.3 EFFETS SUR LA SANTÉ.....	10

2. Mesures de prévention selon les étapes de l'épuration

2.1 ARRIVÉE DES EFFLUENTS.....	11
2.2 PRÉTRAITEMENT.....	13
2.3 TRAITEMENT DES EAUX.....	15
2.4 TRAITEMENT DES BOUES.....	17
2.5 SITUATIONS DE TRAVAIL.....	20

3. Mesures de prévention générales

3.1 PROTECTIONS COLLECTIVES.....	23
3.2 PROTECTIONS INDIVIDUELLES	24
3.3 MESURES D'HYGIÈNE.....	25
3.4 FORMATION ET INFORMATION DU PERSONNEL.....	27

Conclusion

Annexe

ASSAINISSEMENT DE L'AIR ET VENTILATION.....	28
--	----



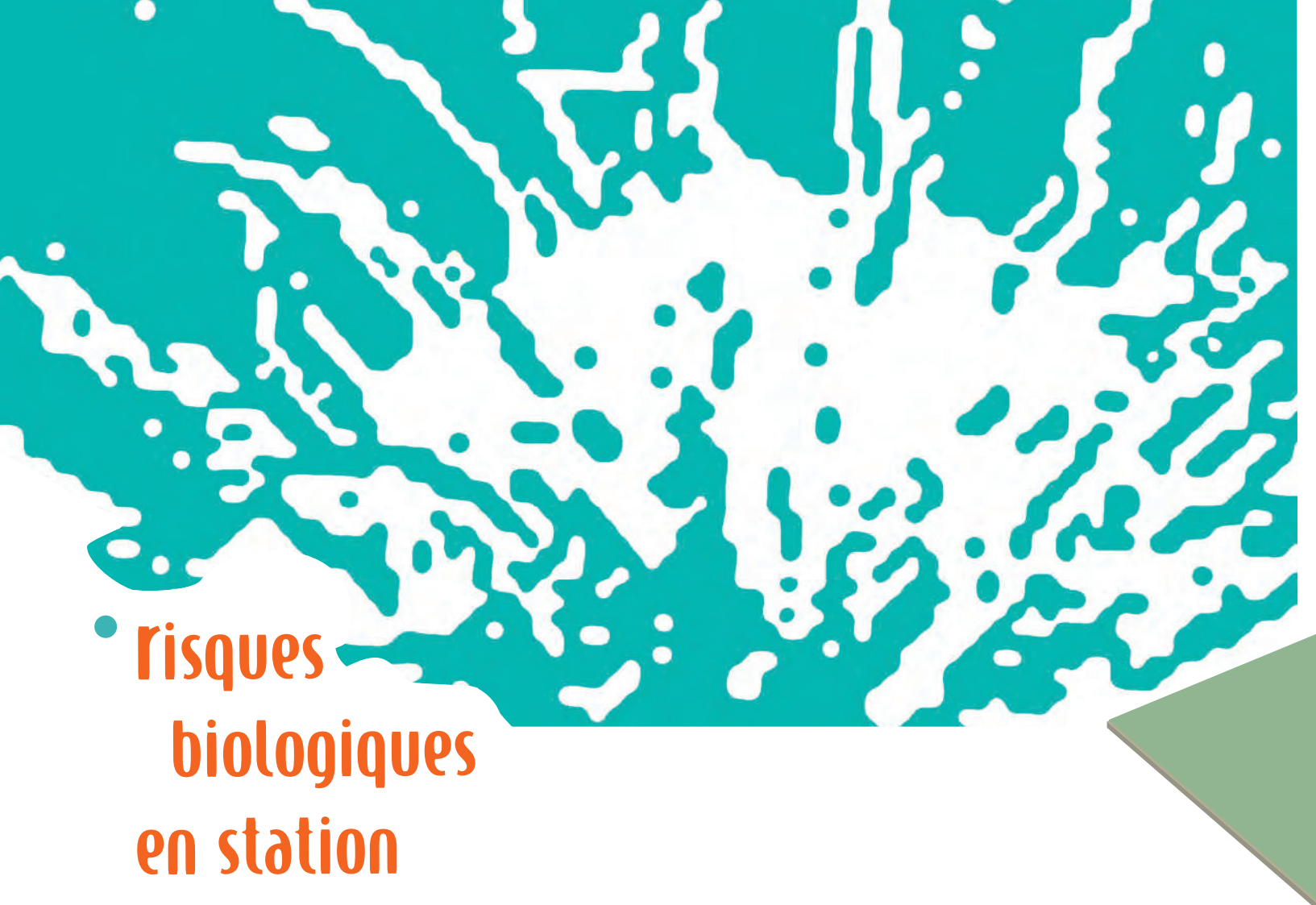
Le personnel travaillant en station d'épuration des eaux usées est exposé aux dangers liés aux produits chimiques (H_2S , ammoniac...), aux espaces confinés, aux atmosphères explosives, aux chutes de hauteur, etc. Il est également exposé à des agents biologiques (les micro-organismes, leurs toxines et leurs composants – en particulier les endotoxines) présents dans les eaux, les boues, sur les surfaces et dans l'air. Certains de ces agents biologiques peuvent entraîner des pathologies respiratoires ou digestives.

Ce document fournit des explications sur les agents biologiques et la façon dont le personnel peut être exposé (par contact, ingestion ou inhalation).

Ensuite, pour chaque étape (arrivée des effluents, prétraitement, traitement des eaux et traitement des boues), sont décrits les principaux procédés exposant le personnel aux agents biologiques et les mesures de prévention qu'il convient de mettre en place pour limiter cette exposition, en tenant compte des autres risques associés.

Les mesures de prévention concernant des situations de travail communes à toutes les étapes sont traitées par la suite (usage du jet d'eau, opérations de maintenance).

En fin de document, sont rassemblées les mesures de prévention collectives (capotage, ventilation générale) et individuelles (équipements de protection individuelle, mesures d'hygiène) devant être respectées pour assurer la prévention des risques biologiques.



• Risques biologiques en station d'épuration

Les eaux usées arrivant en station d'épuration peuvent provenir du réseau d'eau pluviale, des habitations (WC, douches, évier...), des hôpitaux, des industries (papetière, agroalimentaire, pharmaceutique, chimique...), de la restauration, d'abattoirs, d'élevages, etc. L'eau peut donc contenir des micro-organismes d'origine environnementale, humaine, animale ou industrielle. Certains de ces micro-organismes vivent et se nourrissent en dégradant les polluants présents dans l'eau. Cette propriété est exploitée dans les stations d'épuration, qui fournissent les conditions favorables à la croissance des micro-organismes connus pour dégrader les polluants carbonés ou azotés. En fin d'épuration, les boues sont séparées de l'eau traitée qui est rejetée dans un cours d'eau avoisinant ou en mer. Les boues sont traitées et peuvent suivre différentes filières comme l'épandage, le compostage, la digestion ou l'incinération (*figure 1*).

1.1 AGENTS BIOLOGIQUES PRÉSENTS DANS LES EAUX USÉES

Parmi les agents biologiques présents dans les eaux usées, certains micro-organismes (bactéries, moisissures, virus, parasites), leurs composants (en particulier les endotoxines) ou les toxines qu'ils produisent, peuvent présenter des risques pour la santé des salariés travaillant en station d'épuration. Les eaux usées contiennent notamment une flore intestinale plus ou moins pathogène selon sa provenance (habitats, crèches, hôpitaux...) et selon les épidémies saisonnières (gastro-entérites...). En station, ces micro-organismes, leurs toxines ou composants se trouvent dans les eaux usées, mais également dans les boues (liquides, pâteuses ou sèches), les eaux traitées rejetées dans le milieu naturel et les surfaces en contact avec l'eau ou les boues. Les agents biologiques peuvent également être présents dans l'air ambiant sous forme d'aérosols. Ces bioaérosols sont des suspensions de gouttelettes ou de particules générées, par exemple, par des jets d'eau à haute pression, une chute d'eau, une injection d'air dans l'eau ou un soufflage d'air sur une surface contaminée, etc.



figure 1

**EXEMPLE DE STATION
DE TRAITEMENT
DES EAUX USÉES URBAINES
PAR BOUES ACTIVÉES.**

- 1** Les effluents arrivent en station après relèvement et les matières de vidange ou de curage sont amenées par camions.
- 2** L'eau est prétraitée par dégrillage, dessablage, dégraissage.
- 3** L'eau subit un traitement biologique avant d'être rejetée dans un cours d'eau.
- 4** Les boues résiduelles sont traitées et stockées avant leur évacuation

Les micro-organismes sont très nombreux et il est impossible de les identifier de façon exhaustive.

On trouve notamment des **bactéries** responsables de troubles digestifs (salmonelles, *Escherichia coli*...), de troubles respiratoires (légionnelles...) ou encore de surinfection des plaies (staphylocoques, *Clostridium*...). Certaines bactéries dites « Gram négatif » possèdent à leur surface des molécules appelées **endotoxines**, qui sont libérées lorsque la bactérie se divise ou meurt. Ces endotoxines, résistantes dans l'environnement, persistent après la mort de la bactérie et sont responsables, en particulier, de troubles respiratoires par inhalation.

Des **virus** peuvent également résister dans l'environnement des stations [1]. Parmi la centaine de virus humains capables de contaminer les boues et les eaux usées, les plus représentés sont les virus de gastro-entérites. Le virus de l'hépatite A peut aussi être présent.

Parmi les autres micro-organismes retrouvés en station d'épuration, des **parasites**, comme certains protozoaires (*Giardia*, *Cryptosporidium*) ou les œufs de vers intestinaux [1], peuvent se trouver dans l'eau. Ces œufs de vers peuvent également se retrouver dans les boues stabilisées.

Des **champignons microscopiques** (levures et moisissures) également identifiés dans les eaux, les boues et l'air ambiant de station d'épuration, peuvent être responsables de mycoses, d'irritations ou d'allergies.

1.2 EXPOSITIONS

En station d'épuration, les aérosols de particules liquides ou sèches contenant des micro-organismes et leurs constituants (en particulier les endotoxines) peuvent être **inhalés** par les opérateurs. Ces bioaérosols peuvent être mis en suspension dans l'air par les systèmes d'aération (aération des bassins biologiques, utilisation d'air

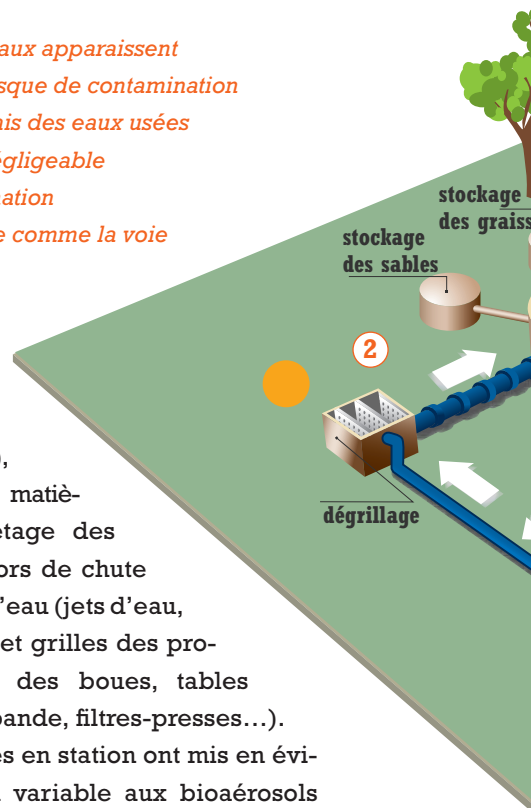
VIRUS GRIPPAUX

De nouveaux virus grippaux apparaissent régulièrement, mais le risque de contamination des travailleurs par le biais des eaux usées serait peu probable et négligeable au regard de la contamination interhumaine, considérée comme la voie de contamination principale [2].

comprimé, soufflettes...), par déplacement de matières (convoyage, pelletage des boues...), ou encore lors de chute d'eau ou d'utilisation d'eau (jets d'eau, retrolavage des toiles et grilles des procédés de traitement des boues, tables d'égouttage, filtres à bande, filtres-presses...). Des mesures effectuées en station ont mis en évidence une exposition variable aux bioaérosols selon les zones de la station et les activités des opérateurs (figure 2).

Les agents biologiques peuvent aussi être **ingérés** en portant les mains ou des objets souillés à la bouche ou en se léchant les lèvres contaminées par des projections, par exemple.

Enfin, les micro-organismes peuvent pénétrer et se multiplier dans le corps humain en passant **à travers la peau ou les muqueuses** (yeux, nez, lèvres). Très peu de micro-organismes ont la capacité de passer à travers une peau saine qui représente une excellente barrière naturelle. Par contre, certaines microlésions (petites peaux près des ongles), des écorchures ou des griffures sont des portes d'entrée à travers lesquelles les micro-organismes peuvent pénétrer dans l'organisme, lors d'un contact avec des liquides, des boues ou des surfaces contaminées. Les muqueuses au niveau des yeux, du nez ou des lèvres sont plus perméables aux micro-organismes qui peuvent les traverser lors de projections sur ces zones.





NIVEAUX D'EXPOSITION AUX BIOAÉROSOLS SELON LES ZONES DE LA STATION.

- Les postes de dégrillage, dessablage, dégraissage et de traitement biologique peuvent passer en rouge lorsqu'ils sont situés dans un bâtiment.

1.3 EFFETS SUR LA SANTÉ

Une fois dans l'organisme, les agents biologiques peuvent éventuellement entraîner différents types de pathologies chez l'opérateur :

- des **infections** dues à la multiplication des micro-organismes dans le corps,
- des **intoxications** provoquées par des toxines provenant des micro-organismes,
- des **réactions inflammatoires** dues notamment aux endotoxines,
- des **allergies** résultant d'une réaction de défense excessive du corps contre un allergène.

Concernant les infections, il faut souligner que l'exposition régulière aux eaux usées n'immunise pas les salariés contre la totalité des micro-organismes. Le système immunitaire de chaque personne permet de répondre à la pénétration d'un micro-organisme étranger et de garder « en mémoire » les moyens de défense contre ce micro-organisme, afin de répondre plus rapidement à une seconde exposition. La personne est alors dite immunisée contre ce micro-organisme. Toutefois, les micro-organismes n'immunisent pas tous aussi efficacement. Par exemple, le virus de l'hépatite A immunise une personne durant plusieurs dizaines d'années, alors qu'une contamination par la bactérie *Campylobacter*, responsable de gastro-entérites, ne procure que très peu, voire pas de protection.

Sur le terrain, il a été montré que les travailleurs en station d'épuration présentent des

syndromes respiratoires, pseudo-grippaux et gastro-intestinaux de façon plus fréquente que la population générale [3].

Des symptômes tels que toux grasse ou sèche, sifflement, essoufflements ont été plus souvent observés chez les travailleurs en station d'épuration [3]. Ces symptômes sont surtout liés à l'inhalation d'endotoxines. À forte dose, celles-ci provoquent également des réactions inflammatoires générales, se traduisant par des symptômes pseudo-grippaux (douleurs articulaires, courbatures, mal au dos, fatigue, nausées, fièvre...).

Des fièvres de Pontiac (syndrome pseudo-grippal) ont été observées chez les salariés de stations d'épuration inhalant des aérosols contenant des légionnelles présentes dans les eaux usées [4].

Il a également été constaté que les pathologies ORL^a concernent davantage les salariés ayant plus de 10 ans d'ancienneté [5].

Concernant les troubles gastro-intestinaux, il a été observé que le taux de troubles digestifs était plus important chez les salariés ayant moins de 2 ans d'ancienneté que chez les salariés ayant une ancienneté supérieure à 10 ans [5, 6]. Ces troubles pourraient être liés aux endotoxines et à l'ingestion de bactéries, virus ou autres micro-organismes présents dans l'environnement de travail.

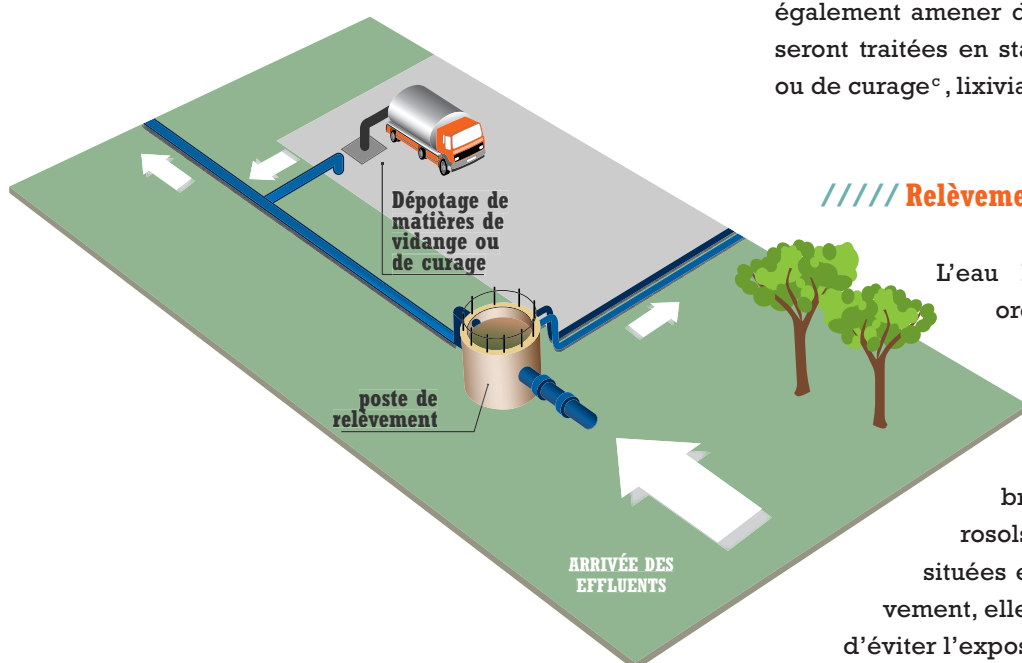
Des infections cutanées ont également été identifiées chez les personnes travaillant en station d'épuration [7]. Ces infections se développent plus facilement sur des lésions cutanées, des piqûres d'insectes, des morsures.

^a ORL : Oto-rhino-laryngologie

Mesures de prévention selon les étapes de l'épuration

2.1 ARRIVÉE DES EFFLUENTS

Les eaux usées (ou effluents) arrivent dans la station après relèvement. Lors d'arrivées d'eau massives en cas d'orage, un bassin tampon permet de recevoir ces eaux et de ne pas perturber le procédé d'épuration. Des camions peuvent également amener des matières extérieures qui seront traitées en station (matières de vidange^b ou de curage^c, lixiviats^d, graisses...).



//// Relèvement

L'eau brute chargée en micro-organismes est relevée au moyen de vis ou de pompes situées dans des postes de relèvement. Les vis produisent de nombreuses projections et bioaérosols. Aussi, lorsqu'elles sont situées en dehors du poste de relèvement, elles doivent être capotées afin d'éviter l'exposition du personnel.

Les salariés peuvent être amenés à descendre dans les postes de relèvement pour

^b Matières de vidange : boues issues de l'entretien des installations d'assainissement autonome (fosses septiques, puits d'infiltration...).

^c Matières de curage : matières issues de l'entretien des réseaux d'assainissement urbains.

^d Lixiviats : effluents issus des centres de stockage des déchets.

effectuer des opérations de contrôle ou de maintenance. Il s'agit d'interventions dans des espaces confinés nécessitant le respect de mesures de prévention spécifiques (voir ci-contre « Interventions en espace confiné »).



* En complément, des mesures de prévention des risques biologiques doivent être appliquées. Pour limiter le contact avec les eaux usées, lors des descentes en poste de relèvement, il est indispensable de bloquer l'arrivée des eaux en amont du poste, si possible au moyen d'une vanne ou d'un batardeau manœuvrable de l'extérieur du poste. Pour se protéger des agents biologiques, les salariés doivent porter un demi-masque jetable FFP2, des lunettes-masques, des vêtements couvrants et des gants de protection étanches et lavables. Une combinaison de protection de type 4 jetable est fournie pour les opérations particulièrement salissantes.



Lors du nettoyage au jet des postes de relèvement, le personnel s'expose fortement aux bioaérosols. Une réflexion doit être menée sur la nécessité d'un nettoyage systématique et des mesures de protection adéquates doivent être respectées (voir « Usage du jet d'eau » p. 20).

* Ce pictogramme souligne les situations exposant fortement les opérateurs aux agents biologiques.

INTERVENTIONS EN ESPACE CONFINÉ

Dans les espaces confinés, comme les postes de relèvement, les salariés encourent des risques d'asphyxie et d'intoxication.

Il est donc important de respecter les mesures de prévention spécifiques comme la ventilation du poste de relèvement et le port d'un détecteur de gaz et d'un appareil d'évacuation autonome (mesures décrites dans les documents Les espaces confinés ED 967 et Interventions en espaces confinés dans les ouvrages d'assainissement ED 6026 de l'INRS ainsi que dans la recommandation R 447 de la CNAMTS).

Avant toute intervention, il faut recenser et vérifier les matériels et équipements de travail nécessaires pour se protéger contre tous les risques identifiés

////// Dépotage

Les stations d'épuration peuvent aussi recevoir des matières de vidange ou de curage, des lixiviats, des graisses. Le déversement de ces matières contaminées expose le personnel, surtout lors du basculement de la citerne du camion pour vider les matières épaisses.

Pour éviter les risques de projection et de formation de bioaérosols lors de la réception, les matières de vidange liquides doivent être dépotées au moyen de raccord pompier (circuit fermé) ou, à défaut, de canalisations plongées dans la fosse de vidange. Les salariés effectuant cette opération portent des gants étanches et lavables pour éviter les contacts avec ces matières contaminées.



Les matières de curage, généralement épaisses, sont vidées dans une fosse par renversement de la citerne du camion. Le personnel effectuant cette opération est exposé aux bioaérosols et aux projections de matières qui peuvent frapper les parois de la fosse ou les grilles situées en surface.

Seuls les salariés en charge de l'opération doivent être présents et porter des vêtements de travail couvrants, des gants de protection étanches et lavables, un demi-masque jetable FFP2 et des lunettes-masques.



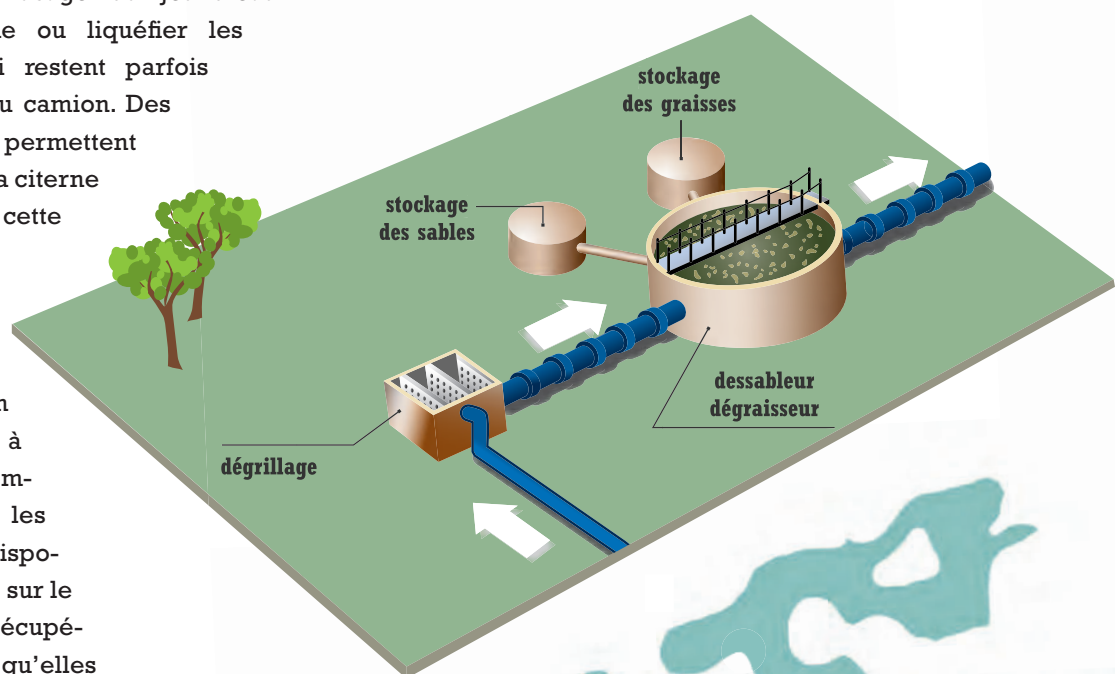
Ces équipements sont également portés lors de l'usage du jet d'eau pour nettoyer la citerne ou liquéfier les matières de curage qui restent parfois collées dans la citerne du camion. Des vidanges fréquentes permettent d'éviter le colmatage de la citerne et donc de supprimer cette opération au jet.

Dans certain cas, les matières peuvent être déplacées à l'aide d'un grappin. Ce procédé est à éviter car il génère de nombreuses égouttures. Pour les stations existantes, des dispositifs doivent être installés sur le trajet du grappin afin de récupérer les égouttures, avant qu'elles ne tombent sur le sol et créent des projections et des bioaérosols.

2.2 PRÉTRAITEMENT

///// Dégrillage, tamisage

Le dégrillage permet d'ôter les déchets solides qui sont ensuite déversés dans une benne. Le poste de dégrillage émet beaucoup de bioaérosols. Pour éviter l'exposition du personnel, il est conseillé de privilégier le dégrillage automatique et de capoter et aspirer les aérosols pouvant être émis par le dégrilleur, lorsque celui-ci est placé dans un bâtiment (voir « Capotage » p.14).





Les opérateurs ouvrent parfois le capotage à l'occasion de contrôles visuels ou d'interventions de maintenance sur les différents organes du dégrilleur. Le personnel est alors exposé à des projections et des bioaérosols. Pour limiter cette exposition lors des contrôles visuels, une trappe peut être aménagée dans le capotage de façon à offrir une bonne visibilité des organes contrôlés.

Avant toute intervention sur le matériel, le respect des règles de sécurité impose l'arrêt des équipements en mouvement. Pour autant, le personnel reste exposé aux agents biologiques présents sur les surfaces et dans les bioaérosols ou projections qu'il produit lors de son intervention.

Les opérations manuelles pour ôter les objets retenus par le dégrilleur sont à proscrire. En effet, le personnel peut se piquer ou se couper avec des objets contaminés tels que des seringues, des bouts de verre ou de métal. L'opérateur doit donc utiliser des outils adaptés pour dégager les matières bloquées.

Il est préférable que les refus de dégrillage soient automatiquement déversés dans un conteneur (benne de transport, poubelles...) au moyen d'une goulotte fermée. Lors du déversement des refus de dégrillage dans des bennes de transport, l'installation de jupes autour de la bouche de sortie des matières à benner permet de limiter la diffusion des bioaérosols.

CAPOTAGE

Le capotage permet de confiner une opération polluante dans un espace délimité. À l'air libre, à l'extérieur d'un local, le capotage a pour objet de limiter la dispersion par le vent du polluant et des bioaérosols. À l'intérieur d'un local de travail, il est nécessaire de compléter le capotage par une aspiration qui a pour objet d'assurer l'évacuation du polluant vers l'extérieur et d'éviter ainsi sa propagation dans le local. L'air extrait au niveau du capotage doit être compensé par un apport équivalent en air neuf non pollué, en provenance de l'extérieur.

//// Dessablage, dégraissage

Les eaux dégrillées passent dans un bassin, au fond duquel le sable sédimente. Les graisses, séparées par flottation, remontent à la surface et sont raclées, puis stockées ou traitées sur place.

Le personnel intervenant sur les bassins est exposé aux agents biologiques par contact avec le matériel, par inhalation de bioaérosols ou par projection d'eau, notamment en sortant les équipements des bassins (câble d'alimentation de la turbine, racle de fond, etc.). Lors de ces opérations, il est recommandé aux opérateurs de porter des gants de protection étanches et lavables, un demi-masque jetable FFP2 et des lunettes-masques.

////// Traitement des sables et des graisses

Les sables peuvent être lavés en station avec de l'eau industrielle^e. Pour éviter les expositions aux projections ou bioaérosols, il convient de privilégier les systèmes de lavage clos, ou de capoter les systèmes ouverts existants. Lorsque ces systèmes sont à l'intérieur d'un bâtiment, le capotage est muni d'une ventilation rejetant l'air à l'extérieur.

Les graisses sont traitées dans un bassin biologique aéré par bullage. La mousse créée peut être rabattue par des systèmes de jet d'eau. Ce procédé génère des bioaérosols pouvant être inhalés par les opérateurs. Les bassins sont préférentiellement capotés et, s'ils sont situés dans un bâtiment, l'air du capotage est aspiré et rejeté à l'extérieur. Lors d'interventions sur ces installations, les opérateurs doivent porter un demi-masque jetable FFP2 et des lunettes-masques.

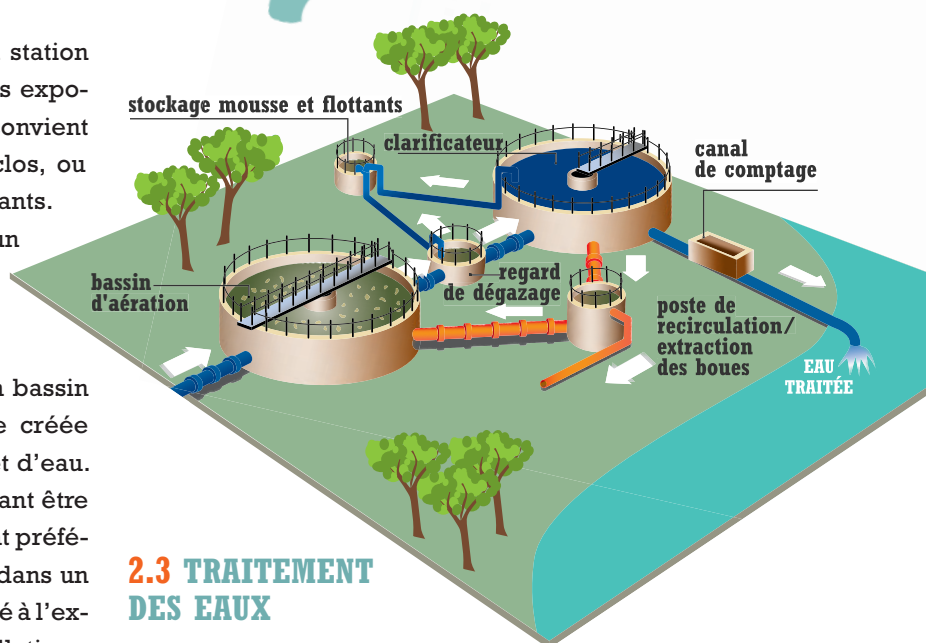
////// Traitement physico-chimique

Les eaux prétraitées peuvent subir des traitements physico-chimiques par ajout de coagulant ou floculant, suivi d'une étape de décantation ou de flottation. En fonctionnement normal, ce procédé génère peu de bioaérosols.

MAINTENANCE

Le personnel de maintenance est exposé aux agents biologiques notamment lors du démontage des balais de tamisage ou du remplacement de la racle de surface du dégraisseur. Des mesures de protection communes à toutes les opérations de maintenance doivent être appliquées (voir § « Opérations de maintenance » p. 22).

^e Eau industrielle : eau prélevée dans la station en fin de procédé d'épuration.



2.3 TRAITEMENT DES EAUX

////// Bassin de traitement biologique

Différents procédés peuvent être employés seuls ou associés :

Cultures fixées, biofiltres, lits bactériens : après un traitement primaire, l'eau passe à travers un support poreux (filtre, billes, pouzzolane), sur lequel sont fixés les micro-organismes dépolluants. Dans le cas des biofiltres, l'eau passe à travers le support (système immergé), alors que pour les lits bactériens, l'eau est aspergée par le dessus (système par percolation).



Dans ce dernier cas, l'aspersion crée des projections et des aérosols. Ce type d'exposition peut également s'observer lors des phases de lavage des biofiltres. Ces expositions peuvent être évitées par capotage des bassins de traitement.

Disques bactériens ou biodisques : les micro-organismes sont fixés sur des disques assemblés sur un axe horizontal tournant lentement en travers du bassin contenant l'effluent qui immerge à moitié les disques.



Couverture en béton au-dessous d'un pont-brosse



Les biodisques produisent à chaque rotation des projections et des aérosols. Pour éviter ces expositions, il convient de capoter les disques bactériens.

Réacteur biologique à support fluidisé :

les micro-organismes sont fixés sur des supports mis en mouvement par brassage ou injection d'air. Ces procédés d'oxygénation génèrent des projections et des bioaérosols qu'il est possible de confiner en capotant les bassins.

Boues activées ou cultures libres, bioréacteur à membrane : les micro-organismes sont libres dans un bassin comportant une zone aérée (par fines bulles, rotor horizontal ou turbine de surface), plus éventuellement une zone non aérée (zone d'anoxie/anaérobie). La concentration de bioaérosols autour des bassins d'aération varie selon le système d'aération.



Le rotor horizontal et la turbine de surface génèrent davantage d'aérosols que le procédé par bullage. Le capotage des rotors et des turbines au moyen d'une jupe permet de limiter l'aérosolisation. Les jupes en béton ne nécessitant pas d'intervention de maintenance doivent être privilégiées pour éviter d'introduire des risques supplémentaires.

Certains procédés de traitement biologique (les biofiltres, biodisques, rotors horizontaux, turbines) apparaissent comme plus exposants et nécessitent d'être capotés. Pour des raisons techniques, il peut arriver que des ouvertures soient créées dans ce capotage. Les aérosols

pouvant s'en échapper doivent être captés à l'aide de pare-gouttelettes. Lorsque ces procédés sont situés à l'intérieur d'un bâtiment, le capotage est muni d'une ventilation rejetant l'air à l'extérieur.

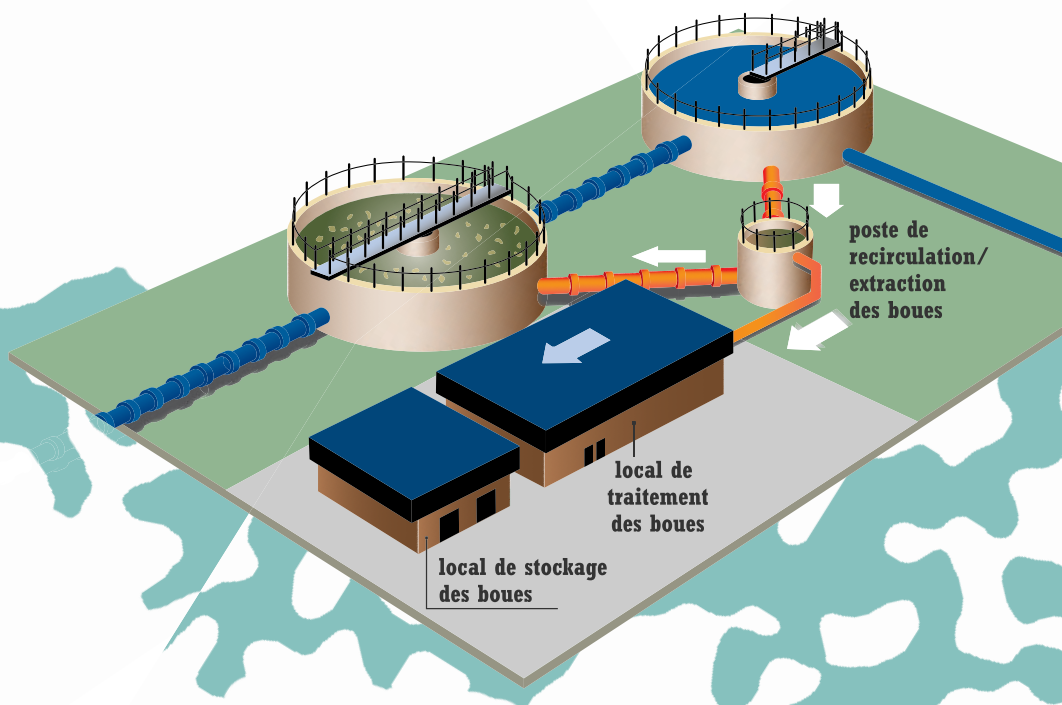
EXPLOITATION

Les interventions (relevés des mesures redox, oxygène, prélèvements d'eau...) sur les bassins non capotés générant beaucoup d'aérosols (lits bactériens, biodisques, turbines de surfaces...) nécessitent le port d'un demi-masque jetable FFP2 et de lunettes-masques.

////// Bassin de décantation primaire, clarification secondaire

À ce niveau s'effectue la séparation entre l'eau et les boues résiduelles (contenant les matières solides et des agents biologiques) qui décantent au fond du bassin. Les mousses de surface sont ôtées à l'aide d'un racleur.

Seules les tâches de maintenance et d'entretien exposent aux agents biologiques. Par exemple, le personnel nettoyant les goulottes des décanteurs, pour éliminer les algues qui s'y développent, s'expose aux agents biologiques par contact avec l'eau, projection d'eau ou inhalation de bioaérosols. Des systèmes de nettoyage automatisés intégrés et capotés sont à privilégier.



///// **Traitement tertiaire (filtration, désinfection)**

Des systèmes de filtration, de désinfection chimique ou de traitement par UV peuvent être installés, afin de diminuer la concentration des micro-organismes dans l'eau rejetée dans le milieu naturel.

Le procédé de filtration, qui peut entraîner des projections et des bioaérosols lors des phases de lavage des filtres, sera préférentiellement capoté et ventilé s'il est installé dans un local.

///// **Canal de comptage**

L'eau traitée passe par le canal de comptage avant d'être rejetée dans le milieu naturel. Il a été montré que des micro-organismes pathogènes peuvent être encore présents dans l'eau issue des stations d'épuration.

Il convient de maintenir les mesures de prévention contre les risques biologiques en cas d'intervention, comme le nettoyage du canal de comptage. Un canal capoté permet de limiter la prolifération des algues et donc les interventions de nettoyage.

2.4 TRAITEMENT DES BOUES

Les boues sont en partie recyclées pour ensemercer les bassins de traitement biologique. L'excédent de boues est extrait et peut subir, selon sa destination finale, un ou plusieurs traitements : épaissement, déshydratation, séchage, incinération.

///// **Épaississement des boues**

L'épaississement permet de réduire le volume des boues de façon conséquente, par l'utilisation de procédés simples et rapides. Le plus souvent, un conditionnement préalable avec un polymère est indispensable. Cet épaississement peut se faire par décantation statique, séparation dynamique (grille et table d'égouttage...) ou flottation (boues remontées par de fines bulles d'air et récupérées par raclage).

Les procédés basés sur une séparation dynamique sont les plus générateurs d'aérosols, en raison du nettoyage en continu des grilles ou des toiles. Ces procédés de séparation dynamique doivent donc être capotés. De plus, lorsque qu'ils sont situés dans un bâtiment, l'air à l'intérieur du capotage doit être aspiré et rejeté à l'extérieur du bâtiment.

**FILIÈRE BOUE :
UN ENVIRONNEMENT
TRÈS EXPOSANT**

*Les différentes étapes de traitement
et, surtout, de stockage des boues
génèrent des bioaérosols en quantités
très importantes.*

///// Déshydratation des boues

Les boues sont déshydratées pour réduire leur volume et les préparer à un éventuel séchage. La déshydratation peut se faire par centrifugation, filtre à bande, filtre-presse, ou presse à vis. Lorsque ces boues sont destinées à l'amendement des sols, elles peuvent être mélangées à de la chaux.



Des prélèvements d'endotoxines, de bactéries et de moisissures dans l'air des locaux de déshydratation des boues montrent des concentrations souvent plus élevées que dans les autres locaux des stations. Le risque de contamination par inhalation de bioaérosols est particulièrement élevé dans ces locaux. Les procédés de déshydratation doivent donc être capotés et munis d'une ventilation rejetant l'air à l'extérieur (voir ci-contre « Nettoyage des filtres-presses »).

Les dispositifs de transfert de matière (vis, convoyeur...), participant à la formation de bioaérosols, doivent également être capotés et ventilés.

Le local contenant les appareils doit bénéficier d'une ventilation mécanique générale dont le renouvellement d'air assure une ambiance de travail saine (voir § « Protections collectives » p. 23).

NETTOYAGE DES FILTRES-PRESSES

Les opérations de débâtissage et de nettoyage des filtres-presses génèrent des bioaérosols en grande quantité et peuvent exposer fortement le personnel. Il est donc important de choisir des filtres-presses entièrement capotés, effectuant des lavages automatiques hors présence humaine.

À défaut de capotage, l'équipement doit être placé dans un local dédié et ventilé.

Les systèmes d'aspiration doivent fonctionner en permanence. À défaut de nettoyage automatique, le personnel effectuant cette tâche doit porter des vêtements imperméables, des gants étanches et un demi-masque jetable FFP2. Comme cette tâche nécessite un effort physique important, un appareil de protection respiratoire à ventilation assistée TH2P ou TM1P sera préféré pour le confort de l'opérateur.

////// Stabilisation des boues

La stabilisation des boues permet de diminuer leurs propriétés fermentescibles de trois façons possibles :

- stabilisation biologique anaérobie dans des digesteurs produisant du biogaz, ou stabilisation biologique aérobie par compostage à partir de boues déshydratées,
- stabilisation chimique des boues déshydratées par ajout de chaux,
- stabilisation de boues déshydratées en sécheur thermique (> 70 % de siccité).

////// Séchage des boues

Le séchage des boues peut se faire en serre ou par traitement thermique. Toute intervention sur ces procédés génère des poussières contenant des micro-organismes et des endotoxines à des niveaux particulièrement élevés.



Les opérations de retournement des boues sèches en serre produisent de nombreux bioaérosols et gaz toxiques (ammoniac, H_2S). L'exposition des salariés peut être évitée par l'usage de robots permettant le retournement automatisé des boues hors présence humaine.

Les cabines des engins intervenant dans les serres (pour le retournement ou le déstockage

des boues) doivent être en surpression et munies d'un caisson de filtration de l'air entrant. Les filtres doivent retenir les particules (filtre H13) et les gaz (charbon actif de type BK). Le fournisseur du filtre à charbon actif doit communiquer à l'utilisateur la fréquence de changement du filtre, en fonction des conditions d'usage en station d'épuration.

ZONES ATEX

Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles présents dans les locaux de séchage et de stockage des boues sont susceptibles de générer une explosion.

La réglementation relative aux atmosphères explosives, dite « réglementation ATEX », prévoit de définir les zones où

des concentrations de gaz ou de poussières sont susceptibles de générer une explosion.

Les appareils et équipements utilisés doivent alors être compatibles avec les zones ATEX définies (voir Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives, ED 945, INRS).



Tout personnel intervenant dans la serre lors des phases de maintenance doit porter des appareils de protection respiratoire anti-gaz et anti-particules. Lors des opérations de longue durée ou nécessitant un effort physique important,

un appareil de protection respiratoire à ventilation assistée améliore le confort de l'utilisateur.

Pour limiter les bioaérosols autour des sècheurs thermiques, ces derniers doivent être étanches ou placés dans un local dédié dans lequel le personnel n'intervient que pour les opérations de maintenance en suivant les mesures de prévention prévues à cet effet (voir § « Opérations de maintenance » p. 22).

//// Stockage des boues

Les boues sèches ou déshydratées (encore humides) sont stockées en benne ou au sol et dans des bâtiments ouverts ou fermés.

Les locaux de stockage des boues humides, et encore plus des boues sèches, font partie des locaux présentant les plus fortes concentrations de bioaérosols contenant des bactéries, des moisissures et des endotoxines.



Toutes les manipulations de boues dans un local doivent se faire à l'aide d'un engin dont la cabine est en surpression et munie d'un caisson filtrant les gaz et particules de l'air entrant (filtre H13 et charbon actif de type BK).



Les dispositifs de transfert de matières (vis, convoyeur...), participant à la formation de bioaérosols, doivent être capotés et munis d'un système d'aspiration avec rejet à l'extérieur



Si les boues déshydratées ou séchées sont déversées par un manchon vertical, celui-ci est équipé d'une jupe limitant la dispersion des aérosols. En complément, le local doit bénéficier d'une ventilation mécanique générale dont le renouvellement d'air assure une ambiance de travail saine.

2.5 SITUATIONS DE TRAVAIL

Certaines situations de travail retrouvées dans toute la station sont identifiées comme particulièrement exposantes aux bioaérosols, notamment l'usage du jet d'eau et les opérations de maintenance.

//// Usage du jet d'eau



Le jet d'eau est employé pour nettoyer des surfaces comme le sol, les murs, les équipements ou les machines. Le jet d'eau met en suspension dans l'air les micro-organismes et endotoxines présents sur les surfaces et dans l'eau. Le salarié utilisant le jet d'eau est alors exposé par projection sur la peau et les muqueuses (yeux, nez, lèvres), par ingestion de gouttelettes sur les lèvres et par inhalation de bioaérosols.

Le niveau d'exposition dépend du degré de salissure des surfaces nettoyées, de la qualité de l'eau (potable ou industrielle), de la pression



© Grégoire Maisonneuve

Usage du jet d'eau

du jet et de la durée de la tâche :

- les surfaces des stations d'épuration sont considérées comme très sales et contaminées,
- l'eau industrielle est contaminée,
- l'usage de la haute pression génère plus d'aérosols qu'un simple jet d'eau,
- un temps de nettoyage, même court, peut être fortement exposant.

Le salarié est exposé quand :

- il nettoie une surface sale, quelle que soit la qualité de l'eau,
- il utilise de l'eau industrielle, quelle que soit la propreté de la surface nettoyée.

Lors des opérations de nettoyage en station d'épuration, l'exposition est davantage liée à la contamination des surfaces qu'à celle de l'eau.

L'eau industrielle ne doit en aucun cas être utilisée pour le nettoyage des mains.

Pour limiter l'exposition du salarié, il convient de limiter l'usage du jet d'eau. Le nettoyage au jet ne doit pas être systématique. Un nettoyage préalable à la raclette ou à la pelle permet d'éliminer la plus grande partie des salissures, de réduire la durée du nettoyage au jet d'eau et le niveau d'exposition.

Pour une utilisation du jet d'eau de courte durée, la tenue de travail doit comporter des vêtements couvrants, des gants étanches, une

visière ou des lunettes-masques et un demi-masque jetable FFP2.

Pour les opérations de nettoyage prolongées (nettoyage de bassin...), le personnel doit porter des vêtements imperméables, des gants étanches et, pour améliorer le confort de l'utilisateur, un appareil de protection respiratoire à ventilation assistée TH2P ou TM1P.

JET D'EAU HAUTE PRESSION : SOLUTIONS DE PRÉVENTION

Certains milieux professionnels ont trouvé des solutions de nettoyage permettant de réduire l'exposition au jet d'eau haute pression ou de supprimer son usage.

*Par exemple, les entreprises nettoyant les coques de bateaux utilisent, pour les surfaces planes (même verticales), des **laveurs à jet d'eau haute pression capotés**, récupérant éventuellement les déchets et l'eau par aspiration.*

*Les secteurs du bâtiment, du bois et de la boulangerie utilisent des **aspirateurs industriels** ou centrales d'aspiration, dotés de filtre HEPA, pour éliminer les poussières sèches, colmatantes ou chaudes.*

Il existe également des appareils compatibles avec les zones ATEX.

////// Opérations de maintenance



L'air des bâtiments regroupant les dispositifs d'épuration peut être très chargé en bioaérosols, notamment dans les bâtiments abritant le traitement des boues. Tout personnel entrant dans ces bâtiments peut alors être exposé aux agents biologiques. Les mesures de protection collectives (capotage, ventilation...) permettent de limiter la pollution de l'air ambiant.

Des opérations de maintenance même banales (visser, changer un joint ou une sonde...) peuvent exposer aux agents biologiques, si elles sont effectuées dans des locaux pollués ou sur des appareils contaminés.



Si une opération de maintenance nécessite au préalable le nettoyage d'une surface limitée, il ne faut pas utiliser de soufflette, d'air comprimé ou la main pour chasser la poussière ou les matières contenant des agents biologiques. Ces derniers sont alors mis en suspension dans l'air et peuvent être inhalés par l'opérateur. Pour éviter cela, les surfaces des matériels sont nettoyées par aspiration ou à l'aide d'un tissu humide qui retient les poussières.

Si une opération de nettoyage d'une plus grande surface est nécessaire, il convient de limiter l'usage du jet d'eau (qui ne doit pas être systématique) et de suivre les mesures de protection décrites dans le paragraphe précédent.

De plus, pour protéger le personnel contre les risques biologiques et physiques (coupure, broyage...), les appareils en mouvement (dégrilleur, centrifugeuses...) doivent être impérativement consignés avant toute intervention (voir *Consignations et déconsignations*, ED 6109, INRS).

De façon générale, l'évaluation des risques faite avant toute intervention permet de définir les mesures de prévention des risques pour le personnel de maintenance entrant en contact avec du matériel contaminé.

Les entreprises extérieures intervenant en station d'épuration doivent être informées des risques biologiques encourus. Le plan de prévention rédigé avant toute intervention mentionne les risques et les mesures de prévention devant être appliquées (voir *Interventions d'entreprises extérieures*, ED 6155, INRS, juillet 2013).

Mesures de prévention générales

La fonction même des stations de traitement des eaux usées rend impossible l'élimination des agents biologiques et donc la suppression du risque biologique. La prévention de ce risque passe alors par des mesures impliquant la conception des ouvrages, la protection collective et individuelle, le respect des mesures d'hygiène, des règles de sécurité, une formation et une information des personnes intervenant sur le site.

La conception des stations d'épuration est une étape importante, au cours de laquelle sont choisis les procédés de traitement et les mesures de protection collective. Le niveau d'émission de bioaérosols d'un procédé doit faire partie des critères de choix. Les procédés émettant le moins de bioaérosols ou parfaitement capotés et ventilés exposent moins les salariés.

Lors de la conception, il est aussi important de tenir compte des opérations de nettoyage et de maintenance en prévoyant en particulier :

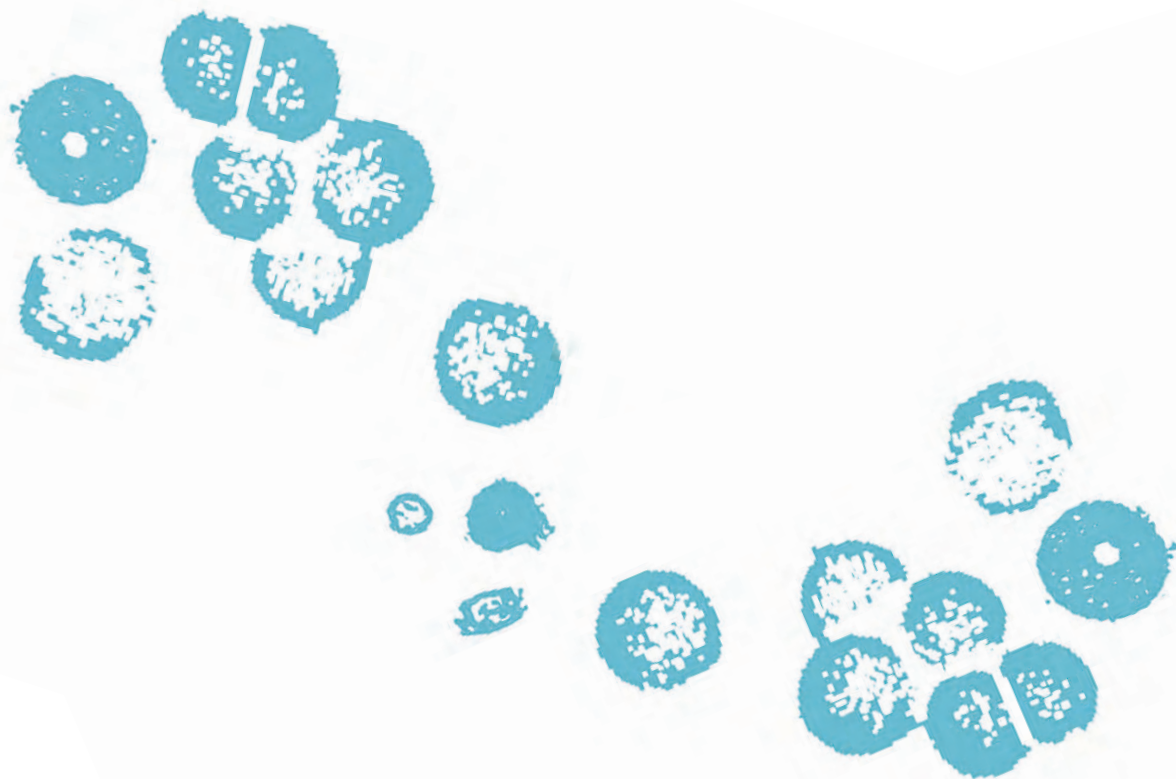
- des sols et équipements faciles à nettoyer,
- des dispositifs d'évacuation des eaux de lavage,
- un accès aisé aux appareils de nettoyage,
- des trappes de visites facilitant l'entretien des réseaux aérauliques.

3.1 PROTECTIONS COLLECTIVES

Les mesures de protection collective font appel à des moyens lourds (capotage, ventilation...) nécessitant d'être intégrés le plus en amont possible lors de la conception de l'installation. Ces mesures permettent de supprimer ou limiter l'exposition aux micro-organismes, à leurs toxines ou leurs composants (en particulier, les endotoxines) ainsi qu'aux polluants chimiques.

Des études ont montré qu'il y avait davantage de bioaérosols dans les locaux fermés. Il est donc important de capoter les équipements émettant des bioaérosols et d'aspirer l'air pollué à l'intérieur de ce capotage afin de le rejeter à l'extérieur. Un système de ventilation générale vient toujours en complément du système de captage des polluants à la source (voir annexe). Il faut s'assurer que le débit de ventilation générale soit suffisant pour assurer une atmosphère de travail saine (voir p. 24 « Atmosphère de travail saine »).

Les réseaux du système de ventilation générale doivent comporter des trappes de visites placées de façon à faciliter les opérations de diagnostic et de nettoyage des gaines. Ces réseaux aérauliques sont nettoyés régulièrement en se basant sur la perte de charge témoignant d'un empoussièrement (voir annexe).



Les ouvrages générant des bioaérosols et situés à l'air libre sont préférentiellement capotés mais ne nécessitent pas une aspiration de l'air pollué. Les éventuelles ouvertures du confinement sont pourvues de dévésiculeurs (pare-gouttelettes) limitant la dispersion des bioaérosols.

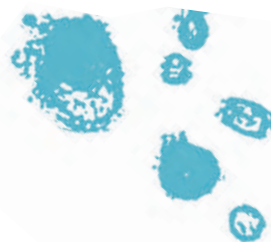
En cas de dysfonctionnement ou d'opération de maintenance, le personnel est amené à intervenir en ouvrant le capotage. Il faut alors suivre les procédures de consignation et évaluer la nécessité d'effectuer un nettoyage avant l'intervention du personnel qui portera des équipements de protection individuelle choisis selon le type d'exposition.

3.2 PROTECTIONS INDIVIDUELLES

L'employeur doit mettre à disposition du personnel des vêtements de travail et des équipements de protection individuelle (EPI) adaptés et doit pourvoir à leur entretien. Les EPI sont stockés dans des zones propres et sèches.

Les équipements de protection individuelle (gants, lunettes-masques, appareils de protection respiratoire...) sont choisis en fonction des risques encourus. Ils sont préconisés en complément des mesures de prévention collective (capotage, ventilation...) :

ATMOSPHERE DE TRAVAIL SAIN



La qualité de l'atmosphère est évaluée en fonction des polluants biologiques et chimiques. Pour les polluants chimiques comme l'ammoniac, le H_2S , les poussières inhalables sans effet spécifique, il existe des valeurs limites d'exposition (voir Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, INRS). En revanche, il n'existe aucune valeur limite d'exposition pour les agents biologiques. Toutefois, la quantification des endotoxines est un indicateur de la pollution biologique. En effet, il a été montré que le personnel pouvait être exposé à de fortes concentrations d'endotoxines en travaillant dans des locaux équipés de systèmes de ventilation insuffisants. Ce paramètre est d'autant plus important à connaître qu'un local présentant une concentration de poussières à effet non spécifique inférieure à la valeur réglementaire de 10 mg/m^3 (fraction inhalable) peut tout de même présenter une forte concentration en endotoxines.

– les tâches en station nécessitent souvent la manipulation de pièces mécaniques ou d'objets pouvant être contaminés. Les mains sont protégées par des **gants étanches** (pour éviter la contamination) et résistants aux coupures,

– des **lunettes-masques** sont portées pour se prémunir des projections, par exemple lors de prélèvements d'eau dans les bassins, ou lors de l'utilisation du jet d'eau,

– les **demi-masques jetables FFP 2** sont portés en présence de bioaérosols, pour des opérations exceptionnelles et de courtes durées, lors de travaux particulièrement exposant ou dans des locaux contaminés (*figure 2*). La filtration anti-particules est complétée d'une filtration anti-gaz selon les cas. Afin d'améliorer le confort de l'utilisateur, lors de tâches longues ou nécessitant un effort physique important, des appareils de protection respiratoire à ventilation assistée (cagoules, casques ou masques complets) peuvent être préconisés.

Après chaque utilisation, les EPI réutilisables (lunettes-masques, appareil de protection respiratoire, gants) sont nettoyés selon les consignes du fabricant, puis stockés dans un endroit propre et sec. Les gants sont lavés, alors qu'ils sont encore portés par l'opérateur, en suivant la procédure de lavage des mains (voir ci-contre « Procédure de lavage des mains »). Les gants sont ensuite ôtés et mis à sécher, suspendus par la manchette. L'opérateur se lave les mains après avoir nettoyé les EPI.



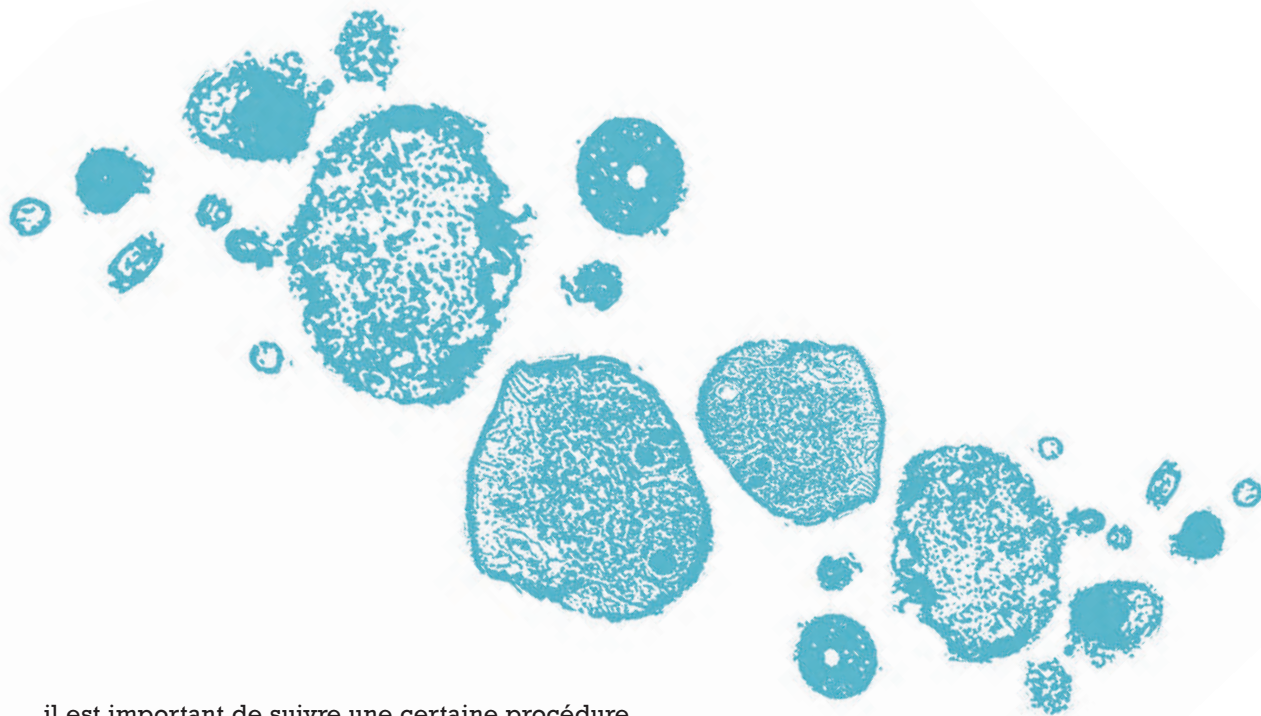
PROCÉDURE DE LAVAGE DES MAINS

- *Mouiller les mains et les poignets.*
- *Appliquer une dose de savon liquide (un savon antiseptique n'est pas nécessaire).*
- *Faire mousser, pendant 15 secondes, en massant les mains et en insistant sur les espaces entre les doigts, le pourtour des ongles, la pulpe des doigts, sans oublier les pouces.*
- *Rincer.*
- *Sécher avec du papier essuie-mains à usage unique.*
- *Fermer le robinet avec l'essuie-mains si le lave-mains n'est pas à déclenchement non manuel.*
- *Jeter l'essuie-mains dans la poubelle sans la toucher avec la main.*

3.3 MESURES D'HYGIÈNE

Le respect des mesures d'hygiène permet de limiter la contamination du personnel. Ces mesures sont simples et doivent être connues et appliquées par le personnel (voir p. 26 « Mesures d'hygiène »).

Les opérateurs doivent se laver les mains avant d'aller manger, avant et après être allés aux toilettes, après le nettoyage des EPI, avant de quitter leur travail. Pour que le lavage soit efficace,



il est important de suivre une certaine procédure (voir p. 25 « Procédure de lavage des mains »).

Des lave-mains doivent être installés non loin des locaux exposant fortement le personnel. Ils doivent, de préférence, fonctionner par déclenchement non manuel, être munis de savon liquide, d'essuie-mains en papier et d'une corbeille.

De plus, il est fortement recommandé aux opérateurs de prendre une douche et de se changer avant de quitter leur lieu de travail. À cet effet, les locaux sanitaires (toilettes, lave-mains, douches) doivent être maintenus en état et nettoyés plusieurs fois par semaine.

Par ailleurs, pour éviter tout risque de surinfection, les plaies, même minimes, doivent être nettoyées, désinfectées et couvertes par un pansement imperméable et des gants avant la reprise du travail. Les pharmacies de la station et des véhicules doivent donc être approvisionnées en conséquence.

Les vêtements portés sur le lieu de travail ne doivent jamais être rapportés au domicile, pour éviter de contaminer les membres de la famille. Pour éviter la contamination des vêtements de ville par les vêtements de travail, les tenues sont rangées dans des vestiaires séparés. L'opérateur peut disposer de deux armoires ou d'une armoire comprenant deux compartiments distincts.

Le personnel itinérant doit, autant que faire se peut, retourner sur un site lui permettant de se changer et de prendre une douche avant

MESURES D'HYGIÈNE

- Éviter de porter ses mains à la bouche, au nez, aux yeux et aux oreilles.
- Éviter de porter des objets à la bouche.
- Utiliser uniquement des mouchoirs jetables.
- Couvrir les plaies, même minimes.
- Se laver les mains avec du savon :
 - avant de manger, boire, fumer,
 - avant et après être allé aux toilettes,
 - après avoir nettoyé les EPI réutilisables,
 - après avoir ôté ses gants,
 - après avoir ôté sa tenue de travail.
- Se doucher avant de quitter son lieu de travail.

de rentrer chez lui, afin d'éviter de contaminer son entourage familial. À défaut, son véhicule comportera deux compartiments séparant les vêtements de travail des vêtements de ville. Un savon liquide, un jerrican d'eau, des essuie-mains jetables et une poubelle doivent être prévus afin que le personnel puisse se laver les mains avant de reprendre la route. De plus, pour éviter la contamination de l'habitacle du véhicule, le personnel doit ôter ses gants avant d'entrer dans le véhicule et les sièges peuvent être protégés par une housse plastique. Cette housse doit être présente lorsque le personnel porte ses vêtements de travail et doit être ôtée et jetée lorsque le personnel est en tenue de ville.

3.4 FORMATION ET INFORMATION DU PERSONNEL

Le personnel doit être informé et formé sur les risques encourus lors de ses activités, sur les mesures de protection (rôles du confinement, de la ventilation, des EPI), sur les consignes de sécurité et sur les mesures d'hygiène.

La procédure de lavage des mains doit être enseignée lors de sessions de formation et affichée près des points d'eau.

Les consignes de sécurité, les conduites à tenir en cas d'accident et les mesures d'hygiène doivent être affichées de façon visible.

CONDUITE À TENIR EN CAS DE BLESSURE OU DE PROJECTION

- *Faire les premiers soins.*
- *En cas de piqûre, blessure ou contact avec une peau lésée :*
 - *ne pas faire saigner (en cas de piqûre et blessure),*
 - *nettoyer immédiatement la zone lésée à l'eau et au savon puis rincer,*
 - *désinfecter avec un dérivé du chlore (Dakin ou eau de Javel 9° dilué au 1/5), ou polyvidone iodée en solution dermique ou, à défaut, alcool à 70° (au moins 5 minutes).*
- *En cas de projection sur les muqueuses et les yeux : rincer abondamment à l'eau (5 minutes).*
- *Si nécessaire, prévenir les secours.*
- *Selon le cas, contacter le médecin traitant ou le médecin du travail qui évalue le risque infectieux et qui informe sur les éventuels traitements à suivre. Selon la gravité et la procédure en vigueur dans l'établissement, remplir le registre des accidents bénins ou faire une déclaration d'accident du travail.*

Conclusion

Les micro-organismes, leurs toxines ou composants (en particulier, les endotoxines) sont présents dans l'eau, les boues, sur les surfaces et dans l'air. Le personnel peut y être exposé tout au long du procédé de traitement des eaux et des boues. Les mesures de prévention passent par une meilleure conception des installations, privilégiant le confinement, l'aspiration des polluants à la source et la ventilation générale des locaux. Une attention particulière doit être portée aux installations de traitement et de stockage des boues, qui génèrent de nombreux bioaérosols, ainsi qu'aux opérations de nettoyage et de maintenance.

Assainissement de l'air et ventilation

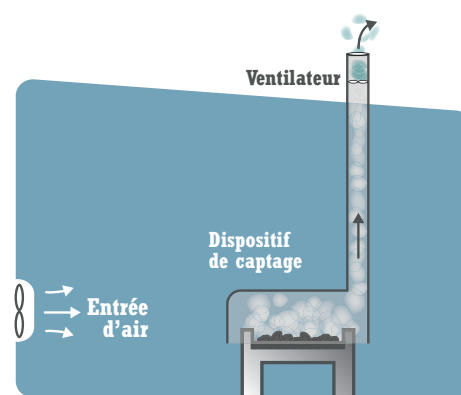
Les bâtiments des stations d'épuration abritent des procédés générant des polluants chimiques et biologiques, dont il faut limiter la dispersion pour la sécurité des salariés présents dans le local.

La première mesure, prise lors de la conception de la station, consiste à choisir des procédés non polluants (sècheur hermétique, convoyeur capoté...). Lorsque cela est techniquement impossible, l'ambiance de travail est assainie au moyen de deux techniques de ventilation avec, par ordre de priorité :

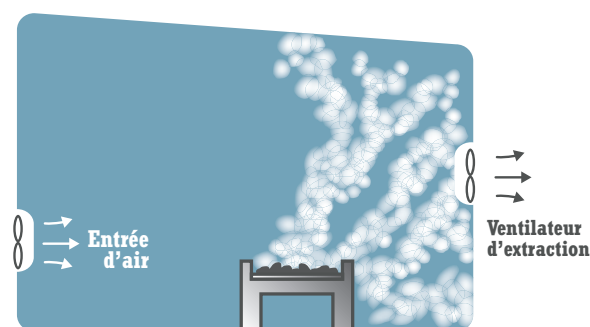
- la **ventilation locale, ou ventilation par aspiration localisée** : elle capte le polluant au plus près de sa source d'émission et le rejette à l'extérieur avant qu'il ne se disperse dans tout le local. Pour les locaux à pollution spécifique, comme c'est le cas des bâtiments abritant des procédés d'épuration des eaux usées, on recherche toujours une solution de ventilation locale (figure 3),
- la **ventilation générale** : elle dilue le polluant, par un apport d'air neuf, avant de l'extraire du local (figure 3).

Dans les deux cas, il est nécessaire de compenser les sorties d'air véhiculant les polluants par des entrées d'air neuf en quantité équivalente.

Le rejet de l'air pollué à l'extérieur des locaux nécessite une étude approfondie de la configuration générale du bâtiment et de son environnement, de manière à éviter de polluer l'environnement et de réintroduire les polluants. De plus, la qualité de l'air rejeté à l'extérieur doit

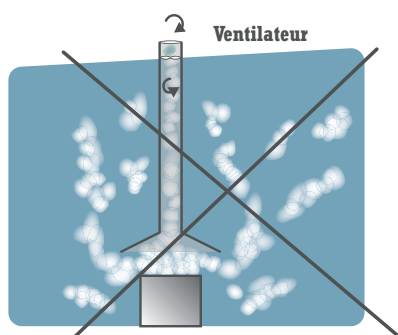


Ventilation locale : assainissement par captage des polluants

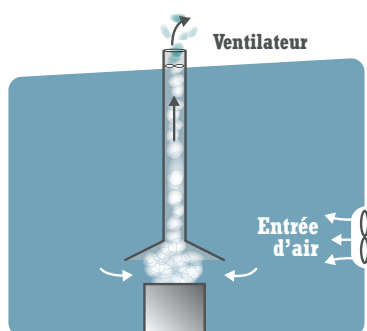


Ventilation générale : dispersion des polluants

figure 3 DEUX PRINCIPAUX TYPES DE VENTILATION.



*Sans apport d'air de compensation,
le ventilateur met en dépression le local
et n'extrait pas les polluants*



*Avec un apport d'air de compensation,
le ventilateur crée un mouvement
d'extraction des polluants*

figure 4 NÉCESSITÉ DE L'APPORT
D'AIR NEUF AVEC UNE
VENTILATION LOCALE

être conforme à la réglementation sur l'environnement. En station d'épuration, l'air pollué rejeté du bâtiment est traité pour éliminer les polluants chimiques et biologiques.

////// Ventilation locale

La ventilation locale maintient les polluants dans un volume aussi faible que possible et les évacue. Ce système de captage demande un débit d'air beaucoup plus faible que l'installation de ventilation générale, d'où des gains sur les coûts d'investissement, de fonctionnement et de chauffage.

La ventilation locale repose sur les principes suivants :

- envelopper au maximum la zone de production de polluants,
- capter au plus près de la zone d'émission,
- placer le dispositif d'aspiration de manière que l'opérateur ne soit pas entre celui-ci et la source de pollution,
- utiliser les mouvements naturels des polluants,
- induire une vitesse d'air suffisante (au minimum 0,3 m/s au point de captage),
- répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage,
- compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes (figure 4),
- éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique,
- rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf.

///// Ventilation générale

La ventilation générale diminue la concentration de polluant mais ne réduit pas la quantité totale de polluant libéré dans le local. Pour cette raison, il est préférable de n'utiliser la ventilation générale qu'en complément de la ventilation locale, notamment pour assurer un minimum d'air neuf dans le local et pour diluer les polluants non captés par la ventilation locale.

La ventilation générale nécessite de positionner convenablement les ouvertures d'entrée et de sortie de l'air, de façon à :

- tendre vers un écoulement général des zones propres vers les zones polluées,
- essayer de faire passer le maximum d'air dans les zones polluées,
- éviter que les travailleurs ne soient placés entre les sources et l'extraction,
- utiliser les mouvements naturels des polluants, en particulier l'effet ascensionnel des gaz chauds qui peuvent entraîner les fines poussières.

///// POUR EN SAVOIR PLUS SUR LA VENTILATION

*De nombreux guides pratiques de ventilation sont disponibles sur le site www.inrs.fr, en particulier : **Principes généraux de ventilation (ED 695) et Usines de dépollution des eaux résiduaires et ouvrages d'assainissement (ED 820).***

///// Contrôle d'une installation de ventilation

Une installation de ventilation est contrôlée lors de sa mise en route (essais de garantie). Cela permet notamment de consigner les valeurs qui serviront de référence lors des contrôles effectués ultérieurement pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation.

En effet, une diminution de la pression statique (ou perte de charge), par rapport à la valeur de référence, permet de diagnostiquer un dysfonctionnement qui peut être dû à :

- une réduction des performances du ventilateur,
- une réduction des sections de passage de l'air par dépôts dans les conduits avant le point de mesure,
- la mise en place de nouveaux points d'aspiration ou des changements dans la position des registres d'équilibrage.

Pour faciliter les opérations de contrôle et de nettoyage des réseaux aérauliques, des trappes de visites sont placées :

- de façon à être facilement accessibles au personnel,
- à des distances les unes des autres compatibles avec les procédés de contrôle ou de nettoyage.

Le personnel intervenant lors de ces opérations est exposé aux polluants chimiques et biologiques. Il portera des vêtements couvrants, des gants, des lunettes-masques, un appareil de protection respiratoire muni d'un filtre combiné anti-particules (P2) et anti-gaz (selon les gaz identifiés).



Références



- [1] Becquart P. – Stations d'épuration : mythe ou réalité ? *Biofutur* 230, 2003.
- [2] Avis de l'Anses – Risques sanitaires liés à la présence de virus *Influenza* aviaires dans les eaux. Évaluation des risques pour la population générale et les travailleurs liés à la présence de virus *Influenza* aviaires hautement pathogènes de sous-type H5N1 ou d'un virus pandémique dérivé de ce sous-type dans divers effluents aqueux et eaux de surface, *Février 2007*.
- [3] Lidwien A. M. et al. – Endotoxin exposure and symptoms in wastewater treatment workers. *American journal of industrial medicine*. 48 : 30-39, 2005.
- [4] Gregersen P. et al. – Pontiac fever at a sewage treatment plant in the food industry. *Scand. J. Work Environ. Health*. 25 (3) : 291-295, 1999.
- [5] Abadia G. et al. – Risques microbiologiques en stations d'épuration. *Documents pour le médecin du travail*. 67 : 245-253, 1996.
- [6] Rylander R. – Health effects among workers in sewage treatment plants. *Occ. Environ. Med.* 56 : 354-357, 1999.
- [7] Trethewy R. and Winder C. – Two cases of cellulitis in sewage plant contractors. *J. Occup. Health Safety*. 19 (3) : 263-269, 2003.



Services Prévention des Carsat et des Cram

Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@carsat-am.fr
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat.aquitaine.fr

Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

Carsat CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrilles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
37 avenue du président René Coty
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr
www.carsat-lr.fr

Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
documentation.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

Le personnel travaillant en station d'épuration des eaux usées est exposé à des micro-organismes, leurs toxines et composants (en particulier les endotoxines) présents dans les eaux usées, les boues, sur les surfaces et dans l'air. Après un rappel sur les micro-organismes et la façon dont le personnel peut être exposé, ce document décrit les différentes mesures de prévention des risques biologiques à chaque étape du procédé d'épuration. Ces mesures touchent la conception des ouvrages, la protection collective et individuelle (hors surveillance médicale), les mesures d'hygiène, la formation et l'information des personnes intervenant sur le site.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
www.inrs.fr • e-mail: info@inrs.fr

Édition INRS ED 6152

1^{re} édition • avril 2013 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2076-8