

## Dossier

# LES RISQUES BIOLOGIQUES AU TRAVAIL

❶ De l'évaluation des risques  
à la prévention

P. 24

❸ Comment appréhender les  
risques infectieux dans le secteur  
de l'aide et soin à domicile ?

P. 34

❺ Exposition aux bioaérosols dans  
les centres de tri des déchets  
ménagères recyclables

P. 43

❷ Points essentiels de la  
réglementation du travail liée aux  
risques biologiques

P. 29

❹ Les méthodes disponibles pour  
la mesure des bioaérosols  
au poste de travail

P. 38

❻ La prévention des risques  
biologiques, un apprentissage  
à la source

P. 51

Les agents biologiques, qui regroupent les bactéries, les champignons microscopiques, les virus et les parasites, sont présents dans de nombreux secteurs d'activité. Au contact des travailleurs, certains de ces agents peuvent être à l'origine de maladies. Après avoir présenté les connaissances actuelles sur les risques biologiques au travail et les mesures de prévention à mettre en œuvre, ce dossier aborde la question des risques infectieux dans le secteur de l'aide et du soin à domicile. Il présente ensuite les méthodes disponibles pour mesurer les expositions des travailleurs aux bioaérosols, ainsi que les outils de formation à la prévention de ces risques, et fait un point complet sur la réglementation actuelle. Il expose également un retour d'expérience sur une campagne de mesures des bioaérosols dans les centres de tri des ordures ménagères.

**BIOLOGICAL AGENTS IN THE WORKPLACE** - *Biological agents, which include bacteria, microscopic fungi, viruses and parasites, are present in many sectors of activity. When in contact with workers, some of these agents can cause diseases. After presenting the current knowledge on the biological risks at work and the preventive measures to be implemented, this file addresses the question of the infectious risks in the sector of the aid and home care. It then presents the methods available for measuring workers' exposure to bioaerosols, as well as the training tools for the prevention of these risks, and gives a complete update on current regulations. It also shows experience feedback on a bioaerosol measurement campaign in waste sorting centers.*



# DE L'ÉVALUATION DES RISQUES À LA PRÉVENTION

**Bactéries, champignons, virus... Les agents biologiques sont nombreux et variés, et peuvent être à l'origine d'infections, d'intoxications, d'allergies voire de cancers. En milieu professionnel, les « réservoirs » d'agents biologiques sont présents dans de nombreuses activités : santé, agriculture, agroalimentaire, environnement... Afin de mettre en place les mesures de prévention adaptées, l'évaluation des risques nécessite de repérer ces réservoirs, puis d'étudier la possibilité d'une transmission dans le milieu de travail.**

---

ISABELLE  
BALTY,  
INRS,  
département  
Expertise  
et conseil  
technique,

---

MARIE-  
CÉCILE  
BAYEUX-  
DUNGLAS,  
INRS,  
département  
Études et  
assistance  
médicales

---

**L**es agents biologiques regroupent les bactéries, les champignons microscopiques, les virus et les parasites. Ils sont présents chez les êtres vivants (êtres humains, animaux, plantes) et dans l'environnement (eaux, sols). Ce sont eux-mêmes des êtres vivants. Chacun dispose de caractéristiques spécifiques, lui permettant de se développer chez certains hôtes ou dans certains milieux.

Il existe une multitude d'agents biologiques, qui peuvent être rencontrés dans tout type d'environnement. La plupart d'entre eux ne sont pas pathogènes pour l'homme. Ils assurent d'ailleurs des fonctions indispensables. Ainsi, par exemple, la flore intestinale, composée de nombreuses bactéries, a un rôle essentiel dans la digestion. Par ailleurs, ils sont utilisés par l'homme pour la production de denrées alimentaires (pain, fromages...) et pour la production par voie biotechnologique dans les secteurs pharmaceutique, agroalimentaire, de la chimie fine, de l'énergie...

Certains agents biologiques peuvent être à l'origine de maladies. En santé au travail, on s'intéresse aux activités pouvant conduire à exposer des travailleurs à ces agents dits pathogènes. Les agents biologiques pathogènes sont définis par le Code du travail (art. R. 4421)<sup>1</sup> comme les micro-organismes (y compris les micro-organismes génétiquement modifiés), les cultures cellulaires et les endoparasites humains susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication.

## Les effets sur la santé

On distingue quatre types de risques pouvant résulter d'une exposition à des agents biologiques pathogènes : les risques infectieux (les plus fréquents), toxiques, allergiques et cancérogènes.

### Les risques infectieux

Les pathologies infectieuses sont les mieux connues. Elles résultent de la pénétration et de la multipli-

cation d'un agent infectieux dans le corps. Selon l'agent biologique considéré, les voies de pénétration peuvent être la peau, les muqueuses (yeux, nez, bouche), les voies respiratoire ou digestive.

Le pouvoir pathogène d'un agent biologique varie selon l'espèce. Ainsi, un agent infectieux donné peut être pathogène uniquement pour certaines espèces animales (par exemple, la fièvre aphteuse chez les bovins, caprins, ovins) ou pour l'homme (par exemple, la coqueluche, la varicelle...). D'autres agents infectieux sont pathogènes à la fois pour l'homme et l'animal (par exemple, la brucellose chez les ruminants et l'homme).

Selon les infections :

- le délai d'apparition des symptômes peut se compter en heures, jours ou mois après la contamination ;
- les manifestations sont variées (lésion cutanée, pneumonie, hépatite...) ;
- la gravité de la maladie est variable (de la fièvre asymptomatique à des complications cardiaques ou pulmonaires..., voire au décès).

Par ailleurs, certaines infections peuvent perturber le bon déroulement ou l'issue d'une grossesse (avortement, prématurité, malformation...), comme la fièvre Q, la rubéole ou la toxoplasmose.

Enfin, l'état immunitaire de la personne exposée joue également un rôle dans l'apparition ou non de la maladie. Par exemple, un antécédent de maladie infectieuse immunisante, ou la vaccination, peuvent éviter le développement de certaines infections. À l'inverse, certaines situations sont susceptibles d'entraîner une baisse de l'immunité, comme certains traitements immunosuppresseurs donnés après une greffe d'organe ou pour des maladies auto-immunes, une chimiothérapie anti-cancéreuse... Cela a pour conséquence une plus grande réceptivité à l'infection, permettant parfois le développement d'une infection par un agent biologique habituellement non pathogène.

La réglementation du travail classe les agents biologiques, en fonction de leur risque infectieux, en quatre groupes de pathogénicité croissante de 1 à 4 (article R. 4421-3 du Code du travail)<sup>1</sup>. Ce classement tient compte de la pathogénicité chez l'homme, du danger pour les travailleurs, des possibilités de propagation dans la collectivité, et de l'existence d'une prophylaxie (prévention technique ou médicale) ou d'un traitement (Cf. Tableau 1).

De ce classement, qui est un outil d'aide à l'évaluation des risques, vont découler des obligations ou des recommandations à mettre en œuvre pour l'utilisation de ces agents biologiques ou le travail en leur présence.

L'arrêté du 18 juillet 1994 modifié fixe la liste des agents biologiques pathogènes des groupes 2, 3 et 4. Il n'existe pas de liste des agents du groupe 1.

Certains agents biologiques du groupe 3 sont marqués d'un astérisque. Cela signifie qu'ils ne sont normalement pas transmissibles par voie aérienne. Dans ce cas, l'évaluation des risques peut conduire à un assouplissement d'une partie des règles de prévention associées aux agents du groupe 3. Une lettre T signale les bactéries susceptibles de produire des toxines. En effet, les pathologies provoquées par certains agents infectieux sont dues à la production d'exotoxines (par exemples, le tétanos, la diphtérie). La lettre V signifie qu'un vaccin efficace était disponible à la date de parution de l'arrêté. Ces vaccins peuvent toutefois avoir été abandonnés depuis (par exemple, le vaccin contre la variole), ou être accessibles uniquement à certaines catégories de personnes, ou dans des centres de vaccination spécialisés (par exemple, le vaccin contre la fièvre jaune).

### Les risques toxiques

Les endotoxines sont des constituants de la paroi de bactéries dites « à Gram négatif », présentes notamment dans les eaux usées, le compost, les ordures

ménagères... Les endotoxines sont libérées lors de la division cellulaire et lors de la mort des bactéries et persistent longtemps dans l'environnement. Lorsqu'elles sont inhalées, elles peuvent provoquer des pathologies :

- fièvre passagère, accompagnée de courbatures ressemblant à un début d'état grippal appelé syndrome toxique des poussières organiques (ODTS, pour : *Organic dust toxic syndrom*) faisant suite à une exposition massive à des endotoxines ;
- atteinte broncho-pulmonaire pouvant devenir chronique (évolution possible vers une insuffisance respiratoire), lors d'expositions répétées aux endotoxines.

D'autres toxines, les mycotoxines, sont produites par quelques moisissures, dans certaines conditions d'humidité et de température et sur certains substrats (céréales, épices...). Leurs effets par ingestion d'aliments contaminés sont bien connus : certaines sont toxiques pour le foie, d'autres pour le rein, plusieurs pour le système nerveux et le système immunitaire; enfin, certaines mycotoxines sont classées cancérogènes par le Centre international de recherche contre le cancer (Circ). Leur pathogénicité lors d'une exposition cutanée ou respiratoire en milieu professionnel n'a jusqu'à présent pas été démontrée. Une étude de biométrie est en cours à l'INRS pour évaluer la cinétique d'élimination de certaines mycotoxines chez les travailleurs de plusieurs secteurs, comme la fabrication d'aliments pour le bétail et le stockage de céréales.

### Les risques allergiques

Les allergies résultent d'une réaction inadaptée des défenses immunitaires à la suite de la rencontre avec un allergène. Un agent biologique peut être à l'origine de manifestations allergiques. C'est le cas, par exemple, de certaines moisissures ou bactéries actinomycètes, lorsqu'elles pénètrent dans les voies

GROUPE	PATHOGÉNICITÉ CHEZ L'HOMME	DANGER POUR LES TRAVAILLEURS	PROPAGATION DANS LA COLLECTIVITÉ	EXISTENCE D'UNE PROPHYLAXIE ET/OU D'UN TRAITEMENT EFFICACE	EXEMPLES DE MALADIES INFECTIEUSES
1	Non	–	–	NA	–
2	Oui	Oui	Peu probable	Oui	Coqueluche Grippe Légionellose
3	Oui	Oui	Possible	Oui	Tuberculose Hépatite B Brucellose
4	Oui	Oui	Risque élevé	Non	Variole Maladie à virus Ebola

↑ **TABEAU 1** Classification des agents biologiques par groupe de danger (pour le risque infectieux).



respiratoires. Cela se manifeste le plus souvent par une rhinite, un asthme ou une pneumopathie d'hyposensibilité (atteinte du tissu pulmonaire).

Le seuil de déclenchement de ces effets est très variable d'un individu à l'autre et, pour un même individu, ce seuil peut varier au cours du temps. Dans la liste de l'arrêté du 18 juillet 1994 modifié, les agents biologiques concernés par des effets allergisants sont signalés par la lettre A. Ce sont essentiellement des champignons.

### Les risques cancérogènes

La liste de l'Union européenne des agents cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction concerne uniquement les agents chimiques et ne comporte donc aucun agent biologique ou produit d'agent biologique. En revanche, certains agents biologiques et toxines sont classés par le CIRC. Certains virus (papillomavirus...) et certaines mycotoxines

(aflatoxines) peuvent provoquer des cancers. Les modes de contamination de ces agents cancérigènes ne sont habituellement pas rencontrés lors des situations observées en milieu professionnel. Ainsi, les cancers du foie en rapport avec des aflatoxines sont liés à l'ingestion d'aliments contaminés, les cancers du col de l'utérus dus aux papillomavirus sont en rapport avec une transmission par voie sexuelle.

Par ailleurs, il est connu que certaines infections peuvent provoquer un cancer. Ainsi, une infection chronique par le virus de l'hépatite B peut évoluer vers un cancer du foie.

### Les secteurs d'activité les plus concernés

Les agents biologiques sont présents chez les humains, les animaux, les plantes et dans tout environnement dans lequel ils trouvent les conditions nécessaires à leur prolifération ou leur survie.

Les activités professionnelles pour lesquelles une exposition est possible, sont celles qui permettent une transmission d'agents biologiques à partir de ces « réservoirs ». Les situations de travail sont nombreuses et diverses (Cf. Tableau 2). Certaines relèvent de l'utilisation délibérée d'un agent biologique, essentiellement à des fins de recherche ou de production de molécules d'intérêt. Mais, le plus souvent, il s'agit de situations pouvant exposer à des réservoirs susceptibles de contenir des agents biologiques.

### L'évaluation des risques biologiques

La démarche consiste, en premier lieu, à rechercher si le travailleur est en présence d'un « réservoir » d'agents biologiques potentiellement dangereux. Ensuite, il convient de repérer les activités de travail pouvant l'exposer aux agents contenus dans ce réservoir. En milieu professionnel, l'exposition à des agents biologiques peut se faire :

- par voie respiratoire ;
- par contact avec la peau ou les muqueuses ;
- par inoculation (piqûre, coupure, morsure ou piqûre d'insecte) ;
- par voie digestive, en portant les mains ou un objet à la bouche ou à la suite d'une projection sur la bouche.

Il n'y a risque de transmission d'un agent biologique pathogène que si l'exposition identifiée est compatible avec le mode de transmission habituel de l'agent. Ainsi, par exemple, en milieu de soins, pour être contaminé par un patient atteint de tuberculose pulmonaire, il faut inhaler les gouttelettes qu'il émet lors de la toux : on parle de transmission par voie respiratoire, seul mode de transmission de cette maladie. S'agissant d'un patient atteint de gale, la voie de transmission est différente : elle nécessite un contact cutané prolongé.

Les déchets ménagers recyclables constituent un réservoir dans lequel se développent des moisissures.

↓ TABLEAU 2 : Principaux réservoirs et secteurs professionnels concernés par les risques biologiques.

RÉSERVOIRS D'AGENTS BIOLOGIQUES	EXEMPLES DE SECTEURS PROFESSIONNELS CONCERNÉS
Homme ou produit biologique d'origine humaine	- Soins en établissement ou à domicile
	- Laboratoires de biologie médicale
	- Thanatopraxie
	- Services à la personne
	- Petite enfance
Animaux ou produits d'origine animale	- Élevage, soins vétérinaires
	- Abattoirs
	- Centres d'équarrissage
	- Animaleries
Végétaux	- Métiers de la forêt et de la nature
	- Agriculture
Aliments	- Industries des fibres végétales (coton, lin,...)
	- Transformation de produits animaux ou végétaux (viande, poisson, œufs, lait, fruits, céréales...)
	- Charcuterie-salaisons, affinage de fromages, (utilisation de moisissures)
Déchets	- Collecte, tri et transformation de déchets organiques
Eaux usées	- Égouts, stations d'épuration
Utilisation délibérée d'agents biologiques	- Laboratoires de recherche - Industries de biotechnologie (production de vaccins, de biocarburants...)

NB : dans tous les secteurs mentionnés ci-dessus :

- Nettoyage (tous secteurs d'activité) ;
- Maintenance (maintenance d'automates de laboratoires, travaux d'électricité ou de plomberie en zones à risques...)

sure, des bactéries et où des endotoxines peuvent être présentes en quantité. Plusieurs modes de transmission sont possibles. Lors de leur manipulation, des poussières contaminées sont dispersées dans l'air et peuvent être inhalées par les travailleurs. Les mains contaminées portées à la bouche constituent également un mode possible de transmission par ingestion. Par ailleurs, des objets piquants ou coupants (aiguilles de seringue...) susceptibles d'être contaminés par des agents infectieux (virus de l'hépatite B...) peuvent se retrouver dans des déchets et entraîner un risque en cas de piqûre.

Toutes les situations de travail qui pourraient conduire à une contamination par inhalation, contact avec la peau ou les muqueuses, inoculation ou ingestion, doivent être prises en considération.

La démarche d'évaluation des risques biologiques est avant tout qualitative. En ce qui concerne le risque infectieux, il peut parfois suffire d'une exposition ponctuelle pour contracter une infection. De ce fait, la quantification des agents biologiques infectieux dans l'air des locaux de travail ne présente pas d'intérêt pour évaluer ce risque.

Néanmoins, la métrologie, notamment celle des bioaérosols, est parfois utilisée dans certains secteurs d'activité pour évaluer l'exposition par voie respiratoire à des endotoxines, des bactéries ou des moisissures. L'absence de valeur limite d'exposition professionnelle aux agents biologiques rend toutefois difficile l'interprétation des résultats de ces mesures. Néanmoins, pour les endotoxines, le réseau Assurance maladie – Risques professionnels propose des valeurs guides pour aider à cette interprétation. Enfin, le suivi en santé au travail des salariés permet de repérer les facteurs individuels qui interviennent dans le risque de développer une infection (antécédent de maladie infectieuse immunisante, vaccination, diminution des défenses immunitaires...).

## La prévention des risques biologiques

Les principes de prévention des risques biologiques sont détaillés dans le Code du travail (art. R. 4421-1 à R. 4427-5)<sup>1</sup>. La prévention doit être intégrée le plus en amont possible dès la conception des lieux et des situations de travail et lors de la mise en place des procédures de travail, en intervenant sur les mesures d'organisation du travail, sur la mise en place de moyens de protections collectives et la mise à disposition d'équipements de protection individuelle. Elle comporte également des étapes d'information et de formation du personnel.

Comme pour tous les risques professionnels, les mesures de prévention sont en priorité techniques et collectives. Il convient, en premier lieu, d'agir au niveau du réservoir, si possible pour le supprimer ou pour limiter la prolifération des agents biologiques. Par exemple, le nettoyage régulier des locaux permet de limiter la prolifération des micro-organismes. Dans



© Gaël Kerbaol/INRS

Dans de nombreux secteurs, les travailleurs peuvent être exposés au risque biologique.

certain milieux professionnels (laboratoire, chambre de patient...), la désinfection peut s'avérer nécessaire. La dératisation et la désinsectisation des locaux suppriment le risque de maladies transmissibles par ces animaux. La réduction des délais de traitement des déchets permet de limiter la prolifération des bactéries et moisissures. Une gestion adaptée des fluides industriels aqueux ou des huiles de coupe réduit le risque de colonisation par des micro-organismes. La prévention consiste également à limiter l'exposition en fonction des modes de transmission des agents biologiques pathogènes potentiellement présents. Concernant le risque par inhalation, la prévention aura pour objectif de réduire la quantité de poussières ou de gouttelettes contaminées dans l'air des locaux de travail, notamment en limitant l'usage des jets d'eau à haute pression et des soufflettes, ou bien en installant des dispositifs de captage et de ventilation. Par exemple, de tels dispositifs peuvent être mis en place aux postes de tri des déchets issus des ménages, aux postes d'accrochage des volailles en abattoir, au niveau des filtres presses ou des convoyeurs en station d'épuration d'eaux usées. Il est possible d'utiliser des enceintes de travail en dépression (PSM<sup>2</sup>) dans les laboratoires de biologie. Pour ce qui est du risque de transmission par contact, la mécanisation de certaines tâches peut éviter la manipulation de réservoirs contaminés, comme dans le cas de l'utilisation d'un camion d'équarrissage équipé d'un grappin, pour la collecte des animaux morts sur les lieux d'élevage.

Les risques infectieux encourus à la suite de l'inoculation par piqûre avec des seringues peuvent être prévenus par l'utilisation de matériels de sécurité : seringue à aiguille rétractable dans les activités de soins, pince pour ramasser les seringues abandonnées dans les parcs et jardins, utilisation de conteneurs spécifiques pour les DASRI<sup>3</sup>...

Si les mesures de protection collective ne suffisent pas, il convient alors de recourir à des équipements de protection individuelle adaptés au contexte professionnel : gants, vêtements de protection, lunettes, appareils de protection respiratoire, en fonction des voies de transmission des agents biologiques pathogènes susceptibles d'être présents.

Dans tous les cas, face à un réservoir d'agents biologiques, les mesures d'hygiène sont indispensables





ENCADRÉ

**PRINCIPALES MESURES D'HYGIÈNE FACE AUX RISQUES BIOLOGIQUES**

- Porter sa tenue de travail.
- Se laver les mains avant de manger, fumer ou boire, et après tout contact potentiellement contaminant.
- Ne porter ni les mains, ni un objet à la bouche, ou aux yeux.
- Protéger toute plaie avec un pansement imperméable.
- En cas de piqûre, morsure ou coupure, laver immédiatement la plaie avec de l'eau potable et du savon, puis désinfecter.
- Se changer et se laver au moins les mains, avant de quitter le travail.
- Dans certains secteurs, prendre une douche après le travail.

(Cf. Encadré). Pour cela, il convient de mettre à disposition :

- des moyens de lavage des mains au plus près des postes de travail, voire de douches dans certains secteurs ;
- une tenue de travail spécifique ;
- des consignes et une conduite à tenir en cas d'exposition accidentelle (accident exposant au sang, blessure avec un objet contaminé...).

L'information et la formation des travailleurs sont indispensables. Elles permettent de s'assurer que les procédures sont bien comprises et favorisent la mise en œuvre des bonnes pratiques.

Enfin, le suivi en santé au travail permet de repérer les facteurs individuels qui interviennent dans le risque de développer une infection après une contamination. En effet, certains salariés ont parfois acquis une immunité vis-à-vis d'un agent pathogène après un contact avec celui-ci, qu'ils aient été malades ou non. Cependant, toutes les maladies infectieuses ne procurent pas une immunité durable.

La vaccination peut compléter la mise en place des mesures de prévention des risques biologiques. Cependant, le nombre d'agents infectieux pour lesquels on dispose d'un vaccin est très limité. De plus, certains vaccins, pour être efficaces, nécessitent des rappels réguliers. Après évaluation des risques, s'il y a lieu et sur proposition du médecin du travail, l'employeur recommande aux travailleurs non immunisés contre les agents biologiques auxquels ils peuvent être exposés de réaliser, à sa charge, les vaccinations appropriées (article R. 4426-6 du Code du travail). Il est à noter que le Code de la santé publique rend obligatoire certaines vaccinations pour les personnes exposées relevant en particuliers des secteurs de la santé et assimilés (articles L. 3111-1 à L. 3112-5 du Code de la Santé publique).

**Conclusion**

Les risques biologiques concernent de multiples activités professionnelles. Il est particulièrement important de repérer les réservoirs d'agents biologiques.

L'évaluation des risques nécessite ensuite d'étudier si une transmission est possible dans les circonstances de travail. Cela permet de mettre en place les mesures de prévention adaptées aux voies d'exposition potentielles qui sont repérées, en donnant la priorité aux mesures d'organisation du travail et de protection collective.

Le présent dossier dresse un panorama des connaissances actuelles et des outils disponibles pour la prévention des risques biologiques en milieu professionnel. Il propose un point complet sur la réglementation actuelle (Cf. Article « Points essentiels de la réglementation du travail liée aux risques biologiques », page 29) puis aborde les risques infectieux dans un secteur professionnel en plein développement que constitue celui de l'aide à domicile (Cf. Article « Comment appréhender les risques infectieux dans le secteur de l'aide et soin à domicile ? », page 34). Il fait le point sur les méthodes disponibles pour mesurer les expositions des travailleurs aux bioaérosols (micro-organismes dans l'air) (Cf. Article « Les méthodes disponibles pour la mesure des bioaérosols au poste de travail », page 38) et expose un retour d'expérience sur une campagne de mesure des bioaérosols dans les centres de tri des ordures ménagères (Cf. Article « Exposition aux bioaérosols dans les centres de tri des déchets ménagers recyclables », page 43). Enfin, ce dossier présente les outils existants pour la formation à la prévention de ces risques (Cf. Article « La prévention des risques biologiques, un apprentissage à la source », page 51). ●

1. Art. R 4421-2 et suivants du Code du travail.

Accessibles sur : [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)

2. PSM : poste de sécurité microbiologique.

3. DASRI : Déchets d'activités de soins à risques infectieux.

**Une conférence consacrée aux risques biologiques sera organisée par l'INRS des 5 au 7 juin 2019 à Nancy. Voir p. 53 et le programme p. 99 de ce numéro.**

**Renseignements:**

➕ [www.inrs-risquesbiologiques2019.fr/](http://www.inrs-risquesbiologiques2019.fr/)

**POUR EN SAVOIR ➕**

• Site de l'INRS : dossier Risques biologiques. Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

• Brochures INRS : **ED 6034** - Les risques biologiques en milieu professionnel. **ED 117** - Fiche pratique de sécurité : les agents biologiques. Accessibles sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

• Bases de données : BAOBAB sur tous les agents biologiques classés par la réglementation : [www.inrs.fr/baobab](http://www.inrs.fr/baobab) ; EFICATT sur les Conduites à tenir en cas d'exposition accidentelle à des agents biologiques : [www.inrs.fr/eficatt](http://www.inrs.fr/eficatt)

# POINTS ESSENTIELS DE LA RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL LIÉE AUX RISQUES BIOLOGIQUES

La réglementation du travail liée aux risques biologiques vise à prévenir ces risques, dès lors qu'une activité peut induire une exposition professionnelle, que celle-ci résulte d'une utilisation délibérée des agents biologiques ou bien d'une exposition potentielle. Elle comprend des règles communes à toutes les activités qui sont complétées, dans certaines situations, par des mesures techniques spécifiques, notamment de confinement et de désinfection, tenant compte de la nature des agents et des activités concernées.

ALINE  
MÉNARD  
INRS,  
département  
Études, veille  
et assistance  
documentaires

Un cadre réglementaire spécifique à la prévention des risques biologiques a été posé par la directive européenne du 26 novembre 1990<sup>1</sup> fixant des prescriptions minimales à respecter pour éviter ou réduire les risques d'exposition à des agents biologiques.

La réglementation française, qui se limitait jusqu'alors à des mesures d'hygiène et prévoyait l'indemnisation de maladies infectieuses d'origine professionnelle au titre du Code de la sécurité sociale, a été enrichie. Les dispositions de la directive de 1990 ont été introduites dans le Code du travail aux articles R. 4421-1 à R. 4427-5 par un décret du 4 mai 1994<sup>2</sup>. Les agents biologiques y sont définis et les agents biologiques pathogènes, répartis dans un classement qui contribue à déterminer les mesures de prévention à mettre en œuvre. L'arrêté du 18 juillet 1994 modifié en dresse la liste.

Des prescriptions générales, communes à toutes les activités, s'appuient sur les principes généraux de prévention : éviter les risques, les évaluer, donner la priorité aux mesures de protection collective sur les mesures de protection individuelle, informer et former les travailleurs exposés et les faire bénéficier d'un suivi individuel de leur état de santé au travail. En outre, des prescriptions techniques particulières, détaillées dans des arrêtés, sont prévues pour certaines activités où les travailleurs peuvent être en contact avec des animaux<sup>3</sup>, dans certains laboratoires et lors de procédés industriels utilisant des agents biologiques pathogènes<sup>4</sup>.

Des mesures destinées à la prévention des blessures avec des objets perforants ont été ajoutés en 2013<sup>5</sup>. Enfin, les jeunes travailleurs de moins de dix-huit ans et les femmes enceintes bénéficient d'une protection particulière.

## Définition et classement réglementaires des agents biologiques

L'article R. 4421-2 du Code du travail considère comme agents biologiques :

- les micro-organismes, y compris les micro-organismes génétiquement modifiés, qui sont des entités microbiologiques, cellulaires ou non, capables de se reproduire ou de transférer du matériel génétique ;
- les cultures cellulaires, résultant de la croissance in vitro de cellules isolées d'organismes multicellulaires ;
- les endoparasites humains, susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication.

En fonction de l'importance du risque d'infection qu'ils présentent, les agents biologiques sont répartis en quatre groupes de pathogénicité croissante (Cf. Tableau page 25).

Ce sont les agents biologiques appartenant aux groupes 2, 3 et 4 qui sont considérés comme pathogènes. L'arrêté du 18 juillet 1994 modifié précité opère un classement d'une série d'agents biologiques dans les groupes 2, 3 et 4 : les bactéries, les virus et les agents transmissibles non conventionnels ou prions, les parasites et les champignons.

Cet arrêté ne se limite pas au classement réglementaire, fondé uniquement sur le risque infectieux (risque dû à la multiplication d'un micro-organisme dans l'organisme). Il signale également d'autres risques provoqués par les agents biologiques : les risques toxiques (dus aux toxines secrétées par les bactéries) et les risques immuno-allergiques. Les risques cancérogènes ne sont toutefois pas pris en compte.

Il n'existe pas de liste d'agents non pathogènes appartenant au groupe 1. Cela ne signifie pas pour





autant qu'un agent biologique non classé comme pathogène par l'arrêté ne présente aucun risque, tant que l'évaluation des risques n'a pas été réalisée.

### **L'évaluation des risques, élément central de la démarche de prévention**

Dès lors que l'activité d'un salarié peut conduire à une exposition à des agents biologiques, l'employeur doit mettre en œuvre des mesures de prévention des risques biologiques, que cette exposition résulte ou non d'une utilisation délibérée d'agents biologiques.

Lorsque les agents biologiques sont utilisés de manière délibérée, au cours de procédés de travail connus où la présence de ces agents est nécessaire, ces agents biologiques sont alors identifiés (laboratoires de recherche par exemple). Une exposition potentielle à des agents biologiques peut également se produire au cours d'activités qui n'ont pas recours à des agents biologiques, mais où ceux-ci sont présents du fait de l'activité elle-même (métiers de la santé, traitement des déchets...). L'évaluation des risques biologiques permet de déterminer la nature, la durée et les conditions de l'exposition des travailleurs. Elle se fonde notamment sur le classement réglementaire des agents biologiques et sur les maladies professionnelles résultant de l'exposition aux risques biologiques<sup>6</sup>. Toutes les informations disponibles sont prises en compte, notamment celles concernant les infections susceptibles d'être contractées en raison de l'activité professionnelle ou les effets allergisants et toxiques pouvant résulter de l'exposition. D'autres classements que celui du Code du travail peuvent être utilisés (par exemple, le classement des organismes génétiquement modifiés établi par le ministère chargé de l'Environnement<sup>7</sup>).

### **Mesures techniques pour éviter ou réduire les risques**

#### **Mesures techniques communes à toutes les activités**

L'utilisation d'un agent biologique dangereux doit être évitée en le remplaçant par un agent biologique qui ne l'est pas ou qui l'est moins, compte tenu des conditions d'emploi et de l'état des connaissances, lorsque l'activité le permet.

Pour éviter l'exposition à un agent biologique dangereux, mise en évidence par l'évaluation des risques, l'employeur doit notamment :

- limiter le nombre de travailleurs exposés au niveau le plus bas possible ;
- réduire le risque de dissémination au moyen de processus de travail adaptés et de mesures de contrôle ou de confinement ;
- mettre en œuvre des mesures de protection collective, complétés si nécessaire par le port d'équipement de protection individuelle (EPI) ;
- faire appliquer des mesures d'hygiène ;

- établir des plans d'action en cas d'accident ;
- détecter la présence d'agents biologiques pathogènes quand c'est techniquement possible ;
- signaler ces risques grâce au pictogramme réglementaire<sup>8</sup> :



- et assurer le traitement des déchets.

Dans les activités impliquant des agents biologiques pathogènes, l'employeur doit fournir des EPI, veiller à leur entretien avant et après chaque utilisation, à leur retrait à la sortie du lieu de travail et à leur élimination, s'ils ne sont pas réutilisables.

Il doit également mettre à disposition des travailleurs des installations sanitaires appropriées, un lave-œil, des antiseptiques pour la peau et éventuellement, des collyres prescrits par le médecin du travail. La mise à disposition de douche est obligatoire pour certains travaux considérés comme insalubres ou salissants : il s'agit notamment des travaux d'élevage et d'abattage d'animaux, d'équarissage, de collecte et traitement des ordures, des travaux exécutés dans les laboratoires où sont utilisés des animaux d'expérience et des travaux effectués dans les égouts<sup>9</sup>.

### **Mesures techniques particulières à certaines activités**

#### **→ Activités mettant les travailleurs en contact avec des personnes ou des animaux susceptibles d'être contaminés par des agents biologiques pathogènes**

Les travailleurs susceptibles d'être en contact avec des agents biologiques pathogènes, présents dans l'organisme de patients ou de personnes décédées ou chez des animaux vivants ou morts, bénéficient de mesures protectrices particulières. Ils doivent notamment être informés sur les procédés de décontamination et de désinfection et sur la mise en œuvre de procédés pour manipuler et éliminer sans risque les déchets contaminés. Des mesures supplémentaires d'isolement ou de confinement sont prévues pour les services accueillant des patients et pour les locaux où se trouvent des animaux contaminés par des agents biologiques des groupes 3 et 4. Pour les services accueillant des patients, aucune mesure n'a été définie par arrêté à ce jour. Un arrêté du 4 novembre 2002 détaille les mesures techniques, uniquement pour les activités mettant en contact avec les animaux. Il en délimite le champ d'application, en précisant les animaux et les déchets contaminés visés. De ce fait, certaines activités mettant en contact avec des animaux ou des déchets peuvent

se retrouver hors du champ d'application prévu. Les dispositions de l'arrêté constituent néanmoins une référence pour ces activités.

## → Laboratoires et établissements industriels et agricoles

Des mesures de confinement appropriées aux résultats de l'évaluation des risques doivent être mises en œuvre dans les laboratoires et au cours de procédés industriels utilisant des agents biologiques pathogènes. Un arrêté du 16 juillet 2007 modifié indique quels sont les laboratoires et les activités des établissements industriels et agricoles visés. Il détaille les mesures techniques générales de prévention et de confinement applicables à tous ces établissements, ainsi que les mesures spécifiques tenant compte du type d'établissement et du classement des agents biologiques pathogènes auxquels les travailleurs sont exposés. Un nouvel arrêté du 27 décembre 2017 introduit la possibilité de moduler le choix du niveau de confinement pour la manipulation de certains agents des groupes 3 et 4, en fonction de l'évaluation des risques.

Lorsqu'un doute subsiste quant au classement d'un agent dont l'utilisation industrielle peut présenter un risque grave pour la santé des travailleurs, le niveau du confinement et les mesures adoptées doivent au moins être les mêmes que ceux prévus pour un agent du groupe 3<sup>10</sup>.

Les laboratoires, dont l'objectif n'est pas de travailler avec des agents biologiques pathogènes, adoptent, en cas d'incertitude quant à la présence de ces agents, le niveau de confinement requis pour les agents du groupe 2 et, si nécessaire, celui correspondant à ceux des groupes 3 ou 4<sup>10</sup>.

## → Établissements de prévention et de soins où les travailleurs sont en contact avec des objets perforants

Dans les activités de prévention et de soins et les activités de soins de conservation, les travailleurs susceptibles d'être en contact avec des objets perforants pouvant être à l'origine de blessures et de risques de contamination, font l'objet de mesures protectrices particulières détaillées dans un arrêté du 10 juillet 2013. Celui-ci précise les établissements et services concernés, les règles d'hygiène et de sécurité à respecter, l'information et la formation particulière des travailleurs concernés et leur prise en charge en cas d'accident exposant au sang (AES).

## → Gestion des déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI)

La gestion des DASRI relève du Code de la santé publique<sup>11</sup>. Les filières d'élimination de ces déchets, leur emballage et leur entreposage font l'objet d'arrêtés<sup>12</sup>.



© Serge Morillon - INRS

## Protection des salariées enceintes et des jeunes de moins de dix-huit ans

Les travaux pouvant exposer une femme enceinte au virus de la rubéole ou au toxoplasme lui sont interdits, sauf s'il est prouvé qu'elle est suffisamment protégée contre ces agents par son état d'immunité<sup>13</sup>. Le médecin du travail conseille l'employeur sur les mesures permettant de respecter cette interdiction. Il conviendra, en outre, d'informer les salariées sur les risques et l'intérêt de déclarer le plus tôt possible leur grossesse, afin de pouvoir bénéficier des mesures de prévention adaptées.

Les jeunes travailleurs de moins de dix-huit ans, en formation professionnelle ou en emploi, ne doivent pas être affectés à des travaux les exposant à des agents biologiques des groupes 3 ou 4<sup>14</sup>, à des travaux d'abattage, d'euthanasie et d'équarrissage d'animaux et à des travaux en contact d'animaux féroces ou venimeux<sup>15</sup>. Aucune dérogation n'est prévue. Il est néanmoins possible de former les jeunes dans les lieux de travail comportant un service où le risque d'exposition à ces agents existe (hôpitaux, laboratoires d'analyses médicales, animaleries, station d'épuration des eaux...), dès lors qu'ils n'y sont pas affectés ou maintenus lorsqu'un risque survient<sup>16</sup>.

## Information et formation spécifiques aux risques biologiques

Pour tous les postes de travail, l'employeur a une obligation générale d'information et de formation sur les risques liés aux postes et aux précautions à prendre pour les éviter.

## Information sur les risques biologiques

L'employeur doit fournir sur le lieu de travail des instructions écrites et, le cas échéant, des affiches portant sur la procédure à suivre en cas d'accident ou d'incident grave mettant en cause un agent biologique pathogène, ainsi que lors de la manipulation ou de l'élimination de tout agent biologique du groupe 4<sup>19</sup>.



Par ailleurs, les travailleurs, les instances représentatives du personnel et le médecin du travail doivent être informés le plus rapidement possible d'un accident ou d'un incident pouvant entraîner la dissémination d'un agent biologique susceptible de provoquer une infection ou une maladie grave.

L'employeur doit également rappeler (au moyen du règlement intérieur dans les entreprises d'au moins 20 salariés) que les travailleurs, responsables de leur propre sécurité et de celle des tiers, doivent signaler tout accident ou incident pouvant exposer à un agent biologique pathogène.

Lorsque les risques biologiques ont été mis en évidence, l'employeur doit mettre à la disposition des travailleurs exposés, des instances représentatives, du médecin du travail, des agents de l'Inspection du travail et des services de prévention des organismes de sécurité sociale, certaines informations, notamment le nom de la personne chargée par l'employeur d'assurer la sécurité dans ce domaine, le plan d'urgence prévu en cas de défaillance du confinement pour les expositions aux agents biologiques des groupes 3 et 4.

#### **Formation spécifique des travailleurs exposés**

Un travailleur ne peut être affecté à un poste exposant à des risques biologiques qu'après avoir bénéficié d'une formation spécifique à la sécurité. Celle-ci porte sur les risques et les précautions à prendre, l'utilisation des EPI, l'élimination des déchets, les mesures pour prévenir les situations accidentelles. Elle doit être renouvelée régulièrement, et adaptée aux évolutions des procédés de travail et des risques.

#### **Un suivi en santé au travail différencié selon la gravité des effets de l'exposition**

##### **Suivi individuel renforcé (SIR) des travailleurs exposés aux agents des groupes 3 et 4**

L'employeur doit, après avis du médecin du travail, établir une liste des travailleurs exposés aux agents biologiques des groupes 3 et 4, en indiquant le type de travail réalisé, la nature de l'agent biologique – si possible – et les données sur les expositions et les accidents.

Cette liste est communiquée au médecin du travail et accessible aux travailleurs exposés pour les informations qui les concernent personnellement. Elle est conservée dix ans au moins après la fin de l'exposition, ou plus longtemps pour les maladies ayant une longue période d'incubation.

Les travailleurs ainsi recensés doivent bénéficier du suivi individuel renforcé (SIR) prévu pour les postes présentant des risques particuliers. Ainsi, avant d'être affectés à un poste de travail les exposant à des agents biologiques des groupes 3 et 4, ils doivent bénéficier d'un examen médical par le médecin du travail. Cet examen permet de vérifier

leur aptitude médicale au poste, de s'assurer qu'ils ne sont pas atteints d'une affection pouvant être dangereuse pour les autres travailleurs, de proposer, s'il y a lieu, des adaptations du poste ou un changement d'affectation, de les informer sur les risques et le suivi médical, et de les sensibiliser sur les moyens de prévention. La visite médicale d'aptitude avec le médecin du travail est renouvelée selon la périodicité qu'il a fixée, dans un délai de quatre ans maximum. Une visite intermédiaire dans un délai de deux ans maximum doit en outre être effectuée par un professionnel de santé du service de santé au travail.

#### **Visite d'information et de prévention pour les travailleurs exposés aux agents biologiques du groupe 2**

Les travailleurs exposés à des agents biologiques du groupe 2 bénéficient d'une visite d'information et de prévention (VIP), réalisée par l'un des professionnels de santé du service de santé au travail. Celle-ci doit être effectuée avant l'affectation au poste de travail. Elle est renouvelée selon la périodicité fixée par le médecin du travail, dans les cinq ans maximum.

#### **Traçabilité des expositions grâce au dossier médical**

Pour chaque travailleur exposé à des agents biologiques pathogènes (groupes 2, 3 et 4), le médecin du travail ou le professionnel de santé, sous la responsabilité de celui-ci, constitue un dossier médical spécial à l'issue des visites et examens médicaux prévus dans le cadre de la VIP ou du SIR. Ce dossier, mentionné dans le dossier médical, est conservé dix ans après la fin de l'exposition, jusqu'à 40 ans si les maladies provoquées par les agents biologiques ont une longue période d'incubation.

L'avis d'aptitude ou d'inaptitude, ainsi que l'attestation de suivi délivrés à l'issue des examens médicaux et des VIP, sont versés au dossier médical<sup>20</sup>.

#### **Suivi des pathologies**

Certaines dispositions du Code du travail permettent d'assurer un suivi des pathologies, pouvant être liées à des agents biologiques pathogènes, dont peuvent être atteints des travailleurs (information par l'employeur des décès et absences liés à ces maladies ; en cas d'apparition d'une maladie professionnelle pouvant résulter d'une exposition à ces agents, mise en place d'un suivi médical des travailleurs susceptibles d'avoir été exposés sur le même lieu de travail et réalisation d'une nouvelle évaluation des risques<sup>17</sup>).

#### **Le médecin du travail, conseiller de l'employeur et des salariés**

Le médecin du travail apporte son concours à l'employeur pour évaluer les risques biologiques et





© Gael Kerbaol - INRS

proposer des moyens de prévention collective et individuelle.

Suivant les conseils du médecin du travail, l'employeur peut ainsi recommander certaines vaccinations aux travailleurs non immunisés, lorsqu'un risque biologique est bien identifié. Les frais de vaccination sont alors à la charge de l'employeur. Le travailleur concerné est informé des avantages et des risques éventuels de la vaccination recommandée. Notons que le Code du travail n'impose aucune vaccination. Cependant, le Code de la santé publique rend obligatoires certaines vaccinations pour le personnel exposé des organismes de prévention et de soins<sup>18</sup>. ●

1. Directive n° 90/679/CEE du 26 novembre 1990 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents biologiques au travail. Cette directive a été abrogée et remplacée par la directive n° 2000/54/CE du 18 septembre 2000.

2. Décret n° 94-352 du 4 mai 1994 (protection des travailleurs contre les risques résultant de leur exposition à des agents biologiques), modifié par décret n° 2013-607 du 9 juillet 2013 (protection contre les risques biologiques auxquels sont soumis certains travailleurs susceptibles d'être en contact avec des objets perforants).

3. Arrêtés du 4 novembre 2002 (protection des travailleurs en contact avec des agents pathogènes présents chez des animaux et mesures d'isolement des locaux où se trouvent des animaux contaminés avec des agents des groupes 3 et 4).

4. Arrêté du 16 juillet 2007. Celui-ci a abrogé et remplacé l'arrêté du 13 août 1996, en élargissant son champ d'application.

5. Art. R. 4424-11 du Code du travail et arrêté du 10 juillet 2013.

6. Voir la base de données INRS « Tableaux de maladies professionnelles » sur : [www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html](http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html)

7. Article D. 532-2 du Code de l'environnement.

8. Arrêté du 4 novembre 1993 modifié relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail.

9. Art. R. 4228-8 du Code du travail et arrêté du 23 juillet 1947 modifié.

10. Art. R. 4424-9, -10 du Code du travail.

11. Art. R. 1135-1 du Code de la santé publique.

12. Voir la brochure INRS ED 918 « Déchets infectieux. Élimination des déchets et assimilés. Prévention et réglementation ». Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

13. Art. D. 4152-3 du Code du travail.

14. Art. D. 4153-19 du Code du travail.

15. Art. D. 4153-37 du Code du travail.

16. Circulaire interministérielle n°11 du 23 octobre 2013.

17. Art. R-4426-13 du Code du travail.

18. Voir l'article « Vaccinations en santé au travail » paru dans *Références en santé au travail*, TC 154, juin 2016, 16 p. Accessible sur : [www.inrs.fr/media.html?refINRS=TC%20154](http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TC%20154)

19. Art. R. 4425-1 du Code du travail.

20. Art. R. 4426-8 et suivants du Code du travail.

# COMMENT APPRÉHENDER LES RISQUES INFECTIEUX DANS LE SECTEUR DE L'AIDE ET DU SOIN À DOMICILE ?

Dans le secteur de l'aide et du soin à domicile, qui emploie près de deux millions de personnes, le risque biologique, en particulier infectieux, est souvent sous-estimé. Pourtant, les intervenants à domicile peuvent être exposés à différents agents biologiques dangereux. Le lieu de travail étant également le domicile privé du bénéficiaire, l'évaluation des risques et la mise en œuvre des mesures de prévention doivent tenir compte des difficultés organisationnelles, techniques ou humaines rencontrées dans le cadre de la relation de soin ou d'aide.

DOMINIQUE  
ABITEBOUL,  
INRS,  
département  
Études et  
assistance  
médicales

**L**e secteur de l'aide et du soin à domicile est en pleine expansion (Cf. Encadré), du fait du vieillissement de la population d'une part, et du raccourcissement des durées d'hospitalisation, d'autre part. Conséquence : la prise en charge au domicile comprend des actes techniques plus lourds et plus complexes, réalisés sur des patients plus fragiles.

Si, dans ce secteur, les troubles musculosquelettiques et les risques psychosociaux sont les plus importants et aussi les plus étudiés, il ne faut pas négliger le risque lié aux agents biologiques pathogènes, susceptibles d'être à l'origine d'infections. Ces infections peuvent toucher aussi bien les patients que les différents intervenants (soignants et aidants). En raison du contexte particulier de l'intervention à domicile (Cf. Encadré), ces risques sont souvent sous-estimés. En effet, s'ils sont depuis longtemps une préoccupation prédominante à l'hôpital, ce n'est que depuis 2015 que le programme national d'actions de prévention (Propias<sup>1</sup>) des infections associées aux soins (IAS, dites aussi infections nosocomiales) a souligné l'importance de prévenir ces infections tout au long du parcours de soin, et notamment à domicile. Il est important de souligner que les infections contractées par les professionnels au contact d'un patient sont considérées comme des IAS, au même titre que celles contractées par le patient.

## Principaux risques infectieux

Lors des interventions d'aide et de soins réalisées à domicile, les professionnels peuvent se trouver exposés à des agents biologiques (virus, bactéries, parasites). Leur transmission peut se faire par dif-

férentes voies selon l'agent concerné : par simple contact cutané (gale...), par voie aérienne (grippe...), par blessure ou projection sur les muqueuses de liquides biologiques (hépatites B (VHB) et C (VHC) ou virus de l'immunodéficience humaine (VIH)). Il faut cependant souligner que de nombreux agents biologiques responsables d'IAS chez les patients ne présentent pas un réel danger pour les soignants, les risques étant pour la plupart liés à la fragilisation du patient (affaiblissement des défenses immunitaires, portes d'entrée du fait de la présence de cathéters pour perfusion ou de sondes urinaires, présences d'agents résistants aux antibiotiques, par exemple). Ceci doit rester en mémoire lors de l'évaluation des risques.

Par ailleurs, un risque peut également exister lors de contact avec les animaux domestiques (par morsure, griffure ou exposition aux plumes ou fientes d'oiseaux, par exemple).

## Les accidents exposant au sang (AES)

Un accident exposant au sang (AES) se définit comme tout contact avec du sang ou un liquide biologique potentiellement contaminant et comportant, soit une effraction cutanée (piqûre, coupure...), soit la projection sur une muqueuse (bouche, œil) ou sur une peau lésée. Ce type d'accident concerne essentiellement les infirmières qui réalisent des gestes invasifs, tels des injections ou prélèvements, mais aussi d'autres intervenants, si un objet piquant ou tranchant est mal éliminé, soit par le soignant, soit par le patient lui-même lorsqu'il est en auto-traitement. Les AES exposent à un risque de contamination par le VIH, le VHC ou le VHB, ce dernier étant de loin le plus contaminant, en l'absence de vaccination.

On manque de données sur l'importance du risque à domicile. Les quelques études menées auprès de ces professionnels montrent une fréquence des AES au moins égale voire supérieure à celle mesurée dans les établissements de soins.

### Les infections transmissibles par voie respiratoire

Ce type d'infection se transmet à partir des gouttelettes, émises par un patient qui tousse, qui vont se disséminer dans son environnement et y persister plus ou moins longtemps : elles peuvent être inhalées par les personnels prenant en charge le patient ou entrer en contact avec leurs muqueuses (œil, bouche). Le plus souvent de taille plutôt élevée ( $> 5 \mu\text{m}$ ), ces gouttelettes sédimentent rapidement sur les surfaces et ne donnent lieu à des transmissions que lors de contacts rapprochés (avec les muqueuses : conjonctives, bouche). La majorité des germes à transmission respiratoire (coqueluche, grippe, bronchiolite...) se transmettent ainsi. Plus dangereux sont les germes qui persistent longtemps dans l'air ambiant sous forme d'aérosols de taille inférieure à  $5 \mu\text{m}$  (soit par condensation des gouttelettes précédentes, soit par fixation du germe sur des particules de poussière), susceptibles de pénétrer jusqu'aux alvéoles, tels le bacille tuberculeux, le virus varicelle/zona et le virus de la rougeole. L'infection la plus fréquemment rencontrée à l'occasion de prises en charge à domicile est la grippe, qui chaque hiver, entraîne plusieurs milliers de décès parmi les patients âgés et fragiles. L'analyse des 129 épisodes de gripes nosocomiales signalés à Santé publique France (ex- InVS) entre 2001 et 2010, montre que près de la moitié des épisodes identifiés touchait le personnel soignant, qui en était souvent à l'origine. Ce risque, induit par les soignants, est renforcé par le fait qu'entre 50 et 80 % d'entre eux continuent à travailler quand ils sont infectés.

Autre exemple d'infection transmissible par voie respiratoire : la rougeole, maladie extrêmement contagieuse, n'a pas disparu et est responsable d'épidémies touchant notamment les adultes, du fait d'une couverture vaccinale insuffisante de la population. Elle peut être responsable de formes graves, de type encéphalites ou atteintes pulmonaires.

### Les infections transmissibles par voie digestive

La transmission d'agents biologiques pathogènes par voie digestive (transmission féco-orale) se fait par ingestion d'aliments contaminés et, dans un contexte professionnel, en portant à la bouche des mains souillées lors de contacts étroits avec la personne atteinte. L'application de mesures d'hygiène a permis d'en réduire la fréquence : les salmonelloses (fièvre typhoïde) et les hépatites A sont devenues très rares. Une préoccupation pour les personnes intervenant à domicile est l'existence d'un portage de bactéries multi-résistantes aux antibiotiques (BMR), comme des entérobactéries ou des entérocoques chez la personne

#### ENCADRÉ

#### LE SECTEUR DE L'AIDE ET DU SOIN À DOMICILE

Le secteur de l'aide et du soin à domicile emploie plus de deux millions de professionnels qui regroupent différents métiers : auxiliaire de vie sociale ou aide médico-psychologique intervenant dans l'aide à la personne, aide-soignant, infirmier pour le soin. Les assistantes parentales impliquées dans la prise en charge de la petite enfance interviennent également à domicile, mais leur situation n'est pas traitée dans cet article. Les structures sont également variées : services d'aide et d'accompagnement à domicile (SAAP), services de soins infirmiers à domicile (SSIAD), services polyvalents d'aide et de soins à domicile (SPASAD), centres de soins infirmiers (CSI) ou structures d'hospitalisation à domicile (HAD). Ces différentes structures travaillent en collaboration avec d'autres intervenants : médecin traitant et/ou hospitalier, kinésithérapeute, pharmacien, infirmier libéral. Les employeurs et modalités d'intervention sont divers ; les particuliers employeurs représentent près de la moitié de l'activité. Dans ce contexte de morcellement des employeurs, l'évaluation des risques professionnels et le développement d'une culture de prévention sont rendus complexes, en particulier du fait que le lieu de travail est également le domicile privé du bénéficiaire.

prise en charge. Les selles constituent la principale source de BMR. Un patient colonisé par une BMR digestive en excrète de grandes quantités dans les selles et peut s'infecter avec ses propres germes. Le risque de colonisation digestive des professionnels de santé est minime si l'hygiène des mains est respectée après contact avec le sujet porteur et son environnement. En l'absence de traitement antibiotique, le portage chez la personne en bonne santé est souvent temporaire et ne provoque aucune pathologie.

### Les infections transmissibles par contact cutané

L'exemple type en est la gale, qui est liée à un parasite (*Sarcoptes scabiei*, variante *hominis*). Elle se transmet par contacts cutanés répétés et prolongés avec la personne atteinte et se manifeste par des démangeaisons intenses. La gale se traite efficacement.

### L'évaluation des risques

La mise en place de mesures de prévention adaptées nécessite pour l'employeur une évaluation des risques fondée sur un repérage attentif des dangers et des situations d'exposition. La phase d'évaluation sera d'autant plus efficace qu'elle associera les salariés concernés, voire les personnes prises en charge et leur entourage. Les cadres de santé et les coordinateurs ont un rôle essentiel dans le repérage des risques professionnels au domicile des patients. Cette phase doit également prendre en compte l'évaluation des risques d'IAS pour les patients.

Les risques varient selon la situation de travail : leur évaluation reposera donc sur l'analyse des tâches effectuées par les personnels concernés. On tiendra





<b>ENVIRONNEMENT DU PATIENT</b>	Prendre en compte l'environnement du patient lors de la préparation du soin et du matériel nécessaire (plan de travail, collecteur d'aiguilles à proximité...).
<b>HYGIÈNE</b>	Respecter les recommandations en vigueur concernant l'hygiène des mains.
	Lors de soins pratiqués en tenue civile, garder les avant-bras dégagés, ne pas porter de bijou.
	Nettoyer et désinfecter régulièrement les surfaces et les équipements.
<b>PORT DE PROTECTION INDIVIDUELLE</b>	Adapter la tenue vestimentaire aux soins et la compléter selon les situations :
	- Gants selon le type de geste réalisé (inutile lors des contacts avec la peau saine) ;
	- Tablier plastique à usage unique en cas de soins mouillants ou souillants ;
	- Masque chirurgical antiprojection (norme EN 14683) et lunettes de protection pour certains soins pouvant exposer à des projections de sang ou des liquides biologiques ;
	- Masque de protection respiratoire (FFP2) en cas de risque d'infection par voie aérienne (aérosols).
<b>MANIPULATION D'INSTRUMENTS PIQUANTS / TRANCHANTS</b>	Utiliser les dispositifs médicaux de sécurité mis à disposition.
	Ne jamais recapuchonner les aiguilles.
	Ne pas désadapter à la main les aiguilles des seringues ou des systèmes de prélèvement sous vide.
	Jeter immédiatement sans manipulation les aiguilles et autres instruments piquants ou coupants dans un conteneur adapté (conforme à l'arrêté du 24 novembre 2003 modifié), situé au plus près du soin, dont l'ouverture est facilement accessible et en ne dépassant pas le niveau maximal de remplissage.

↑ **TABLEAU :**  
Principales mesures destinées à prévenir les risques infectieux lors d'un soin à domicile.

compte de la perception du risque et du niveau de formation de ces personnels, des mesures de prévention du risque infectieux déjà mises en œuvre et de leur observance. Le recensement d'incidents et d'accidents exposants (nombre d'AES, leurs circonstances, incidents de manipulation...) et de maladies possiblement d'origine professionnelle, est indispensable. Le repérage de facteurs favorisants liés, par exemple, à la disposition des locaux, à l'organisation du travail, à la conception des matériels et aux procédures de soins est également important dans le contexte du travail à domicile.

### Les mesures de prévention

En fonction des résultats de l'évaluation de risque, des mesures de prévention seront mises en place en tenant compte des difficultés organisationnelles, techniques ou humaines rencontrées. Dans tous les cas, cette démarche doit s'intégrer à la relation de soin ou d'aide et être incluse dans l'organisation des interventions à domicile.

- **La protection du personnel et celle du malade** sont étroitement liées, justifiant l'application de « précautions standard »<sup>2</sup> : ces mesures doivent être appliquées systématiquement par l'ensemble des personnes intervenant (non seulement les professionnels de l'aide et du soin, mais aussi les aidants) auprès de tous les patients, quel que soit leur statut sérologique et leur état de santé. S'y ajoutent, si nécessaire, des mesures complémentaires selon les différents modes de transmission (aérosol, gouttelettes ou contact. Cf. Tableau).

- **La capacité des intervenants à appliquer ces mesures** va dépendre de leur maîtrise de l'environnement, souvent complexe : les contraintes d'organisation, la chambre du patient étant à la fois lieu de vie et lieu de soin, conditions d'hygiène parfois précaires... Il est donc important de prendre en compte l'environnement familial, la configuration des locaux. Une liaison est nécessaire entre les différents intervenants : famille, auxiliaire de vie sociale, infirmier(e), kinésithérapeute, médecin... Les soins doivent se dérouler dans le calme, en l'absence d'animaux domestiques.

- **Il faut s'assurer également des conditions nécessaires à une bonne hygiène des mains** : accès à un poste de lavage des mains, essuie-mains jetables ; pour les soins, privilégier un produit hydro-alcoolique.

- **En cas d'utilisation d'objets piquants ou tranchants, un circuit de collecte des déchets de soins à risque infectieux (Dasri)** doit être mis en place : choix d'un collecteur d'objets piquants ou tranchants adapté au volume à éliminer (souvent choisi trop petit), permettant une fermeture provisoire. Le patient en auto-traitement a la responsabilité de l'élimination de ses propres déchets et doit faire appel à une filière DASRI dédiée.

- **Des états des lieux réguliers** seront réalisés, afin d'adapter éventuellement les mesures prises.

- **Une surveillance régulière en santé au travail**, permettant notamment d'aborder les mesures de prévention qui peuvent être nécessaires, ainsi que la mise à jour des vaccinations (grippe, hépatite B...), vient en complément des mesures techniques et organisationnelles mises en place.

- **La procédure à suivre en cas d'exposition accidentelle**, qu'il s'agisse d'AES (piqûres, projections oculaires...) ou d'exposition fortuite à des agents infectieux (coqueluche, gale...), doit être connue de toute personne potentiellement exposée : premiers soins à faire en urgence, prise d'un avis médical pour l'évaluation du risque... Les professionnels intervenants doivent avoir sur eux les coordonnées des contacts à appeler. Le médecin du travail peut être sollicité pour aider à élaborer une procédure écrite. Les causes des accidents doivent être analysées, afin de mener des actions de prévention spécifiques.

- **L'information et la formation des personnels** à leur intégration, puis régulièrement en se guidant sur les évaluations réalisées de l'application des bonnes pratiques, complètent ces mesures. Les aidants, la famille



© Patrick Delapierre pour l'INRS

concourant à la prise en charge, doivent également être informés des règles d'hygiène de base.

**En conclusion**, même s'il n'est pas responsable d'une sinistralité importante, le risque infectieux lié à l'aide et au soin à domicile, ne doit pas être sous-estimé. Sa prévention ne peut pas être dissociée de celle des IAS contractées par le patient. L'application rigoureuse des précautions standard, tant par les soignants que par les aidants, chaque jour, quel que soit le statut infectieux du patient, permettra de s'en prémunir le

plus souvent. Elles seront complétées, en fonction de l'évaluation des risques, par d'éventuelles mesures complémentaires. ●

1. *Instruction n°DGOS/PF2/DGS/RI1/DGCS/2015/202 du 15 juin 2015 relative au Programme national d'actions de prévention des infections associées aux soins (Propias) 2015.*

2. *Les précautions standard. Des recommandations pour la prévention du risque infectieux autour des soins. Références en santé au travail, 2017, TM 42. Accessible sur : [www.rst-sante-travail.fr/rst/pages-article/ArticleRST.html?ref=RST.TM%2042](http://www.rst-sante-travail.fr/rst/pages-article/ArticleRST.html?ref=RST.TM%2042)*

## POUR EN SAVOIR +

- Prévention domicile : le site de référence pour la prévention des risques professionnels au domicile (Ircem, CNAM, INRS). Accessible sur : [www.prevention-domicile.fr/](http://www.prevention-domicile.fr/)

- Ressources INRS :

- Voir l'article pp. 24-28 et

- Site de l'INRS : [www.inrs.fr/metiers/sante-aide-personne.html](http://www.inrs.fr/metiers/sante-aide-personne.html)

- Base de données EFICATT

- Revue *Références en santé au travail* :

TC 154 - Vaccinations en santé au travail. Accessible sur : [www.rst-sante-travail.fr/rst/pages-article/ArticleRST.html?ref=RST.TC%20154](http://www.rst-sante-travail.fr/rst/pages-article/ArticleRST.html?ref=RST.TC%20154)

TM 42 - Les précautions standard. Des recommandations pour la prévention du risque infectieux autour des soins. Voir note 2.

- Recommandations de la Société

française d'hygiène hospitalière :

- Actualisation des précautions standard : Établissements de santé, établissements médicosociaux, soins de ville (juin 2017). Accessible sur : [https://sf2h.net/wp-content/uploads/2017/06/HY\\_XXV\\_PS\\_versionSF2H.pdf](https://sf2h.net/wp-content/uploads/2017/06/HY_XXV_PS_versionSF2H.pdf)

- Bonnes pratiques essentielles en hygiène à l'usage des professionnels en soins de ville. Accessible sur : <https://sf2h.net/publications/bonnes-pratiques-essentielles-hygiene-a-lusage-professionnels-de-sante-soins-de-ville>

- Prévention des infections associées aux soins en hospitalisation à domicile. Recommandations du CCLIN sud-est (novembre 2012). Accessible sur : [http://cclin-sudest.chu-lyon.fr/Doc\\_Reco/guides/HAD\\_2012.pdf](http://cclin-sudest.chu-lyon.fr/Doc_Reco/guides/HAD_2012.pdf)

- Recommandations nationales :

Prévention de la transmission croisée : précautions complémentaires contact Consensus formalisé d'experts (avril 2009). Accessible sur : [www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H\\_prevention-transmission-croisee-2009.pdf](http://www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H_prevention-transmission-croisee-2009.pdf)

- Recommandations nationales : Prévention de la transmission croisée par voie respiratoire : air ou gouttelettes. Recommandations pour la pratique clinique (RPC, mars 2013). Accessible sur : [www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H\\_recommandations\\_air-ou-gouttelettes\\_2013.pdf](http://www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H_recommandations_air-ou-gouttelettes_2013.pdf)

- Le Geres (Groupe d'études sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux) :

- Base de données Geres : guide des matériels de protection. Accessible sur :

- Site du Geres : [www.geres.org/](http://www.geres.org/)

# LES MÉTHODES DISPONIBLES POUR LA MESURE DES BIOAÉROSOLS AU POSTE DE TRAVAIL

Les travailleurs peuvent être exposés à des agents biologiques présents dans l'atmosphère des lieux de travail et ces expositions sont susceptibles d'avoir des effets sur leur santé. Il est possible de recourir à la métrologie des bioaérosols pour évaluer l'exposition des travailleurs, dans les nombreux secteurs concernés par les risques biologiques. Cet article propose un point sur les méthodes de mesures existantes dans la base de données MétroPol (INRS) et sur leur utilité en prévention.

---

**PHILIPPE DUQUENNE,**  
INRS,  
département  
Ingénierie des  
procédés

---

**SARAH BURZONI,**  
INRS,  
département  
Métrologie  
des polluants

---

**XAVIER SIMON,**  
INRS,  
département  
Métrologie  
des polluants

---

Les bioaérosols sont définis comme des suspensions de microparticules dans l'air, constituées en grande partie d'entités d'origine biologique. Ils peuvent contenir des micro-organismes, qui sont des organismes vivants microscopiques omniprésents dans l'environnement. Les entités microbiennes (telles que les cellules, les propagules, les spores, leurs composants et leurs métabolites) peuvent être émises dans l'air des lieux de travail, à partir des procédés dans lesquels elles sont impliquées, ou lors de la manipulation de matières contaminées. Ainsi, des expositions aux bactéries, champignons, virus, endotoxines et mycotoxines aéroportées ont été démontrées dans de nombreuses situations professionnelles et dans des secteurs variés, tels que ceux de la santé, l'agriculture, l'agroalimentaire, la gestion des déchets, l'assainissement, etc. [1, 2]. Les bioaérosols émis aux postes de travail se caractérisent par :

- une composition en espèces et en composés microbiens généralement complexe,
- des concentrations pouvant atteindre des niveaux de plusieurs milliers de fois supérieurs à celles observées dans des zones non contaminées,
- une grande variabilité (de composition, de concentrations) dans le temps et dans l'espace.

Si les micro-organismes sont indispensables à la vie, certains d'entre eux peuvent avoir des effets néfastes sur la santé. Ainsi, les expositions professionnelles aux bioaérosols peuvent être associées chez les travailleurs à des troubles de la santé, y compris des symptômes gastro-intestinaux, inflammatoires et immuno-allergiques [3]. Toutefois, les connaissances actuelles ne permettent pas d'établir une relation claire entre les niveaux de concentration mesurés et les symptômes observés. Par conséquent, il n'y a pas de valeurs limites d'exposition professionnelle

(VLEP) pour les agents biologiques en suspension dans l'air et l'interprétation des données d'exposition aux bioaérosols en termes de risques biologiques encourus est encore incertaine. Malgré tout, l'évaluation des expositions aux bioaérosols peut apporter des informations utiles pour la prévention et des méthodes de mesure ont été proposées ces dernières décennies. L'objectif de cet article est de faire le point sur les méthodes actuellement disponibles en France et de discuter leurs apports et leurs limites.

## Les méthodes de mesure disponibles

La mesure des concentrations en polluants biologiques dans l'air se déroule en deux étapes principales : le prélèvement qui consiste à faire passer un volume d'air connu sur un support de collecte pour y piéger les polluants, puis l'analyse de l'échantillon prélevé, qui se fait de manière différée au laboratoire. Plusieurs méthodes ont été développées et caractérisées par l'INRS pour mesurer certaines particules d'origine biologique en suspension dans l'air des atmosphères de travail, notamment les micro-organismes cultivables, les endotoxines et plusieurs mycotoxines. Ces méthodes ont été développées dans un objectif de standardisation, afin que les mesures effectuées au sein du Réseau Assurance maladie – Risques professionnels et leur interprétation soient homogènes et comparables (cf. Tableau 1). Les protocoles de mesure, détaillés et complets, sont consultables dans la base de données MétroPol développée par l'INRS ([www.inrs.fr/metropol](http://www.inrs.fr/metropol)) ; les méthodes de mesure des mycotoxines dans l'air des lieux de travail sont également présentées et commentées par ailleurs [4].

## Spécificités de la métrologie des bioaérosols

Concernant les méthodes de mesure, plusieurs spécificités existent :



MÉTHODES MÉTROPOL N°	M-147	M-154	M-45 (AFLATOXINES B1, B2, G1, G2) M-46 (FUMONISINE B1) M-48 (OCHRATOXINE A) M-306 (ZÉARALÉNONE) M-339 M-426 (MULTI-MYCOTOXINES)
Substances / entités microbiennes mesurées	Micro-organismes cultivables bactéries et champignons capables de former des colonies	Endotoxines composants de la paroi de certaines bactéries	Mycotoxines substances secrétées par certains champignons
Dispositif de prélèvement (débit)	- cassette fermée 37 mm - membrane en polycarbonate (2 L.min <sup>-1</sup> )	- cassette fermée 37 mm - filtre en fibres de verre apyrogène (2 L.min <sup>-1</sup> )	- CIP 10-I (inhalable) - mousse en polyuréthane (10 L.min <sup>-1</sup> )
Transport / conservation de l'échantillon	- cassette complète à 4 °C - analyse dans les 24 heures après le prélèvement	- cassette complète à 4 °C - analyse dans les 24 heures après le prélèvement	- coupelle de CIP à température ambiante - analyse dans les 30 jours après le prélèvement
Principales étapes de préparation et de réalisation de l'analyse	- extraction des micro-organismes collectés dans la cassette par agitation (solution stérile) - dilutions - étalement sur un milieu de culture gélosé - incubation des boîtes de Pétri et comptage des colonies - identification des colonies possible après repiquage	- extraction des endotoxines collectées sur le filtre par agitation (eau apyrogène) - centrifugation des extraits - dilutions - dosage par la méthode cinétique et chromogénique au LAL (spectrophotométrie)	- extraction des mycotoxines collectées dans la mousse et la coupelle par ultrasons avec un mélange de solvants - dilutions - fixation, purification et extraction des mycotoxines (colonne d'immuno-affinité) - dosage par chromatographie en phase liquide, détection par fluorométrie
Expression du résultat	UFC.m <sup>-3</sup> Unités formant colonies par mètre cube d'air	UE.m <sup>-3</sup> Unités endotoxines par mètre cube d'air (1 UE est la quantité qui a la même activité que 0,1 ng de l'endotoxine de référence d'Escherichia coli)	ng.m <sup>-3</sup> nanogrammes par mètre cube d'air

← TABLEAU 1  
Présentation synthétique des méthodes MétroPol disponibles pour la mesure des bioaérosols dans l'air des lieux de travail.

- les matériels, produits et réactifs utilisés dans les méthodes de prélèvement et d'analyse doivent être stériles (et apyrogènes - n'entraînant pas de fièvre - dans le cas des endotoxines). Idéalement, les manipulations doivent être effectuées sous un poste de sécurité microbiologique, dans un laboratoire dont le niveau de confinement est adapté, afin d'éviter les contaminations lors de la préparation des dispositifs de prélèvement ou la réalisation des analyses, par exemple. Une attention particulière doit être apportée à l'assemblage des cassettes et des coupelles de CIP 10-I ; il est ainsi conseillé de vérifier l'absence de la substance biologique recherchée dans les lots préparés, stockés et transportés ;
- en l'absence de consensus en faveur d'une convention spécifique, la fraction conventionnelle inhalable est très majoritairement utilisée pour les prélèvements de bioaérosols. Elle correspond à l'ensemble des particules qui peuvent être aspirées par le nez ou la bouche ;
- après prélèvement, il est conseillé d'acheminer les échantillons vers le laboratoire d'analyse le plus

rapidement possible. Le transport (ou l'envoi) et le stockage des cassettes pour les micro-organismes cultivables et les endotoxines devront être réfrigérés (à ~ 4 °C) et les analyses devront être effectuées le lendemain des prélèvements (dans les 24 heures). L'absence de VLEP complique l'interprétation des résultats de mesure en termes d'évaluation des risques liés aux bioaérosols. Dans ce contexte, la stratégie de prélèvement consiste à inclure, dans la campagne de mesures, des prélèvements simultanés de bioaérosols dans des zones supposées non contaminées par les activités de l'entreprise, par exemple dans un bureau administratif ou à l'extérieur. Ces prélèvements de référence permettent ainsi d'effectuer des comparaisons avec les concentrations mesurées aux postes de travail. L'influence des activités sur l'augmentation des niveaux de concentration en polluants est alors plus facilement mise en évidence, par comparaison aux concentrations mesurées à ces points de référence. Les réflexions concernant la définition d'une stratégie de prélèvement adaptée aux bioaérosols ne sont toutefois pas stabilisées. La variation saisonnière



CODE NAF	LIBELLÉ	TOUTES MESURES	BACTÉRIES CULTIVABLES À 25 °C	MOISSISSURES CULTIVABLES À 25 °C	ENDOTOXINES	MYCOTOXINES
Naf 38	Collecte, traitement et élimination des déchets, récupération	50 %	58 %	54 %	44 %	5 %
Naf 10	Industries alimentaires	19 %	14 %	19 %	21 %	70 %
Naf 17	Industrie du papier et du carton	4 %	4 %	4 %	6 %	-
Naf 37	Collecte et traitement des eaux usées	4 %	4 %	4 %	3 %	-
Naf 46	Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motocycles	3 %	2 %	4 %	4 %	-
Naf 36	Captage, traitement et distribution d'eau	3 %	3 %	2 %	3 %	-
Naf 84	Administration publique et défense ; sécurité sociale obligatoire	2 %	2 %	2 %	4 %	-
Naf 23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	2 %	2 %	2 %	2 %	-
Naf 77	Activités de location et location-bail	1 %	2 %	1 %	2 %	-
Naf 90	Activités créatives, artistiques et de spectacle	1 %	2 %	1 %	2 %	-
Naf 96	Autres services personnels	1 %	1 %	1 %	2 %	-
Naf 13	Fabrication de textiles	1 %	1 %	1 %	2 %	-
Naf 47	Commerce de détail, à l'exception des automobiles et des motocycles	1 %	1 %	1 %	2 %	1 %
Naf 11	Fabrication de boissons	< 1 %	1 %	1 %	-	-
Naf 52	Entreposage et services auxiliaires des transports	1 %	< 1 %	<1 %	< 1 %	13 %
Naf 82	Activités administratives et autres activités de soutien aux entreprises	< 1 %	< 1 %	<1%	< 1 %	-
Naf 28	Fabrication de machines et équipements n.c.a.	< 1 %	< 1 %	<1%	< 1 %	-
Naf 14	Industrie de l'habillement	< 1 %	-	-	1 %	-
Naf 18	Imprimerie et reproduction d'enregistrements	< 1 %	-	-	< 1 %	-
Naf 25	Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements	1 %	2 %	2 %	1 %	-
Naf 94	Activités des organisations associatives	< 1 %	-	-	-	11 %

↑ **TABLEAU 2**  
Répartition des mesures des bioaérosols dans les différents secteurs d'activité (extraction de la base de données Colchic N° 2018/009).

des concentrations et, de manière plus générale, une meilleure connaissance des variations spatio-temporelles des expositions devront notamment être mieux prises en considération dans le futur. Enfin, la stratégie de prélèvement des bioaérosols peut avantageusement inclure des mesures complémentaires d'autres paramètres d'intérêts, tels que les concentrations massiques en poussières inhalables, la distribution granulométrique de l'aérosol, ou encore les concentrations de certains agents chimiques ciblés. L'ensemble de ces informations contribuera à établir le diagnostic. Dans tous les cas, les mesures réalisées

doivent permettre de répondre à l'objectif de l'intervention (évaluer les expositions des travailleurs, vérifier l'efficacité des moyens de prévention existants, etc.) et être adaptées au secteur professionnel investigué. Les travailleurs doivent être informés des objectifs et des modalités de ces mesures.

#### Mise en œuvre en entreprises et utilité en prévention

Les méthodes MétroPol disponibles sont utilisées en entreprise, notamment par les Carsat, et ont progressivement permis d'améliorer les connaissances

sur les bioaérosols et de documenter les expositions dans différents secteurs professionnels.

La base de données Colchic centralise les mesures de concentrations des agents chimiques et des agents biologiques qui sont effectuées par les Laboratoires interrégionaux de chimie des Carsat-Cramif et l'INRS. Ces données d'exposition sont enregistrées respectivement depuis 1987 et 2011. En juin 2018, la base Colchic recensait environ 150 dossiers enregistrés concernant des mesures de bioaérosols, ce qui représente environ 4 600 résultats de mesures individuelles et d'ambiance. À titre de comparaison, la base de données contient plus de 1,1 million de mesures de concentrations d'agents chimiques (*extraction de la base de données Colchic N° 2018/009*). Concernant les mesures des micro-organismes, 91 % des résultats de mesure enregistrés portent sur les moisissures cultivables (37 %), les bactéries cultivables (33 %) et les endotoxines (24 %) (*extraction de la base de données Colchic N° 2018/009*). Pour les mycotoxines, les données disponibles dans la base représentent moins de 1 % de l'ensemble des valeurs. Les campagnes de mesure effectuées ont permis d'apporter des connaissances sur les expositions professionnelles aux bioaérosols en France pour différents secteurs d'activité. Par exemple, pour les moisissures cultivables, 50 % de ces mesures concernent le secteur de la collecte, du traitement et de l'élimination des déchets et de leur récupération (code NAF 38) et 19 % pour celui des industries alimentaires (NAF 10. Cf. Tableau 2). Les autres résultats de mesures sont répartis dans 16 secteurs d'activités différents. Pour les bactéries cultivables et les endotoxines, les secteurs investigués sont globalement les mêmes (Cf. Tableau 2). En revanche, les mycotoxines ont principalement été recherchées dans les secteurs des industries alimentaires (NAF 10) et de l'entreposage et services auxiliaires des transports (NAF 52). Par ailleurs, les méthodes MétroPol ont été mises en œuvre, en vue de mener des études plus spécifiques. Ainsi, les mesures ont permis d'évaluer le niveau des expositions des travailleurs lors de la réalisation d'une tâche particulière ou lors de la durée totale du poste de travail [5, 6]. Dans certains cas, les mesures ont pu être effectuées en lien avec une étude des données médicales concernant les travailleurs exposés [7, 8]. Elles permettent également de proposer des améliorations des moyens de prévention mis en place aux postes de travail afin de limiter les expositions [9]. Les mesures de concentrations en bioaérosols sont généralement complémentaires d'autres mesures (poussières, agents chimiques) ; elles participent alors à l'établissement du diagnostic et peuvent, par exemple, renforcer les conclusions ou préconisations formulées. Pour certains postes de travail où l'empoussièrement et les concentrations en agents chimiques sont faibles, les



© Patrick Delapierre pour l'INRS

mesures d'exposition aux bioaérosols (moisissures, endotoxines, etc.) peuvent toutefois s'avérer déterminantes pour établir le diagnostic et enclencher une réflexion autour des moyens de prévention.

### Interprétation des résultats

Comme déjà évoqué, il n'existe pas de VLEP permettant d'interpréter facilement les niveaux d'expositions aux bioaérosols en termes de risques biologiques. L'une des principales raisons réside dans l'absence de corrélation entre les résultats en concentrations et les effets dans le corpus des diverses études épidémiologiques publiées.

Le recours à la mesure peut cependant être utile pour la prévention des expositions aux bioaérosols à la condition que la stratégie de mesurage soit bien définie. D'abord, la comparaison des niveaux d'expositions avec les concentrations mesurées dans des zones non contaminées permet de vérifier si l'environnement professionnel est bien à l'origine des expositions observées. Elle permet également de les situer par rapport à des environnements réferents. À titre d'exemple, les niveaux d'endotoxines observés dans des environnements non exposés, tels que l'air extérieur ou l'air intérieur sans sources,





sont généralement inférieurs à une dizaine d'unités endotoxines par mètre cube d'air (UE.m<sup>-3</sup>) [10, 11], alors qu'ils peuvent être de cent fois à plusieurs milliers de fois supérieurs dans certaines zones ou sur certains postes de travail.

Ensuite, les expositions mesurées peuvent être comparées aux valeurs guides qui sont proposées par certains pays ou dans des articles scientifiques. Toutefois, il n'y a pas de consensus international pour ces valeurs et la plupart ne sont pas reliées à des effets sur la santé. En France, le Réseau Assurance maladie – Risques professionnels dispose de valeurs guides pour les endotoxines dans l'air (200 et 1000 UE.m<sup>-3</sup>), qui permettent d'harmoniser l'interprétation des résultats de mesure de concentrations rencontrées en milieu professionnel, sans considération d'un éventuel effet sur la santé [12]. L'utilisation de ces valeurs guides suppose que les mesures aient été effectuées à l'aide de la méthode MetroPol M-154, publiée par l'INRS [13]. Ces valeurs guides constituent un objectif de prévention pour abaisser les niveaux d'exposition. Un travail est en cours afin de proposer des valeurs guides pour les micro-organismes cultivables mesurés avec la méthode MetroPol M-147 [14]. En ce qui concerne les mycotoxines, les données disponibles ne permettent pas de proposer de valeurs guides pour le moment.

Enfin, l'identification de micro-organismes présents dans les bioaérosols et en connaissance des dan-

gers associés, permet parfois de mieux apprécier les risques encourus. Par exemple, cette approche complémentaire a permis de mieux préciser le risque immunoallergique associé à l'exposition aux moisissures de travailleurs dans le secteur des produits de salaison [9].

### Conclusions et perspectives

Des méthodes de mesures ont été développées pour évaluer les expositions professionnelles aux bioaérosols. Décrites dans la base MetroPol, elles permettent de standardiser les pratiques, de collecter des données comparables entre elles et d'homogénéiser l'interprétation des résultats de mesures au sein du réseau Assurance maladie – Risques professionnels. Leur mise en œuvre en entreprise a progressivement permis de documenter les expositions dans différents secteurs d'activité. Le plus souvent, cette démarche métrologique conduit à proposer des améliorations des moyens de prévention et peut constituer un support pédagogique pour une meilleure appréhension des risques biologiques dans les entreprises.

L'INRS poursuit son effort de développement de méthodes (glucanes, ergostérol, biodiversité) et de stratégies de mesures, afin de mieux appréhender, à terme, la complexité des expositions aux bioaérosols. Les travaux de l'Institut visent également à permettre une meilleure interprétation des résultats de mesures. ●

## BIBLIOGRAPHIE

- 1. DUQUENNE P., MARCHAND G., DUCHAINE C.** – Measurement of endotoxins in bioaerosols at workplace: A critical review of literature and a standardization issue. *The Annals of Occupational Hygiene*, 2013, 57, 2, pp. 137-172.
- 2. OPPLIGE, A., DUQUENNE P.** – Chapter 8 - *Highly contaminated workplaces*, in *Environmental Mycology*. in : C. Viegas et al., Ed. – Public Health : Fungi and Mycotoxins Risk Assessment and Management. Amsterdam, Academic Press, 2016, pp. 79-105.
- 3. WALSER S.M. ET AL.** – Evaluation of exposure-response relationships for health effects of microbial bioaerosols – A systematic review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2015, 218, 7, p. 577-589.
- 4. JARGOT D., MELIN S., NDAW S.** – Mycotoxines dans l'air des lieux de travail : les méthodes de mesure évoluent. *Hygiène et Sécurité du Travail*, 2018, 251, pp. 70-75 ([www.hst.fr](http://www.hst.fr)).
- 5. SIMON X., DUQUENNE P.** – Expositions professionnelles aux aérosols de moisissures : exemple dans une cave d'affinage de fromages. *Hygiène et Sécurité du Travail*, 2013, 232, pp. 60-63 ([www.hst.fr](http://www.hst.fr)).
- 6. DUQUENNE P. ET AL.** – Exposure to airborne endotoxins among sewer workers: An exploratory study. *The Annals of Occupational Hygiene*, 2014, 58, 3, pp. 283-293.
- 7. BONNAFÉ A. ET AL.** – Mesure de l'exposition aux moisissures et atteintes respiratoires chez les affineurs de fromages. *Références en Santé au Travail*, 2014, 137 (TF 215), pp. 47-58.
- 8. GEHIN D. ET AL.** – Fabrication de saucissons secs et pneumopathie d'hypersensibilité. Point des connaissances et étude de poste. *Documents pour le médecin du travail*, 2009 120 (TF 183), p. 437-452.
- 9. SIMON X., DUQUENNE P.** – Fabrication de saucissons : Mesures et prévention des expositions aux bioaérosols. *Hygiène et Sécurité du Travail*, 2014, 235, p. 59-62 ([www.hst.fr](http://www.hst.fr)).
- 10. PARK J.H. ET AL.** – Longitudinal study of dust and airborne endotoxin in the home. *Environmental Health Perspectives*, 2000, 108, 11, p. 1023-8.
- 11. MADSEN A.M.** – Airborne endotoxin in different background environments and seasons. *Annals of Agriculture and Environmental Medicine*, 2006, 13, 1, p. 81-6.
- 12. BALT Y. I. ET AL.** – Valeurs guides endotoxines – Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols. *Hygiène et Sécurité du Travail*, 2015, 239, pp. 46-50 ([www.hst.fr](http://www.hst.fr)).
- 13.** Fiche MetroPol M-154 : Endotoxines (novembre 2015). In : Base de données MetroPol, INRS.
- 14.** Fiche MetroPol M-147 : Micro-organismes aérobies (novembre 2015). In : Base de données MetroPol de l'INRS. Accessible sur : [www.inrs.fr/metropol](http://www.inrs.fr/metropol)

# EXPOSITION AUX BIOAÉROSOLS DANS LES CENTRES DE TRI DES DÉCHETS MÉNAGERS RECYCLABLES

Les centres de tri des déchets de collectes séparées issues des ménages et assimilés emploient environ 7 000 personnes, dont 5 500 opérateurs sur chaîne. La prévention des risques professionnels dans ce secteur d'activité a bénéficié de nombreuses études ces dernières années, mais les risques biologiques y restent insuffisamment étudiés. Cet article met l'accent sur les risques biologiques rencontrés dans les centres de tri et notamment, sur les enseignements apportés par une série de campagnes de mesure des bioaérosols effectuées dans une vingtaine de centres en France.

PHILIPPE  
DUQUENNE,  
INRS,  
département  
Ingénierie des  
procédés

BRIGITTE  
FACON,  
contrôleur  
de sécurité,  
Cramif

**E**n 2011, le parc de centres de tri en France comprenait 253 unités, pour un nombre total d'emplois directs estimé à environ 7 000 personnes, dont 5 500 opérateurs sur la chaîne, et un volume total de déchets traités avoisinant les 3 millions de tonnes [1]. En fonction de leurs spécificités, ces installations traitent la fraction solide sèche des déchets ménagers (emballages, journaux et magazines) et assimilés (déchets non dangereux issus des activités économiques et encombrants des ménages) provenant de la collecte séparée. Différentes techniques sont retrouvées dans les centres de tri allant du tri manuel par un opérateur au tri mécanisé, tandis que certaines installations sont totalement automatisées [1]. L'objectif est de séparer les différents déchets par types de matériaux qui pourront être valorisés. Les déchets triés constituent ainsi la matière première pour la fabrication de nouveaux produits dans l'industrie ou peuvent être destinés à la valorisation énergétique si aucune filière de recyclage n'est disponible. Les centres de tri sont des environnements de travail présentant de nombreux risques : risques liés à la circulation et co-activité, risques mécaniques, risques physiques liés au bruit et aux vibrations, gestes répétitifs, chutes de hauteur, de plain-pied, risques liés aux manutentions manuelles ainsi que les risques chimiques et biologiques (pollution atmosphérique : poussières, micro-organismes, gaz d'échappement), etc. Les études menées dans ce secteur ont abouti à la proposition d'un guide et d'une norme intégrant la prévention des différents risques (notamment les troubles musculo-squelettiques, etc.) dès la concep-

tion [2,3]. Pour autant, les risques biologiques restent insuffisamment pris en considération dans cette filière.

Les micro-organismes peuvent être présents dans les déchets, voire s'y développer si les conditions sont favorables. Ils sont susceptibles d'y libérer certains composés qui les constituent ou qu'ils produisent. Ces biocontaminants peuvent être mis en suspension dans l'air des centres de tri lors des différentes opérations de traitement des déchets, et d'une façon générale, lors de leur manipulation. L'exposition aux bioaérosols a été démontrée dans différents pays et associée à des effets sur la santé des travailleurs [4,5]. Toutefois, les données d'exposition publiées concernant le territoire français sont assez limitées [6,7].

Des campagnes de mesure des bioaérosols ont été effectuées dans plusieurs centres de tri de déchets de collectes sélectives en France par la Cramif et l'INRS. Cet article présente un retour d'expérience sur les campagnes effectuées et les connaissances acquises sur les risques biologiques dans ce secteur d'activité.

## Organisation des campagnes de mesure

Les campagnes de mesure ont été effectuées entre 2009 et 2017, avec un total de 40 interventions qui ont permis d'investiguer 23 centres de tri répartis sur le territoire national. Ces centres traitent la fraction solide et sèche des déchets ménagers résiduels (DMR) comprenant des emballages, des journaux et des magazines et parfois, pour certains sites, des déchets non dangereux issus des activités économiques (DAE) et les encombrants des ménages. La diversité des process observés n'est pas décrite en détail dans le



ENCADRÉ 1

DESCRIPTION GÉNÉRALE DES OPÉRATIONS DE TRI DES DMR

Dans le centre de tri, les DMR (déchets ménagers résiduels) issus de la collecte séparée sont déchargés sur une zone ou un quai dédié ou encore dans une fosse. Les DAE

chargeuse déverse les déchets dans une trémie qui alimente le convoyeur de la chaîne de tri. Le début de la chaîne comprend parfois un ouvre-sacs mécanique. Les déchets subissent plusieurs étapes de tri mécanisé (trommel, crible balistique, trieurs optiques...) selon la configuration du site. Un tri électromagnétique est généralement réalisé sur la chaîne pour retirer les objets métalliques. Un pré-tri peut être réalisé en cabine (manuellement) qui permet de retirer les gros objets (grands cartons, matériaux ou objets indésirables...). Le tri mécanisé permet la séparation des corps creux (bouteilles en plastique, briques alimentaires, cannettes etc.), des corps plats (magazines, journaux, papiers, cartons, etc.) et des

autres éléments de petite taille (déchets impossibles à trier et poussières, etc.). Les corps plats et creux sont généralement triés manuellement en cabine par des opérateurs pour séparer les différentes fractions valorisables qui sont stockées en alvéoles distinctes. Les différents matériaux recyclables sont ensuite acheminés vers une presse où ils sont compactés sous forme de balles. Celles-ci sont ensuite transportées vers les usines de recyclage. Dans certaines installations, le papier est laissé en vrac. Les refus de tri et les matériaux indésirables sont destinés à la valorisation énergétique ou sont éliminés selon une autre filière.



© Albert Pereira pour l'INRS

(déchets non dangereux issus des activités économiques) et les encombrants sont eux aussi déchargés sur une zone dédiée. Un grappin ou une

présent article (une description générale est proposée dans l'encadré 1) ; les centres différaient par les types d'équipements utilisés, leur degré de mécanisation, l'organisation du travail, le niveau de prévention existant, la nature des déchets traités, etc. L'ensemble des centres visités avait une gestion dite LIFO (*Last In / First Out*), c'est-à-dire que les derniers déchets arrivés sont ceux traités en priorité. Dans tous les centres investigués, au moins une des opérations de tri était réalisée par des opérateurs en cabine. Les prélèvements individuels ont été effectués dans le but de mesurer les concentrations dans l'air des poussières inhalables, d'endotoxines, ainsi que de bactéries et de moisissures cultivables. Les mesures ont été effectuées selon les méthodes MétroPol publiées par l'INRS ([www.inrs.fr/metropol](http://www.inrs.fr/metropol)). La campagne de mesure a permis de collecter des échantillons de bioaérosols prélevés en ambiance et en individuel, mais seuls ces derniers sont présentés dans cet article. Pour les poussières, les résultats sont exprimés en milligrammes par mètre cube d'air (mg/m<sup>3</sup>). Pour les endotoxines, les résultats sont exprimés en Unités d'endotoxines par mètre cube d'air (UE/m<sup>3</sup>). Pour les bactéries et les moisissures cultivables, les résultats sont exprimés en Unité formant colonie par mètre cube d'air (UFC/m<sup>3</sup>). Ce sont les opérateurs de tri de déchets recyclables dans les différentes cabines, les conducteurs de chargeuses et de grappins, les opérateurs en charge du

tri des DAE et les opérateurs de presse, ceux assurant le nettoyage des installations et les techniciens de maintenance qui ont été suivis. Des opérateurs polyvalents ou assurant différentes activités de tri et ceux d'autres entités, affectés à d'autres tâches (quai de réception, caractérisation des déchets, responsable process, etc.), ont également été suivis au cours de l'étude.

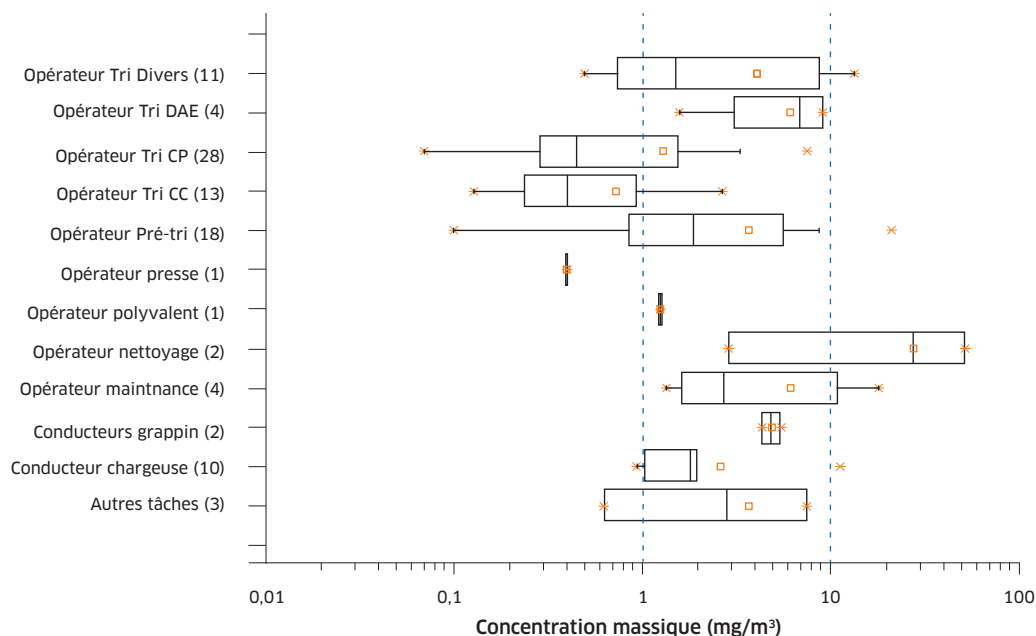
**Principaux résultats et apports sur la prévention**

La campagne de prélèvements individuels a permis de collecter 97 échantillons pour la mesure des poussières, 171 pour la mesure des endotoxines, 184 pour celle des moisissures cultivables et 182 pour celles des bactéries cultivables.

**Exposition aux poussières inhalables**

Pour les poussières inhalables, les mesures effectuées ont révélé des niveaux d'exposition compris entre 0,07 et 52,5 mg/m<sup>3</sup>. Le nombre de mesures dépassant la VLEP de 10 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières inhalables réputées sans effet spécifique [8] et le 1/10<sup>e</sup> de cette valeur (1 mg/m<sup>3</sup>) représentent, respectivement, 6,1 % et 58 % de l'ensemble des mesures effectuées (Cf. Figure 1). En ce qui concerne les postes très exposés, la concentration la plus élevée a été mesurée pour un opérateur chargé du nettoyage (52,5 mg/m<sup>3</sup>). Les





← **FIGURE 1**  
Exposition aux poussières inhalables dans les centres de tri des déchets ménagers recyclables. Les lignes en pointillés indiquent la VLEP pour les poussières supposées sans effets spécifiques (10 mg/m<sup>3</sup>) et le 1/10<sup>e</sup> de cette valeur (1,0 mg/m<sup>3</sup>).

CC : corps creux ; CP : corps plats ; DAE : Déchets d'activités économiques ;  
 □ : Concentration moyenne ; \* : Concentration maximale et minimale.

La valeur centrale de chaque rectangle indique la médiane et les bords du rectangle indiquent les quartiles (50 % des valeurs comprises entre les deux bords). Les extrémités de chaque boîte représentent 1,5 fois l'espace inter-quantile. Nombre total de valeurs obtenues lors de la campagne = 97 ; le chiffre entre parenthèses indique le nombre de valeurs par poste.

opérateurs réalisant le tri des DAE sont également exposés à des concentrations relativement élevées, avec des valeurs comprises entre 1,60 et 9,2 mg/m<sup>3</sup>. Les niveaux d'exposition médians, plutôt élevés, ont été observés pour les conducteurs des grappins et les opérateurs en charge du pré-tri (maximum de 21,2 mg/m<sup>3</sup>), de la maintenance (maximum de 18,2 mg/m<sup>3</sup>) et ceux en charge de tri divers (maximum de 13,3 mg/m<sup>3</sup>) (Cf. Figure 1).

Pour les conducteurs de chargeuses et de grappins, les niveaux d'exposition aux poussières sont généralement inférieurs à 2,0 mg/m<sup>3</sup>, hormis deux cas pour lesquels la chargeuse n'était pas équipée d'une cabine ventilée. Les expositions restent relativement faibles pour les travailleurs en cabine en charge du tri des corps creux et des corps plats (Cf. Figure 1).

## ENCADRÉ 2

### VALEURS GUIDES UTILISÉES POUR INTERPRÉTER LES RÉSULTATS DE MESURE CONCERNANT LES BIOAÉROSOLS

Pour les endotoxines dans l'air, l'INRS propose deux valeurs guides : une valeur à 200 UE/m<sup>3</sup>, qui constitue un premier seuil d'alerte appelant la planification d'actions de prévention et une seconde valeur à 1 000 UE/m<sup>3</sup>, qui constitue un second seuil d'alerte appelant des actions de prévention immédiates [9].

Les valeurs guides publiées pour les bactéries et les moisissures varient généralement d'un pays à l'autre [17].

En France, il n'y a pas de valeur-guide proposée pour les bactéries et les moisissures dans l'air au poste de travail ;

les valeurs de 10<sup>4</sup>, 10<sup>5</sup> et 10<sup>6</sup> UFC/m<sup>3</sup> constituent des seuils arbitrairement choisis dans cet article pour situer les résultats. À titre de comparaison, en Suisse, les valeurs qui peuvent être qualifiées d'acceptables aux postes de travail

sont de 10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> pour les germes aérobies mésophiles (i.e. bactéries) et de 10<sup>3</sup> UFC/m<sup>3</sup> pour les moisissures [18].

En Allemagne, une valeur guide est proposée à 5×10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> pour les moisissures dans l'air des centres de tri des déchets ménagers [19].

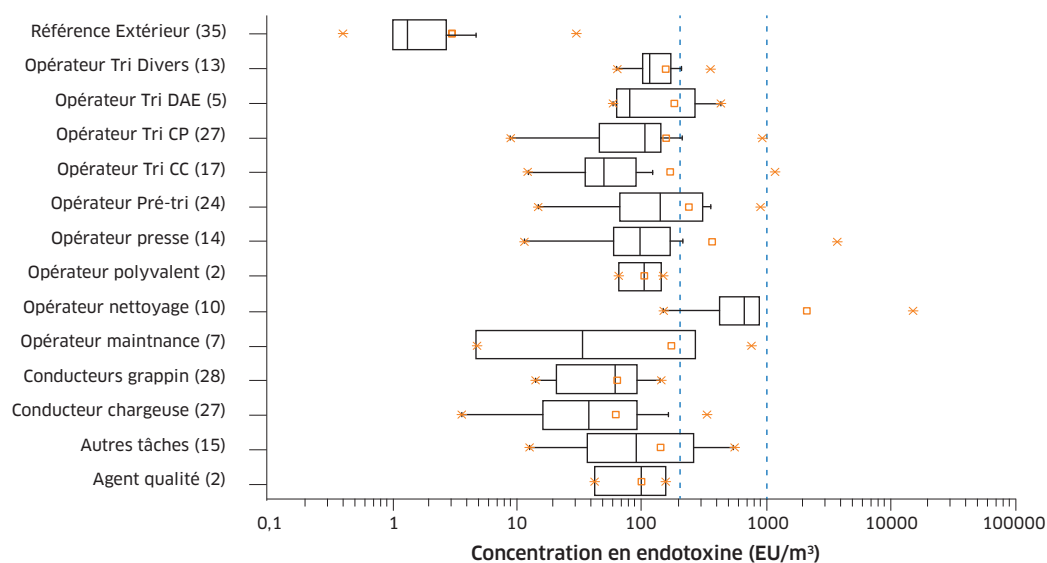
Au Canada, la valeur guide proposée pour les milieux industriels est de 10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> pour les bactéries

[20] et 10<sup>4</sup> spores/m<sup>3</sup> pour les moisissures [21]. Par ailleurs, un travail scientifique de synthèse de nombreux travaux

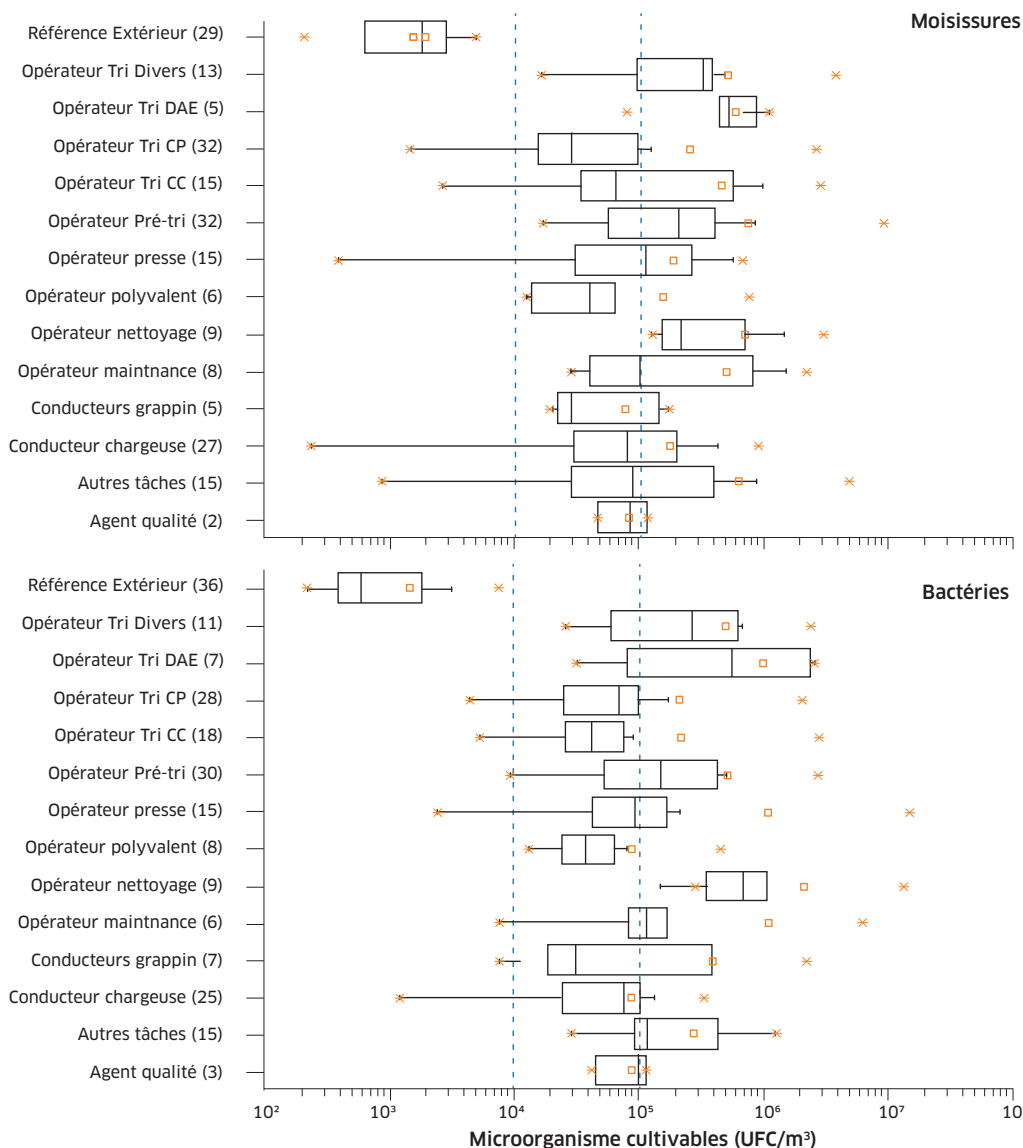
(incluant un grand nombre de secteurs différents) conclut que la majorité des effets liés à l'exposition aux moisissures se manifestent à partir de niveaux d'environ 10<sup>5</sup> spores/m<sup>3</sup> [22].



**FIGURE 2 →**  
Exposition aux endotoxines dans les centres de tri des déchets ménagers recyclables. Les lignes en pointillés indiquent les valeurs guides proposées par l'INRS à 200 UE/m<sup>3</sup> et à 1 000 UE/m<sup>3</sup>.



**FIGURE 3 →**  
Exposition aux micro-organismes cultivables dans les centres de tri des ordures ménagères. Les lignes en pointillés indiquent les valeurs arbitraires permettant de situer les niveaux d'exposition à 10<sup>4</sup>, 10<sup>5</sup> et 10<sup>6</sup> UFC/m<sup>3</sup>.



CC : corps creux ; CP : corps plats ; DAE : Déchets d'activités économiques ;  
 □ : Concentration moyenne ; × : Concentration maximale et minimale.  
 La valeur centrale de chaque rectangle indique la médiane et les bords du rectangle indiquent les quartiles (50 % des valeurs comprises entre les deux bords). Les extrémités de chaque boîte représentent 1,5 fois l'espace inter-quartile. Nombre total de valeurs obtenues lors de la campagne = 171 ; le chiffre entre parenthèses indique le nombre de valeurs par poste.

### Exposition aux endotoxines

Les campagnes de mesure ont révélé des niveaux d'exposition aux endotoxines systématiquement supérieurs aux concentrations mesurées à l'extérieur (Cf. Figure 2). Plus de 78 % des concentrations mesurées sont inférieures à la valeur guide de 200 UE/m<sup>3</sup> proposée par l'INRS et seulement 2,3% des valeurs dépassent la valeur guide de 1 000 UE/m<sup>3</sup> préconisée (Cf. Encadré 2). Les expositions les plus élevées concernent les travailleurs en charge des opérations de nettoyage (maximum d'environ 15 000 UE/m<sup>3</sup>) et un opérateur de presse (maximum d'environ 3 700 UE/m<sup>3</sup>).

### Exposition aux micro-organismes cultivables

Les expositions aux moisissures cultivables qui ont été mesurées sont caractérisées par une étendue très large et sont comprises entre 240 et  $9,1 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup> (Cf. Figure 3). Elles sont d'une dizaine de fois à plusieurs centaines de milliers de fois supérieures à celles mesurées aux points de référence extérieure. Près de 95 % des mesures effectuées sont supérieures à  $1,0 \times 10^4$  UFC/m<sup>3</sup>, 47% sont supérieures à  $1,0 \times 10^5$  UFC/m<sup>3</sup> et 10 % sont supérieures à  $1,0 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>, seuils arbitrairement choisis dans cet article pour situer les valeurs (Cf. Encadré 2). Au regard des données publiées par ailleurs, les centres de tri peuvent être considérés comme des environnements avec des atmosphères de travail contaminés en moisissures et des expositions élevées [10, 11]. Les expositions médianes les plus élevées ont été mesurées pour les opérateurs en charge du tri des DAE (maximum de  $1,1 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>), du pré-tri (maximum de  $9,1 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>), de la maintenance (maximum de  $2,1 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>) et du nettoyage (maximum de  $2,9 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>). Les opérateurs affectés aux tâches « tri divers » comme le tri au sol (maximum de  $2,6 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>), aux « autres tâches » comme le travail sur un quai carton (maximum de  $4,8 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>) et à la conduite des chargeuses n'étant pas équipées d'une cabine ventilée, peuvent aussi être exposés (Cf. Figure 3). Les études de la biodiversité microbienne menées sur un site par l'INRS ont révélé que les champignons majoritaires dans les bioaérosols appartenaient aux genres *Penicillium*, *Aspergillus*, et *Rhizopus* et *Wallemia* [12]. Ces genres comprennent des espèces allergisantes.

Pour les bactéries cultivables, les expositions qui ont été mesurées sont du même ordre de grandeur que pour les moisissures. Elles sont comprises entre  $1,2 \times 10^3$  et  $1,4 \times 10^7$  UFC/m<sup>3</sup> (Cf. Figure 3). Elles sont également d'une dizaine de fois à plusieurs centaines de milliers de fois supérieures à celles mesurées aux points de référence extérieure. Près de 94 % des niveaux d'exposition sont supérieurs à  $1,0 \times 10^4$  UFC/m<sup>3</sup>, 44 % sont supérieurs à  $1,0 \times 10^5$  UFC/m<sup>3</sup> et 10 % sont supérieurs à  $1,0 \times 10^6$



© Philippe Duquenne/INRS

UFC/m<sup>3</sup>, seuils arbitrairement choisis dans cet article pour situer les valeurs (Cf. Encadré 2). Ces niveaux d'exposition peuvent être considérés comme étant élevés. L'exposition la plus élevée a été mesurée pour un opérateur de presse ( $1,4 \times 10^7$  UFC/m<sup>3</sup>) et reste exceptionnelle à ce poste, pour lequel l'exposition médiane est de l'ordre de  $1,0 \times 10^5$  UFC/m<sup>3</sup> (Cf. Figure 3). Les expositions médianes les plus élevées ont été mesurées pour les opérateurs en charge du nettoyage (maximum de  $1,3 \times 10^7$  UFC/m<sup>3</sup>), du tri des DAE (maximum de  $2,5 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>) et du « tri divers » (maximum de  $3,8 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>). Par ailleurs, près de 30 % des mesures d'exposition effectuées dans la cabine de pré-tri sont supérieures à  $1,0 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup> (Cf. Figure 3). Les autres expositions les plus élevées concernent les opérateurs en charge de la maintenance (maximum de  $6,0 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup>) et des autres tâches. Les études de la biodiversité microbienne menées sur un site par l'INRS ont révélé que les bactéries majoritaires dans les bioaérosols appartenaient aux genres *Staphylococcus*, *Acinetobacter*, *Leuconostoc*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus* et *Brevibacterium* [12].

### Autres observations

Les mesures effectuées indiquent que les centres de tri investigués constituent des environnements empoussiérés au niveau des atmosphères, mais aussi des surfaces. En effet, il n'est pas rare d'observer des accumulations de poussières sur les sols, les installations ou les mains courantes (Cf. Figure 4). Ces poussières contiennent des microorganismes et des composés microbiens. Elles peuvent être remises en suspension dans l'air lors des mouvements d'air, du

↑ FIGURE 4  
Exemple illustrant les poussières déposées sur les installations de tri : ici une main-courante.





passage des engins, des opérations de nettoyage et de maintenance, ou du fait du fonctionnement des machines. Des chutes de poussières sont aussi observées sous les tapis roulants. Avec les activités de tri elles-mêmes, ces poussières déposées contribuent à la pollution ambiante générale.

À côté des expositions associées à l'inhalation des particules microbiennes, celles liées au contact ou à l'ingestion secondaire (objets ou mains contaminées portées à la bouche) constituent également une voie possible d'exposition pour les travailleurs dans les centres de tri. Par ailleurs, les opérateurs et les exploitants rapportent également la présence d'objets piquants ou coupants (aiguilles de seringues...), voire d'autres déchets de soins sur les chaînes de tri et ce en dépit de l'existence d'une filière spécifique pour les déchets d'activités de soins à risques infectieux (voir : [www.inrs.fr / DASRI](http://www.inrs.fr/DASRI)). Ces objets sont susceptibles d'être contaminés par des agents infectieux et représentent un risque en cas de piqûre de blessures ou de contact. Enfin, les campagnes de mesure ont aussi révélé la présence d'animaux sur les sites, qui peuvent être vecteurs de maladies (voir : [www.inrs.fr / dossier zoonoses](http://www.inrs.fr/dossier/zoonoses)).

### Interprétation des résultats et incidences sur la prévention

Les résultats montrent que les activités de tri sont à l'origine d'expositions professionnelles aux poussières et aux bioaérosols, particulièrement pour les bactéries et les moisissures cultivables. Les niveaux d'exposition observés au cours des campagnes peuvent être élevés et sont en accord avec ceux qui ont été publiés en France [6, 7] et dans le monde [4], pour des activités similaires. Les postes les plus exposés correspondent à la maintenance et au nettoyage, au tri des DAE et dans les cabines de pré-tri, à la conduite des engins non équipés de cabines ventilées et concernent également le personnel évoluant au sol.

### Interprétation des niveaux d'exposition mesurés

Les micro-organismes et les composés microbiens qui leur sont associés sont naturellement présents dans l'air des environnements de travail. Toutefois, le nombre, la diversité et la taille des particules microbiennes aéroportées varient au cours du temps, en fonction des conditions climatiques (notamment de la saison), de la situation géographique et aussi en fonction des sources en présence [13]. La majorité des micro-organismes présents naturellement dans l'air n'ont pas d'effets délétères sur la santé. Cependant, l'exposition aux bioaérosols aux postes de travail peut être préjudiciable pour la santé des travailleurs et présenter des risques de nature infectieuse, toxique et immuno-allergène

[14]. Les risques pour la santé apparaissent lorsque les concentrations de certaines espèces ou certains composés deviennent anormalement élevées, de manière ponctuelle ou répétée. Dans le secteur du traitement des déchets, plusieurs études rapportent un excès de symptômes respiratoires associés aux micro-organismes [5, 15, 16]. Les effets à plus long terme restent mal connus [16].

À l'heure actuelle, il n'existe pas de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les bioaérosols, ni en France ni ailleurs dans le monde. Au mieux, quelques valeurs-guides sont proposées par des organismes nationaux ou dans des publications scientifiques (Cf. Encadré 2). La relation dose-effet n'est pas clairement établie et les différents micro-organismes et composés qui entrent dans la composition des bioaérosols ne sont pas identifiés. En conséquence, les données de mesure sont plus difficiles à interpréter, en matière de risques encourus et en l'état actuel des connaissances. Pour autant, les niveaux d'exposition enregistrés au cours des campagnes pour les bioaérosols, justifient de mettre en œuvre des mesures de prévention.

Quelques mesures des poussières dépassent la VLEP de 10 mg/m<sup>3</sup> fixée pour les poussières inhalables réputées sans effet spécifique [8]. Celles-ci sont définies dans la circulaire du 9 mai 1985<sup>1</sup> comme « les poussières qui ne sont pas en mesure de provoquer seules sur les poumons ou sur tout autre organe ou système du corps humain d'autre effet que celui de surcharge ». Toutefois, plus de la moitié des résultats se situe au-delà du 1/10<sup>e</sup> de cette valeur, ce qui augmente la probabilité de dépasser la VLEP au cours de l'année. Par ailleurs, la présence de micro-organismes dans les poussières présentes dans les centres de tri et notamment d'espèces et de composés pouvant avoir des effets sur la santé, jette un doute sur la pertinence de la qualification de « poussières réputées sans effet spécifique » dans ce cas. En matière de stratégie de mesure d'exposition dans ce secteur d'activité, il est également important de préciser que, si la mesure des poussières apparaît nécessaire, elle n'est pas suffisante pour caractériser les expositions aux agents microbiens.

L'ensemble de ces arguments justifie de renforcer les mesures de prévention, afin d'abaisser les expositions aux poussières et aux bioaérosols présents dans les centres de tri.

### Orientations pour renforcer la prévention des risques biologiques

Le présent article n'a pas vocation à donner des recommandations précises sur les mesures de prévention spécifiques à mettre en œuvre dans tel ou tel centre de tri des déchets ménagers recyclables. Toutefois, les campagnes ont permis de dégager des éléments de réflexion sur les mesures de prévention possibles.

### Concernant les groupes de travailleurs

Pour les travailleurs dans les cabines de tri, les expositions médianes apparaissent plus importantes dans les cabines de pré-tri que dans les cabines de tri des corps creux et des corps plats. Les cabines de pré-tri se situent en début de chaîne et reçoivent des déchets bruts en mélange peu traités et pouvant être très empoussiérés et dont la taille nécessite des gestes plus amples de la part des opérateurs. Ces éléments sont favorables à une forte dispersion dans l'environnement de travail du trieur d'une grande quantité de poussières. Les opérateurs évoluant dans les cabines de tri comptent parmi les populations qui ont reçu le plus d'attention en matière de prévention dans ce secteur [2, 3, 7]. La maîtrise des flux d'air dans les cabines permet de limiter la pollution et de garantir une protection des opérateurs. Cela implique de s'assurer de l'efficacité du système de ventilation selon le respect des règles d'utilisation et d'être vigilant sur leur bon fonctionnement et leur entretien. [2]. Pour les conducteurs de chargeuses et de grappins, des expositions élevées ont été observées, notamment pour les poussières et les micro-organismes cultivables. Les engins mobiles rencontrés au cours des différentes campagnes n'étaient pas tous équipés de cabines ventilées avec filtration permettant de protéger les travailleurs à l'intérieur de l'habitacle. Ces engins évoluent dans des atmosphères très contaminées et l'absence de système de filtration efficace et bien entretenu s'avère problématique [23]. Les opérateurs travaillant au sol, hors cabines de tri et d'engins, constituent une catégorie de travailleurs qui a reçu assez peu d'attention en matière de prévention des risques biologiques. Pourtant, les mesures révèlent des expositions médianes plutôt élevées. Cette catégorie regroupe les opérateurs de tri divers, de tri des DAE, ceux en charge de la maintenance et du nettoyage et tous les opérateurs cheminant dans le centre de tri, qui évoluent dans des atmosphères très contaminées. Une réflexion approfondie semble nécessaire pour cette catégorie de travailleurs.

### Concernant les orientations pour la prévention des risques biologiques

Un effort important a déjà été réalisé par la profession concernant la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. Toutefois, les campagnes de mesure montrent qu'une marge de progression existe concernant la prévention des risques biologiques. Les actions envisageables concernent tant l'aspect fonctionnel qu'organisationnel du tri des déchets.

#### → Limiter la prolifération microbienne :

Le stockage des déchets après leur arrivée sur site revêt une dimension particulière pour la gestion des

risques biologiques. En effet, la nature des déchets reçus dans les centres de tri (y compris sur le plan microbiologique) dépend fortement de la zone géographique dans laquelle les déchets sont collectés, et notamment des habitudes de consommation, des activités économiques, du climat, du tourisme, et de la dominance urbaine/rurale, qui la caractérisent. Ce sont des déterminants importants de l'activité de travail et pour l'évolution des populations microbiennes présentes dans les déchets à prendre en considération dans une démarche de prévention. Les conditions de stockage (durée, exposition aux événements climatiques etc.) peuvent favoriser la prolifération des populations microbiennes des déchets et impacter les expositions [6]. De surcroît, les poussières présentes dans l'air des centres de tri se déposent sur les déchets au cours de leur stockage et sont redispersées dans l'air aux postes de travail. La gestion dite LIFO des sites visités dans le cadre des campagnes de mesure a pour conséquence une augmentation du temps de séjours d'une partie des déchets avant tri, surtout si l'usine dispose d'un seul quai de déchargement. Une réflexion sur d'autres organisations [2] s'avère importante pour la prévention des risques biologiques.

#### → Limiter la production et la dispersion des poussières :

Une réflexion est à mener concernant l'amélioration de certains équipements émissifs : mise en place de carters de protection et de captages localisés sur les convoyeurs, les trommels...

- Des opérations régulières de nettoyage et de dépoussiérage des installations et des locaux sont à mettre en place, tout en veillant à la protection du personnel qui les réalise et en adaptant les méthodes de nettoyage de manière à ne pas disperser les particules (aspiration plutôt que soufflage).
- L'efficacité de la ventilation (cabines de tri ou engins) passe par la vérification périodique du système et par son entretien régulier.
- La vigilance concernant l'hygiène est à maintenir et les moyens pour y parvenir doivent pour cela être disponibles : les postes de travail doivent être nettoyés quotidiennement et les règles d'hygiène simples rappelées régulièrement (changement des vêtements de travail, lavage des mains, douche en fin poste, etc.). La présence d'animaux dans les centres de tri est à enrayer.
- Les risques biologiques doivent être pris en compte dans l'évaluation des risques professionnels. Des actions de formation et d'information sur les risques biologiques et leur prévention, notamment ceux liés aux bioaérosols, sont à promouvoir. Ces actions sont à adapter selon les organisations et les configurations propres à chaque site. Leur intégration dès la conception reste cependant la



mesure la plus efficace, en favorisant les mesures de protection collective.

### Conclusions et perspectives

Les campagnes de mesure effectuées confirment que les activités de tri des déchets ménagers recyclables et assimilés sont susceptibles d'engendrer des expositions professionnelles aux bioaérosols et aux poussières. Les observations de terrain suggèrent également la possibilité d'exposition aux agents biologiques par le biais d'autres voies, notamment le contact, l'ingestion et les blessures (piqûres).

Les résultats indiquent la nécessité de poursuivre les efforts de réflexion concernant la prévention des risques biologiques et l'intérêt de les intégrer à la prévention des autres risques, notamment les risques liés à l'empoussièrement. Toutes les actions visant à éviter la génération ou la dispersion des poussières sera bénéfique sur les niveaux d'exposition ambiants et individuels. La prévention des risques biologiques

passent également par la maîtrise de la prolifération microbienne, et par des actions d'hygiène générale et individuelle. Comme pour les autres risques professionnels, les mesures peuvent être techniques, mais également organisationnelles. Et pour une meilleure efficacité, il est essentiel que les réflexions menées sur les mesures de prévention soient intégrées dès la conception.

La prise en charge des nouveaux flux de déchets engendrée par l'extension des consignes, devrait avoir un impact sur l'aménagement des outils de production, voire conduire à l'introduction d'exigences nouvelles dans les guides de conception [2]. Il semble opportun que ce courant de réflexion intègre les éléments concernant prévention des risques biologiques. ●

1. Circulaire du 9 mai 1985 relative au commentaire technique des décrets n°s 84-1093 et 84-1094 du 7 décembre 1984 concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail.

## BIBLIOGRAPHIE

- CABARET M, FOLLEY S.** – État des lieux du parc des centres de tri de recyclables secs ménagers en France. TERRA, ADEME, 2013.
- ED 6098** – Centres de tri de déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes séparées - Guide de prévention pour la conception. INRS, 2011. Accessible sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)
- Norme NF X 35-702** – Sécurité des machines - Principes ergonomiques pour la conception des cabines de tri des déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes sélectives. Paris, AFNOR, Juin 2015.
- HEBISCH R, LINSEL G.** – Workers' exposure to hazardous substances and biological agents in recycling enterprises. *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, 2015, 72, pp. 163-169.
- ROSENBERG N.** – Affections respiratoires non infectieuses professionnelles liées aux agents biologiques : Secteur des déchets, tri et valorisation. *Documents pour le Médecin du travail*, 2007, 110, pp. 229-236.
- BERANGER L, PERRUFEL JJ, SCHLOSSER O.** – 2014. Analyse de la qualité de l'air en centre de tri de déchets. APAVE / ADEME / Eco-Emballages, 2014.
- RAPP R., FONTAINE J.R., DUQUENNE P., ET AL.** - Diffusion de l'air dans les salles de tri des centres de traitement des ordures ménagères. Quelle ventilation au poste de travail ? *Hygiène et sécurité du travail*, 2009, 215, pp. 19-30 ([www.hst.fr](http://www.hst.fr)).
- ED 984** – Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. INRS, 2012, coll. Aide-mémoire technique, 28 p ([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)).
- BALTY I, BERTRAND N, DAVID C, BURZONI S, CLERC F, DUQUENNE P, SIMON X, CARON V., FACON B, REVENOT V.** - Valeurs guides endotoxines - Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols. *Hygiène et sécurité du travail*, 2015, 239, pp. 46-50 ([www.hst.fr](http://www.hst.fr)).
- ANSES** – Rapport d'expertise collective - Moisissures dans le bâti. Paris, ANSES, 2016.
- OPPLIGER A, DUQUENNE P.** – Chapter 8 - Highly contaminated workplaces, p. 79-105. In : Viegas C. et al. (ed.) - Environmental Mycology in Public Health : Fungi and Mycotoxins Risk Assessment and Management. Amsterdam, Academic Press, 2016.
- DEGOIS J, CLERC F, SIMON X, BONTEMPS C, LEBLOND P, DUQUENNE P.** – First metagenomic survey of the microbial diversity in bioaerosols emitted in waste sorting plants. *Annals of Work Exposures and Health*, 2017, 61, pp. 1076-1086.
- DOUWES J, THORNE P, PEARCE N, HEEDERIK D.** – Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. *The Annals of Occupational Hygiene*, 2003, 47, pp. 187-200.
- ED 6034** – Les risques biologiques en milieu professionnel. INRS, 2014, 48 p ([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)).
- ED 4414** – Risques biologiques en milieu de travail et maladies respiratoires d'origine allergique et/ou toxique. INRS, 2013, 4 p.
- Le syndrome toxique des poussières organiques (TR 57).** *Références en santé au travail*, 2014, 140, pp. 110-124.
- MANDAL J, BRANDL H.** – Bioaerosols in indoor environment - A review with special reference to residential and occupational locations. *The Open Environmental & Biological Monitoring Journal*, 2011, 4, pp. 83-96.
- SUVA (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt).** – Valeurs limites d'exposition aux postes de travail. Edition 2015 (*Référence 1903.f* ; [www.suva.ch](http://www.suva.ch)).
- Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt** – TRBA (Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe) 214 - Abfallbehandlungsanlagen. GMBI 49:S., 2013, pp. 978-989 (*en allemand*).
- GOYER N., LAVOIE J., LAZURE L., MARCHAND G.** – Les bioaérosols en milieu de travail : guide d'évaluation, de contrôle et de prévention. Guide technique de l'IRSST. Montréal, IRSST, 2001, 85 p.
- LAVOIE J., CLOUTIER Y., LARA J., MARCHAND G.** – Guide sur la protection respiratoire contre les bioaérosols - Recommandations sur le choix et l'utilisation (IRSST). Rapport Etudes et Recherches RG-497. Montréal, IRSST, 2007, pp. 1-30.
- EDUARD W.** – A health-based criteria document on fungal spore exposure in the working population. Is it relevant for the general population? *Indoor air*, 2008, 18, pp. 257-258.
- ED 6228** – Assainissement de l'air des cabines d'engins mobiles. INRS. 2015, coll. Aide-mémoire technique, 12 p. ([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)).



# LA PRÉVENTION DES RISQUES BIOLOGIQUES, UN APPRENTISSAGE À LA SOURCE

Les risques biologiques sont présents dans de nombreux secteurs, même s'ils sont parfois difficiles à identifier et évaluer. Pour aider les professionnels dans cette tâche, quoi de mieux que de les sensibiliser lors de leur scolarité ? Cela nécessite au préalable de former les enseignants, afin qu'ils intègrent dans leurs cours la démarche d'évaluation et de prévention des risques biologiques. Le Réseau ressource risque biologique (3RB) se charge de cette mission depuis plus de 20 ans.

**CHRISTINE DAVID**  
INRS,  
département  
Expertise  
et conseil  
technique

**OLIVIER MACAIRE,  
JULIEN HACHET,**  
INRS,  
département  
Formation

Le Réseau ressource risque biologique (3RB) résulte d'un partenariat entre l'Éducation nationale, l'INRS et l'Assurance maladie – Risques professionnels. Ce réseau, créé en 1997, a pour mission de développer l'intégration de la démarche de prévention des risques biologiques à l'enseignement délivré dans les filières professionnelle et technologique.

Le réseau veut toucher les élèves qui exerceront des professions variées, à des niveaux diplômants différents (CAP, bac professionnel, bac technologique, BTS et DUT) dans :

- la filière professionnelle, qui prépare les futurs employés dans les secteurs :
  - des bio-industries ;
  - des métiers de l'environnement ;
  - des métiers de l'hygiène et de la stérilisation ;
  - de la restauration ;
  - des services à la personne ;
  - des soins à la personne ;
- la filière technologique, qui prépare les futurs salariés des laboratoires de bio-industries, d'analyses médicales et environnementales et des laboratoires de recherche.

Afin de répondre à des objectifs aussi ambitieux, le groupe 3RB s'est constitué de professionnels de différents horizons : une inspectrice générale de l'Éducation nationale, des inspecteurs territoriaux des filières professionnelle et technologique, des enseignants exerçant dans les deux filières, une directrice déléguée aux formations (DDF), ainsi que des experts de l'INRS dans les domaines de la formation et de la prévention des risques biologiques.

En 1997, le groupe 3RB a commencé par dresser un état des lieux de l'enseignement de la prévention des risques biologiques. Les enseignants étaient alors peu coutumiers de la démarche d'évaluation et de prévention des risques professionnels et l'intégraient peu voire pas, à leurs cours. Lorsque la démarche

était évoquée, elle faisait l'objet d'une séance isolée, mais n'était pas intégrée à une réflexion préalable à toute séance pratique.

Fort de ce constat, le 3RB a pu identifier les besoins du corps enseignant et a mis en œuvre différentes actions réparties en deux axes :

- la production de ressources (documents, outils interactifs, quiz...) mises à disposition des enseignants sur le site : [www.esst-inrs.fr/3rb/](http://www.esst-inrs.fr/3rb/);
- la formation des professeurs pour qu'ils deviennent formateurs académiques (réseau 2RB : voir plus loin « Une formation démultipliée ») et forment à leur tour les enseignants de leur académie.

## Des ressources en ligne

En 1998, le 3RB créait son premier site, depuis régulièrement alimenté en nouvelles ressources, créées et développées pour les enseignants, mais aussi pour les élèves et, de façon plus large, pour toute personne chargée de la prévention des risques en entreprise. Ces ressources permettent de répondre à des objectifs et à des situations professionnelles très variés (comme la coiffure, le laboratoire, l'assainissement, l'aide à la personne...) :

- faire connaître le monde du vivant de façon très abordable, en allant, pour certaines ressources, jusqu'aux notions de biologie moléculaire ;
- expliquer, de différentes manières, la démarche d'évaluation des risques biologiques ;
- présenter les mesures de prévention collective qu'il est possible de mettre en œuvre en fonction des situations de travail ;
- montrer comment choisir, porter et ôter les équipements de protection individuelle ;
- donner les principaux textes juridiques relatifs à l'évaluation et la prévention des risques biologiques et en fournir des synthèses thématiques.

Toutes ces ressources (pages éditoriales, quiz, documents et bases de données INRS...), accessibles



ENCADRÉ

**L'OFFRE DE FORMATION INRS**

Dans le domaine des risques biologiques, l'INRS offre un éventail de formations destinées aux préventeurs en entreprises et aux acteurs des services de santé au travail, notamment un stage général sur l'évaluation et la prévention des risques biologiques et un stage spécifique, sur les risques professionnels dans les laboratoires de recherche en biologie.

**Stage « Repérer, évaluer et prévenir les risques biologiques en entreprises (JJ1430) », INRS, Paris, session 2019 : du 23 au 26 septembre**

Public : tous les acteurs de prévention.

Objectifs :

- repérer les sources de contamination possible par des agents biologiques ;
- évaluer le risque d'exposition ;
- mettre en place des mesures de prévention.

Méthodes pédagogiques : apports théoriques, étude de cas et témoignages de deux professionnels de la prévention dans le secteur des eaux usées et de l'industrie agroalimentaire.

L'ensemble de l'offre de formation est consultable sur : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr), rubrique « Services aux entreprises/ Formation et stages ».

**Stage « Évaluer et prévenir les risques biologiques, chimiques et radioactifs en laboratoire de recherche en biologie (JJ2431) », INRS, Paris, session 2018 : du 6 au 9 novembre**

Public : tous les acteurs de prévention.

Objectifs :

- détecter, évaluer et hiérarchiser les risques liés aux agents biologiques, chimiques et radioactifs ;
- identifier les mesures de prévention des risques biologiques, chimiques et radioactifs ;
- conduire un plan d'actions et rédiger son document unique.

Méthodes pédagogiques : étude de cas avec un outil de visite virtuelle et table ronde (témoignages de professionnels de prévention).

séparément, sont « mises en musique » dans des itinéraires et plans de formation. Par exemple, l'itinéraire de formation se décline en deux niveaux, chacun possédant une liste de notions à acquérir et de ressources permettant d'atteindre ces objectifs. Des quiz disponibles à la fin de chaque niveau permettent de s'auto-évaluer. Ainsi, chaque internaute peut trouver, par exemple, la démarche d'évaluation qui correspond le mieux à son public et le type d'outils avec lequel il se sent le plus à l'aise. Une rubrique « Questions/réponses » permet également aux internautes de poser des questions aux membres du 3RB.

**Une formation démultipliée**

En plus de concevoir et de proposer une très grande variété de ressources, le 3RB forme les enseignants à la démarche d'évaluation et de prévention des risques biologiques, l'objectif étant que chaque élève acquière cette démarche et puisse l'appliquer

au cours de toutes ses séances pratiques et de sa vie professionnelle. Tout au long de leur carrière, d'autres formations pourront leur être proposées, notamment par l'INRS (Cf. Encadré).

Pour ce faire, le 3RB a démultiplié la formation des enseignants, en créant un réseau (appelé 2RB) de plus de 60 formateurs académiques répartis dans 30 académies. Ces enseignants 2RB, formés par le 3RB, ont, à leur tour, formé plus de 3 500 enseignants en métropole et en outre-mer.

Les enseignants 2RB se réunissent régulièrement lors de séminaires nationaux organisés par le 3RB. Il s'agit de rappeler les notions de base pour les nouveaux arrivants, d'approfondir des points spécifiques et d'élaborer en commun de nouvelles méthodes et ressources permettant d'améliorer l'intégration de l'évaluation de risques dans les pratiques pédagogiques.

**Un bilan positif**

Depuis la création du 3RB, les témoignages recueillis auprès des inspecteurs et professeurs du 2RB montrent une amélioration des pratiques des enseignants. Dorénavant, plus familiers avec la démarche d'évaluation et de prévention des risques biologiques, ils utilisent les ressources mises à leur disposition permettant d'impliquer les élèves dans cette démarche avant toute séance pratique.

Ce changement dans les pratiques pédagogiques est constaté chez les stagiaires et nouveaux embauchés arrivant en entreprise et déjà familiarisés avec la prévention des risques professionnels. Une étude épidémiologique de l'INRS a par ailleurs montré que les jeunes de moins de 25 ans formés en santé et sécurité au travail pendant leur scolarité ont deux fois moins d'accidents du travail que les autres (Cf. Notes techniques, page 80).

Conscient de l'importance de la formation initiale dans ce domaine, le ministère du Travail en a fait une orientation stratégique de son Plan santé au travail 2016-2020. Celui-ci prévoit de pérenniser l'intégration de la santé et sécurité au travail à l'enseignement initial professionnel, en lien avec les mises en situation réelles et le geste professionnel, dans l'ensemble des cours plutôt qu'en créant des modules distincts. Cette démarche pédagogique, ayant montré son efficacité, sera maintenue pour les futures générations d'élèves. ●

**POUR EN SAVOIR +**

- Boini S., Colin R., Grzebyk M. - *Effects of occupational safety and health education received during schooling on the incidence of workplace injuries in the first 2 years of occupational life: a prospective study.* BMJ, 2017. (voir aussi : article p. 80).



CYCLE  
DE CONFÉRENCES  
SCIENTIFIQUES INRS



Institut National de Recherche et de Sécurité

5.6.7  
juin  
2019

Nancy, France

# les risques biologiques



[www.inrs-risquesbiologiques2019.fr](http://www.inrs-risquesbiologiques2019.fr)  
Contact : [risquesbiologiques2019@inrs.fr](mailto:risquesbiologiques2019@inrs.fr)