



Les risques biologiques en milieu professionnel

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

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

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

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

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

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

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

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

Les risques biologiques en milieu professionnel

Cette brochure est issue de la réflexion d'un groupe de travail INRS sur les risques biologiques constitué de :
Dominique Abiteboul, Isabelle Balty, Marie-Cécile Bayeux-Dunlas, Véronique Caron, Christine David, Anne Delépine et Philippe Duquenne.

Sommaire

Introduction	5
1 Les agents biologiques	6
1.1. Les micro-organismes	7
1.2. Les cultures cellulaires	10
1.3. Les prions	10
2 Les effets sur la santé	11
2.1. Les risques infectieux	12
2.2. Les risques allergiques	13
2.3. Les risques toxiques	13
2.4. Les risques cancérogènes	13
2.5. Le classement réglementaire des agents biologiques	14
3 Évaluation des risques biologiques	16
3.1. Repérer le danger = repérer le réservoir	18
3.2. Repérer les expositions	21
3.3. Évaluer les risques	23
4 Démarche de prévention des risques	24
4.1. Agir sur le réservoir	25
4.2. Agir sur l'exposition pour éviter la transmission	26
4.3. Agir sur l'hôte	29
4.4. Informer et former	29
5 Exemples d'évaluation et de prévention des risques	30
5.1. Travail en présence d'oiseaux ou de leurs fientes	31
5.2. Interventions sur une tour aérorefrigérante	33
5.3. Manipulation de virus pathogène en laboratoire de recherche	35
Conclusion	36
Pour en savoir plus	37
Annexes	38
I. Risques biologiques et maladies professionnelles	39
II. Échantillonnage et analyse des bioaérosols	40
III. Suivi en santé au travail – Place et limites de la vaccination	41



Introduction

Les agents biologiques sont présents chez tous les êtres vivants et dans l'environnement. Ils sont indispensables à la vie. La plupart sont inoffensifs pour l'homme mais certains peuvent être à l'origine de maladies. Quand leur présence devient-elle problématique? Quels en sont les dangers? Comment gérer les risques en milieu professionnel?

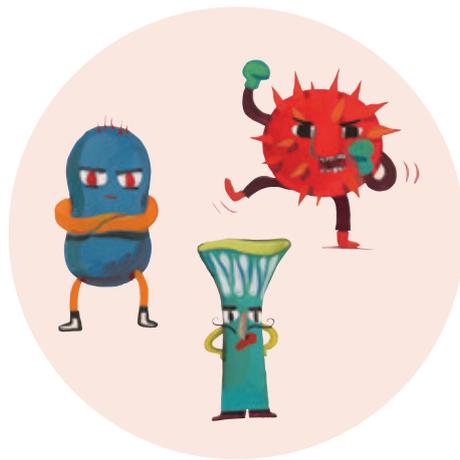
Ce guide s'adresse aux préventeurs agissant dans le domaine de la santé au travail, en particulier aux agents des caisses régionales d'assurance maladie (Carsat/Cramif/CGSS), médecins du travail, intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP), membres de CHSCT/CSE, chargés d'hygiène et sécurité en entreprise. Il a pour objectif de leur donner les éléments d'une démarche d'évaluation et de prévention des risques biologiques s'appuyant sur les principes généraux de prévention édictés par le Code du travail qui s'appliquent dans tous les domaines des risques professionnels.

Remarque : Vous pouvez retrouver ces principes sur www.inrs.fr/demarche/principes-generaux.



1

Les agents biologiques



Les agents biologiques sont présents chez les êtres vivants (êtres humains, animaux, plantes) et dans l'environnement (eaux, sols).

La plupart des agents biologiques sont inoffensifs pour l'homme. Certains micro-organismes assurent même des fonctions indispensables ; par exemple, la flore intestinale, composée de nombreuses bactéries, a un rôle essentiel dans la digestion.

D'autres sont utilisés par l'homme pour la production de denrées alimentaires (pain, fromages...), la recherche scientifique, ou encore pour la production par voie biotechnologique dans les secteurs pharmaceutique, agroalimentaire, de la chimie fine, de l'énergie...

Certains agents biologiques peuvent en revanche être à l'origine de maladies, notamment dans le cadre du travail.

En santé au travail, les « agents biologiques » sont définis réglementairement¹ et recouvrent « 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 ».

1.1. Les micro-organismes

Les micro-organismes sont des organismes vivants capables de se reproduire ou de transférer du matériel génétique. Ils se répartissent en différentes catégories : bactéries, champignons microscopiques, virus, parasites (*voir figure 1 page suivante et ED 117*²).

Ils peuvent être modifiés en insérant des gènes d'autres organismes dans leur génome afin de leur faire produire de nouvelles molécules (insuline, protéines...). On parle alors d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

1. Article R. 4421-2 du Code du travail.

2. *Les agents biologiques*, INRS, coll. « Fiche pratique de sécurité », ED 117.

Figure 1. Les différentes familles de micro-organismes

Type d'agents biologiques et taille	Différentes dénominations	Exemples d'agents biologiques
<p>Bactéries 1 à 10 microns</p> 	<p>Bacilles (forme de bâtonnet)</p> <p>Coques (forme ronde)</p>	<p><i>Mycobacterium tuberculosis</i>³ (bacille de la tuberculose) <i>Listeria monocytogenes</i> (agent de la listériose)</p> <p>Méningocoque Staphylocoque Streptocoque</p>
<p>Certaines bactéries Gram positif⁴, en particulier vivant dans le sol, peuvent former des spores de résistance lorsque les conditions environnementales sont défavorables. Ces spores peuvent persister longtemps dans l'environnement (par exemple <i>Bacillus anthracis</i> transmettant pendant de longues années la maladie du charbon aux troupeaux pâturant dans des « champs maudits »).</p> <p>La paroi des bactéries Gram négatif⁴ est composée notamment d'endotoxines qui sont libérées lors de la division ou de la mort de ces bactéries et peuvent être responsables de divers symptômes lorsqu'elles sont inhalées. Certaines bactéries Gram négatif (salmonelle, <i>Escherichia coli</i>...) ou Gram positif (<i>Clostridium botulinum</i>, <i>Bacillus cereus</i>...) secrètent des exotoxines, qui peuvent également être à l'origine de pathologies.</p>	<p>Champignons microscopiques (mycètes) 1 à 100 microns</p> 	<p>Levures (forme ronde)</p> <p>Moisissures (filaments ramifiés)</p> <p><i>Candida</i> <i>Cryptococcus</i></p> <p><i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i></p>
<p>Les moisissures se reproduisent notamment en émettant des spores fongiques caractéristiques de chaque espèce. Ces spores se dispersent facilement dans l'environnement. Les moisissures décomposent les matières organiques et produisent des molécules volatiles responsables de l'odeur caractéristique de moisi. Par ailleurs, dans certaines conditions environnementales, certaines d'entre elles secrètent des toxines appelées mycotoxines.</p>	<p>Virus Environ 0,1 micron</p> 	<p>Virus de l'immunodéficience humaine (VIH) Virus de l'hépatite B (VHB) Cytomégalovirus (CMV) Virus de la varicelle et du zona (VZV)</p>
<p>Les virus ne sont pas des cellules au sens strict. Ils se composent uniquement d'un génome entouré d'une coque. Cette coque peut être parfois doublée d'une enveloppe facilement détruite, ce qui fragilise le virus. Les virus ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur de cellules spécifiques de l'homme, d'animaux, d'insectes, de végétaux ou de micro-organismes.</p>	<p>Parasites 10 microns à 2 cm</p> 	<p>Protozoaires</p> <p><i>Toxoplasma gondii</i> (agent de la toxoplasmose) <i>Plasmodium falciparum</i> (agent du paludisme)</p> <p>Helminthes (vers)</p> <p>Tænia Ascaris Oxyure</p>
<p>Les parasites vivent aux dépens d'un organisme d'une autre espèce. Au cours de leur vie les parasites peuvent avoir des formes et des localisations très variables. Par exemple, l'œuf d'un parasite peut se développer dans le sol jusqu'à un stade larvaire déterminé. La larve peut être absorbée par un hôte intermédiaire dans lequel elle se transforme en d'autres stades larvaires. Elle sort ensuite de l'hôte intermédiaire et contamine l'hôte définitif. Dans ce dernier, le parasite atteint le stade adulte, se reproduit et émet des œufs qui sont éliminés ensuite dans l'environnement extérieur, puis le cycle peut recommencer. L'hôte définitif peut se contaminer de façon directe mais également par l'intermédiaire d'un hôte vecteur comme un moustique, une tique... qui porte une forme infestante du parasite et qui la transmet à l'hôte définitif lors d'une piqûre.</p>		

3. On désigne généralement les agents biologiques par leurs noms de genre et d'espèce : ici *Mycobacterium* est le nom de genre et *tuberculosis* le nom d'espèce.

4. Une bactérie est dite Gram positif ou Gram négatif selon la réaction à une coloration effectuée en laboratoire inventée par M. Gram en 1884.

Il existe une multitude d'agents biologiques. Chacun a des caractéristiques propres lui permettant de se développer chez certains hôtes ou dans certains milieux. Ainsi, selon les cas, les agents biologiques peuvent être présents chez des êtres vivants (homme, animaux, plantes) ou dans l'environnement (eaux, sols).

Les micro-organismes sont des êtres vivants. Leur durée de vie est limitée. Ils ont besoin de nourriture et de certaines conditions pour se reproduire. Chaque agent biologique a des spécificités de croissance. Ainsi, certains micro-organismes peuvent se nourrir de matière organique et d'autres de matière inorganique, comme il existe des micro-organismes aérobies qui ont besoin d'oxygène et d'autres, anaérobies, qui se

développent mieux en absence d'oxygène. La plupart des bactéries, champignons et protozoaires se multiplient en présence d'humidité et si la température est plutôt chaude. Cependant, on peut trouver des agents biologiques dans tous types d'environnements, même extrêmes. Leur concentration peut varier selon les conditions rencontrées : zones géographiques tropicales/tempérées, été/hiver, etc.

Les micro-organismes se développant chez les êtres vivants peuvent avoir des spécificités d'espèce. Certains se développent uniquement chez l'homme, d'autres chez l'homme et certaines espèces animales et d'autres encore uniquement chez les animaux (voir figure 2).

Figure 2. Les agents biologiques sont des êtres vivants

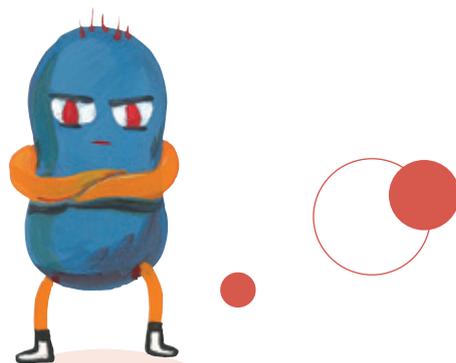
Caractéristiques	Exemples
Spécificité d'espèce	Coqueluche chez l'homme Brucellose chez les ruminants et l'homme Fièvre aphteuse chez les bovins, caprins, ovins
Conditions environnementales spécifiques (taux d'humidité, luminosité, température...)	Les <i>Legionella pneumophila</i> se multiplient dans les eaux douces, à des températures comprises entre 25 °C et 45 °C. Les <i>Listeria</i> peuvent se développer à partir de températures légèrement inférieures à 0 °C jusqu'à des températures atteignant 45 °C et à des pH compris entre 5,6 et 9,6.
Besoins nutritifs	Certaines bactéries se nourrissent d'hydrocarbures et peuvent être utilisées en dépollution, d'autres se nourrissent de matières organiques ou minérales...
Reproduction	La levure du boulanger (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) double sa population en 24 heures, à 37 °C. La bactérie <i>Escherichia coli</i> double sa population en 30 minutes, à 40 °C.
Durée de vie limitée	Les virus de la grippe ne survivent que quelques heures dans des sécrétions séchées. Dans le milieu extérieur, les leptospires pathogènes ne se multiplient pas mais elles survivent jusqu'à six mois dans l'eau ou les sols boueux à pH légèrement alcalin, de très faible salinité et à l'abri du soleil.

1.2. Les cultures cellulaires

Les cellules provenant d'un animal ou d'un être humain peuvent être isolées et cultivées dans des milieux reconstituant leur environnement. Les cultures cellulaires peuvent ainsi être utilisées dans certaines techniques de greffe, pour la production de substances, ou encore pour servir d'hôte à des virus que l'on souhaite étudier. Dans ce cadre, les cultures cellulaires sont susceptibles d'être contaminées par des agents biologiques pathogènes. C'est pourquoi elles entrent dans la définition des agents biologiques prévue par le Code du travail⁵.

1.3. Les prions

Bien que n'étant pas des organismes vivants, les prions ou agents transmissibles non conventionnels (ATNC) sont classés dans la liste des agents biologiques pathogènes⁶. Il s'agit de protéines de la membrane des cellules du système nerveux central. Sous une forme anormale (prion), elles provoquent des maladies dégénératives du système nerveux central. Il existe différents prions qui sont notamment responsables de « la maladie de la vache folle » chez les bovins, et de la maladie de Creutzfeldt-Jacob chez l'homme.



5. Article R. 4421-2 du Code du travail.

6. Arrêté du 18 juillet 1994 modifié fixant la liste des agents biologiques pathogènes.

A decorative graphic consisting of several overlapping, stylized orange swirls of varying sizes, centered in the upper half of the page. The number '2' is placed in the center of the largest swirl.

2

Les effets sur la santé

On distingue quatre types de risques pouvant résulter d'une exposition à des agents biologiques : les risques infectieux, allergiques, toxiques et cancérogènes. Les risques les plus fréquents et les mieux connus sont les risques infectieux. Les risques allergiques et toxiques sont beaucoup plus rares. Quant au risque de cancer, il est exceptionnel.

2.1. Les risques infectieux

Les infections sont dues à la pénétration puis à la multiplication d'un micro-organisme (bactéries, virus, champignons, parasites⁷) dans le corps.

Exemples de maladies infectieuses : tuberculose (voir ED 4413⁸), hépatite B, leptospirose, grippe

Le pouvoir pathogène⁹ d'un agent biologique varie selon l'espèce. Ainsi, un agent infectieux peut entraîner une maladie uniquement pour certaines espèces animales (par exemple la fièvre aphteuse chez les bovins, caprins, ovins) ou uniquement pour l'homme (par exemple la coqueluche, la varicelle...). D'autres agents infectieux sont pathogènes à la fois pour l'homme et l'animal, provoquant des infections appelées zoonoses (par exemple la brucellose chez les ruminants et l'homme).

Les voies de pénétration d'un agent biologique dans l'organisme peuvent être : la peau, les muqueuses (yeux, nez, bouche), la voie respiratoire ou la voie digestive. La transmission des maladies infectieuses, selon l'agent biologique, est possible par contact avec la peau ou les muqueuses, par inoculation, par inhalation de gouttelettes ou d'aérosols, ou par ingestion. La contamination n'est possible que si la voie de pénétration correspond au mode de transmission de l'agent biologique. Ainsi, seules les légionelles pénétrant dans l'organisme par inhalation de micro-gouttelettes d'eau contaminée peuvent être à l'origine de maladie. En revanche, boire de l'eau contaminée par des légionelles n'entraîne pas de maladie.

Selon l'agent biologique en cause :

- 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 (simple fièvre, complications cardiaques, pulmonaires, décès) ;
- certaines infections, peuvent perturber le bon déroulement ou l'issue d'une grossesse (avortement, prématurité, malformation...) comme la fièvre Q, la rubéole, la toxoplasmose ou le virus Zika.

La quantité d'agents biologiques qui pénètre dans l'organisme et l'état immunitaire de l'hôte jouent également un rôle dans le développement éventuel de la maladie.

Des facteurs individuels de l'hôte interviennent dans le risque de développer une infection après une contamination. Ainsi, certains salariés peuvent avoir 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.

Une immunité peut également être acquise par la vaccination mais le nombre d'agents infectieux pour lesquels on dispose d'un vaccin est très limité. À noter que la plupart des vaccins, pour être efficaces, nécessitent des rappels réguliers (voir annexe III).

Certaines situations peuvent, à l'inverse, entraîner une baisse de l'immunité, par exemple la prise de traitements immunosuppresseurs après une greffe d'organe ou pour des maladies auto-immunes, une chimiothérapie anticancéreuse, certains stades de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH)... L'immunodépression peut entraîner une plus grande sensibilité aux infections (infections récidivantes) et un risque accru d'infections sévères (par exemple infection invasive à pneumocoque chez les sujets sous chimiothérapie).

Par ailleurs, certains agents biologiques habituellement peu ou pas pathogènes peuvent entraîner des infections dites « opportunistes »

7. Pour les parasites, on parle d'infestation.

8. Tuberculose, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4413.

9. Capacité d'un agent biologique à provoquer une maladie.

parfois sévères sur des personnes fragiles (par exemple aspergillose invasive en cas d'immunosuppression sévère ou de pathologie pulmonaire sous-jacente, ou toxoplasmose cérébrale au stade sida).

2.2. Les risques allergiques

L'allergie correspond à l'hypersensibilité d'une personne à une substance présente dans l'environnement et inoffensive pour le plus grand nombre. Elle résulte d'une réaction inadaptée de l'organisme après un contact avec une molécule allergisante appelée allergène. Le plus souvent une première phase de sensibilisation à l'allergène ne donne aucun symptôme et passe inaperçue ; puis survient une deuxième phase de déclenchement au cours de laquelle se manifestent les symptômes.

Certains agents biologiques peuvent être à l'origine de manifestations allergiques. En milieu de travail, les agents biologiques sensibilisants le sont essentiellement par voie respiratoire.

C'est le cas par exemple de certaines moisissures (voir ED 4416⁽¹⁰⁾) ou de bactéries actinomycètes¹¹.

Cela peut se manifester par :

- une rhinite (écoulement nasal, éternuements...) ou un asthme (essoufflement, oppression thoracique, toux sèche...) rythmés par l'activité professionnelle ;
- ou encore une pneumopathie d'hypersensibilité (PHS) qui correspond à une atteinte du tissu pulmonaire entraînant des difficultés respiratoires, et pouvant avoir un retentissement sur la fonction respiratoire. Ce type de pathologie est très rare en milieu professionnel.

Si la survenue d'une PHS dépend de l'importance de la concentration de l'allergène dans l'air, cela n'est pas le cas pour les autres types de manifestations allergiques qui peuvent être déclenchées par de faibles quantités (voir ED 4414⁽¹²⁾).

2.3. Les risques toxiques

Certains agents biologiques peuvent produire des molécules (toxines) pouvant entraîner des répercussions variables sur la santé.

On distingue différents types de toxines :

- les exotoxines, qui sont sécrétées par certaines bactéries, avec des effets divers sur la santé tels que des troubles intestinaux (*E. coli O 157* après pénétration par voie digestive), des atteintes cutanées (*Staphylococcus aureus* par pénétration cutanée) ou des troubles neurologiques (*Clostridium tetani* après inoculation) ;
- les endotoxines, composants de la paroi des bactéries dites Gram négatif¹³, qui sont libérées lors de la division ou de la mort de ces bactéries. En milieu de travail, elles peuvent être à l'origine d'effets variés lorsqu'elles sont inhalées (voir ED 4412⁽¹³⁾) :
 - en cas d'exposition massive à des poussières contaminées : fièvre passagère, accompagnée de courbatures ressemblant à un début d'état grippal appelé syndrome toxique des poussières organiques ou ODTS pour *Organic Dust Toxic Syndrom*,
 - en cas d'expositions répétées : atteinte broncho-pulmonaire pouvant devenir chronique (évolution possible vers une insuffisance respiratoire) ;
- les mycotoxines, produites par quelques moisissures dans certaines conditions d'humidité et de température et sur certains substrats (céréales, épices...). L'ingestion d'aliments contaminés peut provoquer, selon le type de mycotoxines, des atteintes hépatiques, rénales, neurologiques, des désordres immunologiques, voire des cancers pour certaines. En revanche, leurs effets lors d'une exposition cutanée ou respiratoire ne sont pas clairement établis (voir ED 4411⁽¹⁴⁾).

2.4. Les risques cancérigènes

Un cancer est une tumeur maligne formée par la multiplication désordonnée de cellules. En population générale certains virus (papillomavirus...) et certaines mycotoxines (aflatoxines)

10. *Moisissures en milieu de travail*, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4416.

11. Notamment les actinomycètes thermophiles qui sont des bactéries vivant normalement dans l'environnement.

12. *Risques biologiques en milieu de travail et maladies respiratoires d'origine allergique et/ou toxinique*, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4414.

13. *Endotoxines en milieu de travail*, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4412.

14. *Mycotoxines en milieu de travail*, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4411.

peuvent provoquer des cancers. Certaines infections sont également connues comme pouvant évoluer vers un cancer. Par exemple, une infection chronique par le virus de l'hépatite B peut évoluer vers un cancer du foie.

La liste des agents cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction de l'Union européenne ne concerne que les substances chimiques et donc aucun agent biologique ou produit d'agent biologique n'y figure. En revanche, certains agents biologiques et toxines sont classés par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC). Cependant les conditions de contamination par ces agents sont rarement réunies en situation de travail.

Les effets sur la santé en milieu professionnel

On manque de données chiffrées sur les risques biologiques en milieu professionnel. En France, quelques infections sont à déclaration obligatoire, mais leur lien avec une exposition professionnelle n'est que rarement documenté dans ce cadre.

Par ailleurs, certaines maladies infectieuses sont fréquentes dans la population générale, rendant souvent difficile l'attribution au seul milieu professionnel (exemple : grippe et milieu de soins). Même les statistiques nationales des maladies professionnelles doivent être interprétées avec prudence du fait de l'absence fréquente de déclaration :

■ soit parce que le lien avec la profession n'est pas toujours fait, ni par le médecin, ni par le malade ;

■ soit parce que, la maladie ayant guéri sans séquelle, l'intéressé ne juge pas utile d'établir un dossier de demande de reconnaissance en maladie professionnelle (voir annexe I).

Le faible nombre de cas de maladies professionnelles (MP) liées aux agents biologiques d'après les statistiques nationales des tableaux de MP ne doit pas conduire à sous-estimer les risques biologiques, ni à négliger la mise en place d'actions de prévention en milieu professionnel.

2.5. Le classement réglementaire des agents biologiques

La réglementation du travail classe les agents biologiques en fonction de leur risque infectieux en quatre groupes de pathogénicité croissante notés de 1 à 4 (article R. 4421-3 du Code du travail) (voir figure 3 page suivante et TJ 24¹⁵).

Ce classement est le résultat d'un consensus entre experts des différents États membres de l'Union européenne. Il ne s'agit pas d'un classement strictement scientifique mais d'un outil d'aide à l'évaluation des risques, en particulier lors de manipulation de ces agents biologiques en laboratoire.

Le classement tient compte des critères suivants : la pathogénicité chez l'homme, le danger pour les travailleurs, les possibilités de propagation dans la collectivité et l'existence d'une prophylaxie (prévention technique ou médicale) ou d'un traitement efficace (voir figure 3).

L'arrêté du 18 juillet 1994 modifié liste les agents biologiques des groupes 2, 3 et 4 (voir figure 4, base de données Baobab¹⁶ et TO 28¹⁷). Il n'existe pas de liste des agents du groupe 1, ces agents étant innombrables. Le fait qu'un agent biologique ne soit pas classé dans les groupes 2, 3 ou 4 ne signifie pas automatiquement qu'il soit non pathogène pour l'homme. Il peut s'agir notamment d'un nouvel agent infectieux qui n'est pas encore classé. Si l'innocuité de l'agent n'est pas connue de longue date, seule l'évaluation des risques, faite notamment au moyen d'une étude bibliographique, peut autoriser à dire qu'il n'est pas pathogène.

Les risques allergiques, toxiques et cancérigènes ne sont pas pris en compte par ce classement. Néanmoins, dans l'arrêté du 18 juillet 1994 modifié, les agents biologiques classés 2 et 3 concernés par des effets allergisants sont signalés par une lettre A (par exemple *Aspergillus fumigatus*). Une lettre T signale les bactéries susceptibles de produire des exotoxines (par exemple *Clostridium tetani*) (voir chapitre 2.3).

15. Les risques biologiques sur les lieux de travail, coll. « Aide-mémoire juridique », INRS, TJ 24.

16. Baobab : base de données de l'INRS donnant des informations synthétiques sur tous les agents biologiques classés.

17. Classement des agents biologiques, INRS, TO 28 (tiré de la revue *Références en santé au travail* et accessible sur www.inrs.fr/publications/rst).

La lettre V signifie qu'un vaccin efficace était disponible en France à la date de parution de l'arrêt. Toutefois ces vaccins peuvent avoir été abandonnés depuis lors (comme le vaccin contre la variole), ou être accessibles sous certaines conditions ou dans des centres de vaccination spécialisés (par exemple le vaccin contre la fièvre jaune).

Enfin, certains agents biologiques du groupe 3 sont marqués d'un astérisque lorsqu'ils ne sont normalement pas transmissibles par voie aérienne. Pour ces agents, l'évaluation des

risques peut conduire à un assouplissement de certaines règles de prévention, en particulier concernant les mesures de confinement en laboratoire.

Le groupe 4 ne comprend que des virus, tels que les virus responsables de la variole (maladie officiellement éradiquée) ou de fièvres hémorragiques. Ces virus ne se trouvent pas naturellement en France, mais l'introduction d'un tel agent biologique est possible, par exemple en cas d'arrivée d'un malade en provenance d'une zone à risque (exemple : Ebola...).

Figure 3. Présentation simplifiée de la classification réglementaire des agents biologiques pour le risque infectieux

Groupe	Pathogénicité chez l'homme	Danger pour les travailleurs	Propagation dans la collectivité	Existence d'une prophylaxie et/ou d'un traitement efficace
1	Non	-	-	-
2	Oui	Oui	Peu probable	Oui
3	Oui	Oui	Possible	Oui
4	Oui	Oui	Risque élevé	Non

Figure 4. Exemples d'agents biologiques des différents groupes de risque infectieux

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 3*	Groupe 4
Bactéries 	<i>Escherichia coli</i> K12, souche utilisée en génie génétique	<i>Clostridium tetani</i> , (tétanos)	<i>Bacillus anthracis</i> , (charbon), <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , (tuberculose)	<i>Escherichia coli</i> souches cytotoxiques (ex. : O157 : H7 ou O103...) (gastro-entérites sévères)	
Virus 	Virus de la mosaïque du tabac, attaquant les feuilles de la plante	Virus de la rougeole	Virus Hantaan (fièvre hémorragique avec syndrome rénal)	VIH virus de l'immunodéficience humaine (sida), Virus de la rage	Virus de la variole Virus Ebola
Champignons 	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , la levure de boulanger	<i>Candida albicans</i> (mycoses cutanées, digestives ou génitales)	<i>Histoplasma capsulatum</i> (atteinte pulmonaire)	-	-

A decorative graphic consisting of several overlapping, stylized swirls in shades of purple and magenta, centered in the upper half of the page. The number 3 is placed in the center of the largest swirl.

3

Évaluation des risques biologiques

La démarche d'évaluation des risques biologiques est le plus souvent qualitative. Elle est facilitée par l'utilisation de la notion de chaîne de transmission, constituée de trois maillons (voir figure 5) :

- le **réservoir** contenant les agents biologiques ;
- les **modes de transmission** des agents biologiques ;
- l'**hôte** potentiel qu'est le travailleur.

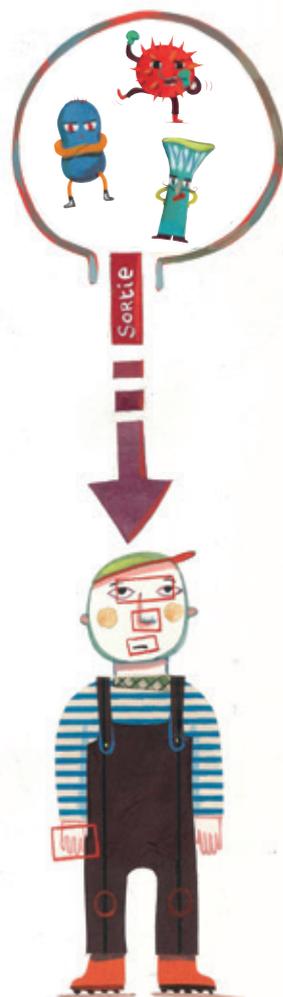
Cette démarche d'évaluation des risques biologiques en milieu professionnel consiste à :

- rechercher la présence de réservoirs où sont susceptibles de se développer des agents biologiques potentiellement dangereux ;

- repérer les activités pouvant exposer le travailleur aux agents biologiques contenus dans ce réservoir.

Le risque que cette exposition entraîne une maladie dépend ensuite des modes de transmission (inhalation, contact...) des agents biologiques présents dans le réservoir et de l'état immunitaire du travailleur exposé.

Figure 5. La chaîne de transmission



Réservoir

- Homme
- Animal
- Environnement : sol, eau, déchets...

Transmission

- Par inhalation
- Par ingestion
- Par contact avec la peau ou les muqueuses
- Par inoculation

Hôte

- Immunité
- Terrain particulier : grossesse, immunodépression...

3.1. Repérer le danger = repérer le réservoir

Pour repérer le danger, on s'intéresse au réservoir susceptible de contenir un ou plusieurs agents biologiques pathogènes.

Le réservoir est l'endroit dans lequel s'accablent ou prolifèrent les agents biologiques pathogènes. Il peut s'agir :

- d'organismes vivants : tout ou partie d'un être humain (peau, poumon, salive, sang...) ou d'un animal (déjections, produits d'avortement, cuir et laine non traités, salive, urines...), ou encore de végétaux... ;
- de matières inanimées : le sol, l'eau et en particulier les eaux usées, un objet contaminé (seringue abandonnée contenant du sang...), des déchets, ou encore des poussières contaminées.

Réservoir contenant un agent biologique identifié

Dans certaines situations de travail, le réservoir est facile à repérer car il contient un agent biologique bien identifié qui est l'objet même du travail (par exemple un bioréacteur contenant une souche d'une bactérie produisant un antibiotique).

De la même façon, des réservoirs peuvent être repérés comme contenant un agent biologique particulier : par exemple un malade avec

un diagnostic de tuberculose pulmonaire contagieuse, un chat porteur d'une mycose cutanée visible, un circuit d'eau de refroidissement contaminé par des légionelles...

Cependant, dans ces situations, même si un agent biologique est bien identifié, le réservoir est parfois susceptible de contenir d'autres agents biologiques pathogènes. Ainsi, le patient atteint de tuberculose pulmonaire peut également être porteur du virus de l'immunodéficience humaine (VIH), ou encore l'eau du circuit de refroidissement contaminée par les légionelles contient généralement des amibes, ou d'autres bactéries ayant les mêmes conditions de croissance.

Réservoir contenant des agents biologiques non identifiés

Dans la plupart des cas, il est difficile de savoir précisément quels agents biologiques contient le réservoir. Toutefois, le repérage du réservoir et des dangers qu'il représente potentiellement peut s'appuyer sur :

- la mémoire collective relative à des maladies survenant dans certaines professions ;
- les données de la littérature citant :
 - les réservoirs susceptibles de contenir des agents biologiques pathogènes : fluides de coupe, fientes d'oiseaux, végétaux moisiss...,
 - des maladies rencontrées dans un type d'activité donné : troubles respiratoires en élevage de volailles, infection à cytomegalovirus en crèche...;



© Guillaume J. Pilisson pour l'INRS

Milieu de soins



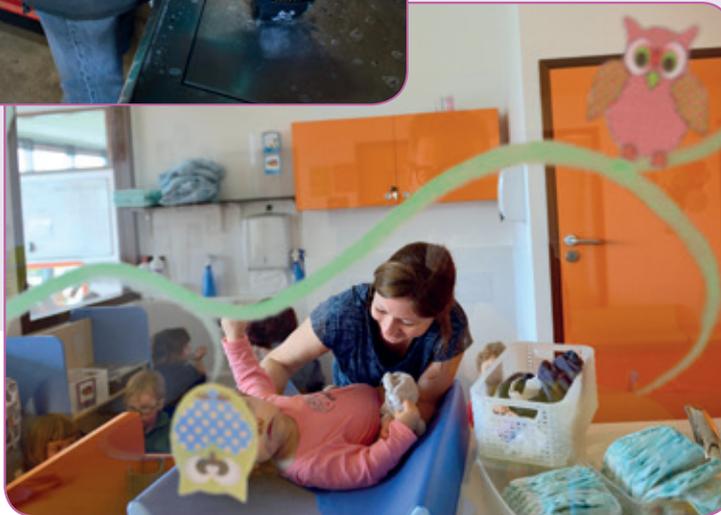
© Christine David/INRS

Animalerie d'oiseaux de compagnie

Utilisation de fontaines de biodégradation



© Fabrice Dimier pour l'INRS



© Gael Kerbaol/INRS

Crèche

- les tableaux de maladies professionnelles (*voir annexe I*) qui citent les activités mettant les travailleurs en contact avec des réservoirs et susceptibles d'être à l'origine d'une contamination (travaux effectués dans les égouts, travaux au contact de bovins, travaux effectués par les personnels de soins...);
- la présence de facteurs favorisant le développement d'agents biologiques tels que la présence d'humidité et de matière organique ou inorganique dans l'environnement (dégât des eaux dans un local, fluides de coupe aqueux...).

Le repérage des réservoirs et de leurs dangers, accessible sans connaissance médicale particulière, peut être affiné par des connaissances ayant trait à des données épidémiologiques spécifiques, des particularités régionales etc., d'où l'intérêt d'une évaluation en équipe pluridisciplinaire intégrant le médecin du travail.

Le tableau de la figure 6 page suivante reprend les principaux réservoirs et des exemples de secteurs professionnels concernés.

Figure 6. Principaux secteurs professionnels concernés par les risques biologiques

Réservoirs d'agents biologiques	Exemples de secteurs professionnels concernés
Homme ou produit biologique d'origine humaine	<ul style="list-style-type: none"> • Soins en établissement ou à domicile • Laboratoires de biologie médicale • Thanatopraxie • Services à la personne • Secteur de la petite enfance
Animaux ou produits d'origine animale	<ul style="list-style-type: none"> • Élevage • Soins vétérinaires • Abattoirs • Centres d'équarrissage • Animaleries • Métiers de la forêt et de la nature
Végétaux	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculture • Industries du coton, du lin
Aliments	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation de produits animaux ou végétaux (viande, poisson, lait, fruits, céréales...) • Charcuterie-salaisons, affinage de fromages (utilisation de moisissures)
Déchets	<ul style="list-style-type: none"> • Collecte, tri et transformation de déchets organiques
Eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Égouts • Stations d'épuration
Fluides industriels	<ul style="list-style-type: none"> • Métallurgie
Milieus de culture d'agents biologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratoires de recherche • Industries de biotechnologie (production de vaccins, de biocarburants...)
<p>Remarque : Dans tous les secteurs mentionnés ci-dessus :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage • Maintenance (maintenance d'automates de laboratoires, travaux d'électricité ou de plomberie en zones à risques...) 	



Abattoir de bovins



Collecte des déchets

3.2. Repérer les expositions

Une fois le réservoir repéré, il est nécessaire d'analyser les procédés de travail afin d'identifier les modes d'exposition possibles.

En milieu professionnel, les personnels peuvent être exposés aux agents biologiques de différentes façons (voir figure 7 page suivante) :

- par inhalation de particules solides ou liquides ;
- par contact de la peau ou des muqueuses (yeux, nez, bouche) avec des matières ou surfaces contaminées ;
- par inoculation : piqûre ou coupure avec des objets contaminés, morsure d'animal ou piqûre d'insecte ;
- par ingestion en portant les mains ou un objet souillés à la bouche voire à la suite d'une projection sur la bouche.

Dans certains cas, le travailleur ne sera pas exposé directement au réservoir, mais il peut être exposé par contact avec une surface, un objet, etc. contaminé par le réservoir, comme lors du nettoyage d'une paillasse de laboratoire souillée par des produits biologiques, de l'entretien des tables à langer des crèches...

Il n'y a risque de transmission d'un agent biologique que si l'exposition identifiée est compatible avec le mode de transmission habituel de cet agent biologique.

Exposition à un réservoir contenant un agent biologique identifié

Quand il s'agit d'un réservoir comportant un seul agent biologique dont on connaît les modes de transmission, il convient de repérer si les expositions observées correspondent aux modes de transmission de cet agent.

Par exemple, un patient tuberculeux représente un réservoir de la bactérie *Mycobacterium tuberculosis* transmissible par voie respiratoire. Si le patient atteint d'une forme pulmonaire toussé et crache, il existe un risque d'inhalation d'air contaminé par les bactéries pour tout son entourage, les autres malades

et les soignants. Mais s'il s'agit d'un patient atteint d'une tuberculose dont la localisation est exclusivement osseuse, il n'y a pas de risque d'exposition pour l'entourage au contact du patient.

Exposition à un réservoir susceptible de contenir de multiples agents biologiques

Dans de nombreuses situations le réservoir est susceptible de contenir plusieurs agents biologiques sans que l'on puisse les identifier précisément. Cependant, selon le réservoir, la présence de certains agents biologiques pathogènes est vraisemblable (agent de la leptospirose dans les eaux des égouts...). À partir des modes de transmission habituels de ces agents biologiques il convient de déterminer quelles expositions observées lors de l'activité peuvent entraîner une contamination (voir figure 7 page suivante).

Par exemple, dans une station d'épuration, le nettoyage au jet d'eau à haute pression des surfaces souillées par des boues activées crée des aérosols, ce qui expose le salarié à l'inhalation d'endotoxines présentes dans les boues et nocives par voie respiratoire. En outre, la manipulation de pièces souillées par des eaux usées peut exposer ce salarié à des agents biologiques transmissibles par voie digestive s'il porte ses mains contaminées à la bouche ou à des agents transmissibles par voie cutané-muqueuse s'il se blesse ou se frotte les yeux avec des mains sales.



Station d'épuration

Figure 7. Modalités d'exposition et exemples de situations en milieu professionnel

Modalités d'exposition	Exemples de situations potentiellement exposantes
Inhalation	<ul style="list-style-type: none"> • Soins à un malade qui tousse • Balayage de surfaces contaminées par des fientes d'oiseaux • Tri de déchets générant des poussières • Utilisation de jets d'eau à haute pression sur des surfaces contaminées
Contact avec la peau ou les muqueuses	<ul style="list-style-type: none"> • Projection d'eau sale dans les yeux lors d'un prélèvement d'eau de bassin de station d'épuration • Réalisation de la toilette d'une personne atteinte de gale • Port des mains contaminées au visage ou aux yeux lors du ramassage des poubelles
Inoculation	<ul style="list-style-type: none"> • Piqûre lors d'un prélèvement veineux • Blessure avec un outil souillé par la terre sur un chantier de travaux publics • Piqûre de moustique ou morsure de tique lors du travail en extérieur • Morsure d'animal lors de soins en cabinet vétérinaire
Ingestion	<ul style="list-style-type: none"> • Port des mains ou d'un objet contaminé à la bouche dans un laboratoire d'analyses médicales • Prise d'aliments ou d'une cigarette avec des mains contaminées après avoir nettoyé des cages en animalerie • Projection d'eau sale sur la bouche lors de l'entretien de berges

Cabinet vétérinaire

© Gaël Kerbaal/INRS



© Albert Pereira pour l'INRS



Cabine de tri de déchets



© Patrick Delapierre pour l'INRS

Milieu de soins

3.3. Évaluer les risques

Pour évaluer les risques biologiques, il faut donc :

- tout d'abord repérer les réservoirs contenant :
 - un agent biologique pathogène identifié,
 - ou un ensemble d'agents biologiques pathogènes non précisément identifiés mais potentiellement présents ;
- puis repérer les tâches ou les procédés de travail exposant les personnes au réservoir, en tenant compte des modes de transmission (inhalation, contact avec la peau ou les muqueuses, inoculation, ingestion) :
 - de l'agent biologique pathogène identifié,
 - ou des agents biologiques pathogènes les plus probables.

Cette évaluation qualitative est suffisante pour engager la mise en œuvre de mesures de prévention. Elle doit aussi prendre en compte la gravité des dommages potentiels pour la santé des travailleurs et la fréquence des expositions.

Concernant l'évaluation quantitative par recours à la métrologie des bioaérosols, elle est complexe et n'est pas indiquée pour les risques infectieux. Il peut suffire d'une exposition ponctuelle à une quantité très limitée d'agents biologiques (quelques unités) pour être contaminé.

Pour les autres risques biologiques, une évaluation quantitative peut présenter un intérêt pour préciser les expositions dans certains milieux professionnels. Ainsi, la métrologie des bioaérosols peut être utilisée pour évaluer les expositions par inhalation aux endotoxines, aux moisissures..., par exemple en centre de tri de déchets ménagers, en usine de compostage, en élevage de volailles ou lors de l'affinage de fromages, de la fabrication de saucissons secs... (*voir annexe II*).

L'état de santé de l'opérateur exposé, notamment son état immunitaire, d'éventuels antécédents d'allergie ou une grossesse en cours jouent un rôle dans le risque de développer une pathologie (*voir chapitre 2.1*). Le médecin du travail prend en compte ce point particulier dans l'évaluation des risques (*voir annexe III*).

La démarche d'évaluation des risques biologiques, qui consiste à identifier les risques auxquels sont soumis les salariés d'un établissement, a pour objectif de mettre en place des actions de prévention pertinentes.

Cela impose de hiérarchiser les risques à prévenir, en tenant compte :

- de l'organisation du poste et des procédures de travail ;
- des mesures de prévention déjà mises en place ;
- des besoins en formation et information.





4

Démarche de prévention des risques

La prévention des risques biologiques consiste à rompre la chaîne de transmission en agissant prioritairement sur le réservoir puis sur l'exposition.

Les principes de prévention des risques biologiques prévoient de combattre en premier lieu les risques à la source, de remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou moins dangereux et de prendre des mesures de protection collective avant d'envisager la mise à disposition d'équipements de protection individuelle (EPI). L'ensemble de ces mesures est intégré le plus en amont possible, dès la conception d'un procédé, d'une organisation du travail ou d'un local (voir encadré ci-dessous).

De plus, les personnels, y compris intérimaires et intervenants extérieurs, doivent être informés et formés sur les risques et les mesures de prévention.

Réglementation applicable en matière de prévention des risques biologiques

Les dispositions réglementaires relatives à la prévention des risques biologiques relèvent des articles R. 4421-1 à R. 4427-5 du Code du travail. Elles s'appliquent aux établissements dans lesquels la nature de l'activité peut conduire à exposer les travailleurs à des agents biologiques. Plusieurs arrêtés d'application les complètent.

L'aide-mémoire juridique de l'INRS sur les risques biologiques sur les lieux de travail fait le point sur ces différents textes¹⁸.

Ce chapitre aborde des exemples de mesures de prévention possibles dans des secteurs professionnels variés.

4.1. Agir sur le réservoir

Supprimer les conditions favorisant le développement des agents biologiques

- Le nettoyage régulier des surfaces élimine la matière organique servant d'« aliment » aux agents biologiques et en réduit le nombre. Les produits de nettoyage peuvent de plus tuer certains micro-organismes. Pour faciliter ces opérations, les surfaces doivent être étanches et facilement accessibles.
- Une ventilation générale en bon état de fonctionnement limite l'humidité qui favorise le développement des micro-organismes (voir ED 695¹⁹).
- L'entretien et la maintenance des locaux permettent de lutter contre le développement de moisissures (voir ED 6299²⁰).
- Le ramassage et le traitement rapide des déchets évitent la prolifération des bactéries et moisissures. Dans l'attente, il convient de protéger ces déchets des intempéries et des animaux (rongeurs, oiseaux, insectes).
- La lutte contre la prolifération des insectes et des rongeurs limite la dispersion des agents biologiques pathogènes qu'ils pourraient véhiculer (ne pas laisser de nourriture pouvant attirer les rats, détruire les gîtes larvaires des moustiques...).
- Le foin doit être ramassé avant qu'il ne moisisse et les balles doivent être protégées de la pluie (voir ED 4415²¹).
- Le changement régulier des litières de chat évite le développement de l'agent de la toxoplasmose pouvant se trouver dans les fèces (voir ED 6302²²).
- La tonte des hautes herbes limite la possibilité de contact avec les tiques (voir ED 6304²³).
- De bonnes conditions d'élevage (lutte contre le stress des animaux, hygiène générale...) réduisent le risque que les animaux soient infectés.
- Dans le cas des fluides de coupe, le nettoyage et la désinfection du circuit lors du changement de fluide, l'utilisation de la concentration recommandée par le fabricant, la filtration des débris métalliques et des huiles permettent de limiter la prolifération des agents biologiques (voir ND 2290²⁴).

18. Les risques biologiques sur les lieux de travail, coll. « Aide-mémoire juridique », INRS, TJ 24.

19. Principes généraux de ventilation, coll. « Guide pratique de ventilation », INRS, ED 695.

20. Surfaces contaminées par des moisissures : que faire ?, INRS, ED 6299.

21. Risques biologiques et maladies respiratoires d'origine allergique ou toxinique en milieu agricole, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4415.

22. Travail en animalerie. Comment se protéger des zoonoses ?, INRS, ED 6302.

23. Maladie de Lyme et travail. Comment se protéger ?, INRS, ED 6304.

24. Contamination des fluides de coupe aqueux et prévention des risques biologiques, INRS, ND 2290.

Éliminer les agents biologiques pathogènes

- La vaccination limite l'apparition de maladies contagieuses chez l'homme ou chez l'animal.
- Le diagnostic précoce et le traitement au plus tôt des « individus réservoirs » limitent l'exposition des professionnels du secteur social ou de la santé.
- Le dépistage et le traitement au plus tôt des « animaux réservoirs » limitent l'exposition des professionnels de l'élevage et des soins aux animaux.
- Dans certains cas, l'euthanasie d'un animal ou l'abattage d'un troupeau peut être nécessaire.
- La désinfection des surfaces (diminution du nombre de micro-organismes présents), voire la stérilisation du matériel (élimination de tous les micro-organismes présents) peuvent être exigés dans certains secteurs professionnels tels que la santé, l'agroalimentaire... (voir ED 6188²⁵).

Substituer les agents biologiques pathogènes

- Le remplacement d'une souche pathogène par une souche pas ou peu pathogène est parfois possible dans les laboratoires de recherche biologique.
- La modification génétique d'un agent biologique peut supprimer ses propriétés pathogènes, comme les virus modifiés employés en biotechnologie pour introduire un gène dans une cellule (voir ED 6131²⁶).

Confiner le réservoir d'agents biologiques pathogènes

- Les échantillons, les matières infectieuses ou les déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) sont transportés dans des conteneurs clos spécifiques (voir ED 918²⁷).
- L'isolement d'un animal contaminé ou d'un patient malade limite la dissémination de la maladie (voir TJ 24²⁸).

Contrôler l'introduction d'animaux contaminés

- La mise en quarantaine des animaux à leur arrivée dans une animalerie ou un élevage évite l'introduction d'agents biologiques pathogènes.



© Patrick Delapierre pour l'INRS

Utilisation d'un conteneur à DASRI

- La protection des animaux d'élevage contre les contacts avec les animaux sauvages (clôtures, grillages...) évite leur contamination éventuelle.

4.2. Agir sur l'exposition pour éviter la transmission

Substituer les procédés exposants

- Les procédés exposants sont remplacés par d'autres pas ou peu exposants. Par exemple, le jet d'eau à haute pression employé pour nettoyer les surfaces peut être utilisé avec une pression plus faible, voire être remplacé par une raclette ou un aspirateur.
- En biotechnologie, les agents biologiques employés pour faire pénétrer un gène dans une cellule peuvent, dans certains cas, être remplacés par des techniques faisant appel à des procédés physiques (électroporation, chauffage...).

Confiner les procédés exposants

- Les procédés exposant le personnel sont confinés pour éviter tout contact, toute projection ou toute dispersion de bioaérosols. Par exemple, les filtres-presses des stations d'épuration sont capotés pour éviter la dispersion de bioaérosols (voir ED 6152²⁹), les manipulations en laboratoire générant des bioaérosols ou des projections d'agents biologiques pathogènes sont réalisées sous poste de sécurité microbiologique (voir ND 2201³⁰).

25. La désinfection des surfaces en laboratoire de biologie, INRS, ED 6188.

26. Les risques biologiques liés aux techniques de génie génétique en laboratoire, INRS, ED 6131.

27. Déchets infectieux. Élimination des DASRI et assimilés, INRS, ED 918.

28. Les risques biologiques sur les lieux de travail, coll. « Aide-mémoire juridique », INRS, TJ 24.

29. Station d'épuration des eaux usées. Prévention des risques biologiques, INRS, ED 6152.

30. Postes de sécurité microbiologique. Postes de sécurité cytotoxique. Choix et utilisation, INRS, ND 2201.



Laboratoire de niveau de confinement 3

■ Les locaux (laboratoire d'analyses, de recherche et d'enseignement, industrie de biotechnologies...) où sont manipulés des agents biologiques pathogènes répondent à des niveaux de confinement minimum, choisis en fonction de l'évaluation des risques biologiques et du type d'établissement (voir TJ 24³¹, ED 999³² et ED 6048³³).

Limiter le nombre de personnes exposées

- Les « zones contaminées » (salle technique de laboratoire, hall d'abattage d'animaux...) sont séparées physiquement des « zones propres » (locaux administratifs, salle de restauration...).
- La ventilation générale est conçue de façon à ce que l'air extrait d'un « local contaminé » n'aille pas un « local propre ».
- L'accès aux locaux où sont présents des personnes ou des animaux susceptibles d'être infectés est réservé aux seuls professionnels indispensables.
- La « marche en avant » est respectée pour éviter de contaminer les « zones propres », comme dans les unités de désinfection des dispositifs médicaux ou dans les abattoirs.
- Un pictogramme de signalisation est apposé sur les accès aux zones présentant un risque biologique, sur tout poste de travail concerné et toute enceinte enfermant des agents biologiques (boîte ou réfrigérateur contenant des échantillons...) (voir figure 8).

Figure 8. Pictogramme risques biologiques (arrêté du 4 novembre 1993 relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail)



Mettre en place une ventilation adaptée

■ Les locaux où sont émis des bioaérosols font l'objet de mesures de captage et ventilation appropriées, par exemple dans les locaux d'accrochage des volailles en abattoir (voir ED 6279³⁴), dans les centres de tri des déchets ménagers (voir ED 6098³⁵) ou dans les locaux de broassage de saucissons.



© Carsot Centre-Ouest

Broassage de saucissons

Utiliser des matériels de sécurité

- Dans les activités de soins, l'utilisation de matériels de sécurité réduit le risque de piqûre ou blessure avec des aiguilles ou des scalpels (voir la base matériels de protection Geres³⁶ et TJ 24³¹).
- Pour les soins aux animaux, des matériels de contention adaptés à l'espèce facilitent la tâche.
- Des écrans de protection peuvent être installés contre les projections de liquides ou de gouttelettes.

31. Les risques biologiques sur les lieux de travail, coll. « Aide-mémoire juridique », INRS, TJ 24.

32. Conception des laboratoires d'analyses biologiques, INRS, ED 999.

33. Laboratoires d'analyses médicales. Évaluation et prévention des risques infectieux, INRS, ED 6048.

34. Ventilation des postes d'accrochage en abattoir de volailles, INRS, ED 6279.

35. Centre de tri de déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes séparées, INRS, ED 6098.

36. Guide des matériels de protection : <http://www.geres.org/materiels>.

Porter des équipements de protection individuelle (EPI)

Lorsque la mise en place des mesures de protection collective n'est pas techniquement possible, qu'elles sont insuffisantes ou qu'elles ne peuvent pas être mises en place rapidement (du fait de la remise en cause de l'organisation du travail, de la conception des locaux ou du matériel...), il peut être nécessaire de recourir à des EPI.

- Les gants étanches protègent la peau des contacts avec des surfaces et objets contaminés (voir ED 118³⁷).
- Les lunettes-masques et écrans faciaux protègent des projections de liquides ou de poussières contaminés vers les yeux ou le visage (voir ED 798³⁸).
- Les appareils de protection respiratoire antiaérosols protègent contre l'inhalation d'agents biologiques (voir ED 105³⁹, ED 6106⁴⁰, ED 6273⁴¹, A 763⁴²).
- Les vêtements de protection protègent des contacts avec des agents biologiques. Il existe différents types de vêtements choisis selon l'évaluation du risque (voir ED 143⁴³ et ED 6306⁴⁴).

Des procédures de port des EPI et de déshabillage doivent être élaborées afin d'assurer une protection efficace et d'éviter toute contamination lors du retrait d'EPI souillés (voir ED 6165⁴⁵, ED 6166⁴⁶, ED 6167⁴⁷, ED 6168⁴⁸, ED 6169⁴⁹, ED 6306⁴⁴).

Lutter contre les vecteurs

- L'utilisation de répulsifs permet de limiter la transmission de maladies vectorielles (antimoustiques pour la dengue, le chikungunya...; anti-tiques pour la maladie de Lyme).

Respecter les mesures d'hygiène

Les mesures d'hygiène sont à respecter en toute circonstance (voir encadré page suivante). Elles ont pour objectifs d'éviter :

- de se contaminer par contact ou par ingestion ;
- de transporter des agents biologiques hors des « zones contaminées » et de contaminer son entourage professionnel et familial.



© Gaël Kerbaol/INRS

EPI en milieu de soins pour la prise en charge des patients atteints d'infection à risque épidémique

37. Gants contre les micro-organismes, coll. « Fiche pratique de sécurité », INRS, ED 145.

38. Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage. Choix et utilisation, INRS, ED 798.

39. Appareils de protection respiratoire et risques biologiques, coll. « Fiche pratique de sécurité », INRS, ED 146.

40. Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation, INRS, ED 6106.

41. Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement, INRS, ED 6273.

42. Infections à transmission respiratoire : quel masque porter ?, INRS, affichette A 763.

43. Vêtements de protection contre les risques infectieux. Aide au choix sur la base des caractéristiques normalisées, coll. « Fiche pratique de sécurité », INRS, ED 143.

44. Prise en charge des patients atteints d'infection liée à un risque épidémique. Tenues de protection des soignants et procédures de déshabillage, INRS, ED 6306.

45. Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n° 1 : Décontamination sous la douche, INRS, ED 6165.

46. Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n° 2 : Décontamination avec aspirateur, INRS, ED 6166.

47. Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n° 3 : Sans décontamination de la tenue, INRS, ED 6167.

48. Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique, INRS, ED 6168.

49. Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables, INRS, ED 6169.



Principales mesures d'hygiène face aux risques biologiques

- Porter une tenue de travail spécifique avant d'entrer dans une « zone contaminée ».
- Réaliser une hygiène des mains (lavage à l'eau et au savon ou friction hydroalcoolique selon les situations) en quittant son poste de travail, avant de manger, boire ou fumer, après avoir ôté ses gants et après tout contact avec, par exemple, un objet ou un animal potentiellement contaminé (voir ED 6170⁵⁰, ED 58⁵¹, A 774⁵², ED 6257⁵³, Anim 023⁵⁴).
- En cas de blessure, laver immédiatement la plaie avec de l'eau potable et du savon puis désinfecter (voir A 776⁵⁵).
- Protéger toute plaie avec un pansement imperméable.
- Ne pas porter les mains ni un objet (stylo par exemple) à la bouche.
- Dans tous les cas, ôter ses vêtements de travail en quittant son poste.
- Dans certains secteurs, prendre une douche après le travail.

Pour respecter ces mesures, les moyens suivants doivent être mis à disposition :

- des vestiaires séparant les vêtements de ville et les vêtements de travail ;
- des sanitaires ;
- de l'eau, du savon liquide, des essuie-mains jetables et une poubelle permettant le lavage des mains, y compris sur les chantiers mobiles et dans les véhicules ;
- des solutions hydroalcooliques ;
- des douches, recommandées dans certains secteurs.

4.3. Agir sur l'hôte

En complément des mesures techniques développées ci-dessus, certaines mesures de prévention médicale peuvent être nécessaires en fonction des recommandations du médecin du travail :

- vaccination des travailleurs en fonction des risques au poste de travail ;
- traitement prophylactique avant un déplacement en zone d'endémie (paludisme...) ;
- traitement ou vaccination après exposition accidentelle à un agent biologique pathogène (rougeole, VIH, rage...) (voir Eficatt⁵⁶, A 775⁵⁷) ;
- précautions spécifiques (aménagement de poste, vaccinations...) pour certains travailleurs tels que les femmes enceintes, les personnels immunodéprimés, allergiques...

4.4. Informer et former

L'information et la formation des travailleurs concernent tous les personnels, y compris les intérimaires et les intervenants d'entreprises extérieures. L'information porte entre autres sur les risques biologiques, les précautions à prendre pour éviter l'exposition, le port et l'utilisation des EPI, la procédure à suivre en cas d'accident, etc. Elle doit être donnée avant que les travailleurs exercent une activité impliquant un contact avec des agents biologiques (voir DM 0333⁵⁸). Elle doit en outre être répétée régulièrement, en prenant notamment en considération l'évolution des risques, ainsi que les éventuelles modifications des procédés de travail.

La formation permet d'une part de s'assurer que les procédures sont bien comprises et d'autre part favorise la mise en œuvre de bonnes pratiques, telles que l'ajustement des EPI (voir Anim 024⁵⁹) et le respect des mesures d'hygiène.

50. Lavez-vous les mains pour vous protéger et protéger les autres, INRS, ED 6170.

51. Produits d'hygiène cutanée à usage professionnel, coll. « Fiche pratique de sécurité », INRS, ED 58.

52. Hygiène des mains par friction hydroalcoolique, INRS, affichette A 774.

53. Hygiène des mains autour des soins, INRS, ED 6257.

54. Se laver les mains pour limiter les risques d'infection, INRS, animation sur inrs.fr Anim 023.

55. Conduite à tenir en cas de blessure au travail, INRS, affichette A 776.

56. Eficatt (exposition fortuite à un agent infectieux et conduite à tenir en milieu de travail), base de données INRS www.inrs.fr/eficatt.

57. Conduite à tenir en cas d'accident avec exposition au sang (AES), INRS, affichette A 775.

58. Une enquête de l'agent Bio 07. Un multimédia sur les risques biologiques au travail, INRS, DM 0333.

59. Masque jetable : comment bien l'ajuster ?, INRS, animation sur inrs.fr Anim 024.



A decorative graphic consisting of several overlapping, stylized swirls in shades of blue and teal, centered in the upper half of the page. The number 5 is placed in the center of the largest swirl.

5

*Exemples d'évaluation
et de prévention des risques*



© Gaël Kerbaol/INRS

Abattoir de volailles

5.1. Travail en présence d'oiseaux ou de leurs fientes

Les oiseaux peuvent héberger dans leur système digestif des bactéries pathogènes pour l'homme. Ainsi, certaines espèces d'oiseaux (perruches, perroquets, pigeons, dindes, canards...) peuvent porter la bactérie *Chlamydia psittaci* qui est excrétée dans leurs fientes, contaminant le plumage et l'environnement. Les fientes desséchées forment alors des poussières contenant *Chlamydia psittaci*. L'inhalation de cette bactérie peut être responsable chez l'homme d'une infection pulmonaire, appelée ornithose⁶⁰ (voir ED 6151⁶¹). Par ailleurs, comme tous les êtres vivants, les oiseaux sont porteurs de bactéries Gram négatif dans leur système digestif. Ces bactéries peuvent libérer des endotoxines qui vont contaminer l'environnement des animaux. L'inhalation de ces endotoxines peut provoquer chez l'homme des troubles respiratoires.

Les travailleurs à risque de développer une ornithose sont notamment les éleveurs, les ramasseurs et transporteurs de volailles, les salariés d'abattoirs de volailles, les travailleurs

effectuant la collecte et la valorisation des plumes, le personnel des animaleries, les vétérinaires, les taxidermistes, mais aussi les personnes travaillant sur des sites pollués par les fientes d'oiseaux sauvages, lors de la réfection de toitures, la pose d'antennes... Par ailleurs, lors de certaines tâches dans des milieux particulièrement contaminés comme les élevages et les abattoirs de volailles, l'exposition aux endotoxines est possible.

Les mesures de prévention visent à limiter l'exposition aux aérosols de poussières de fientes. Ces mesures sont adaptées à l'activité professionnelle (voir figure 9 page suivante).

L'information et la formation sur les risques et les moyens de prévention doivent être généralisées à tous les travailleurs pouvant être exposés. Ils doivent également connaître les premiers symptômes de la maladie. Ainsi, en cas de signes respiratoires, un travailleur pourra attirer l'attention de son médecin sur l'éventualité d'une origine professionnelle de la maladie, ce qui permet d'orienter, si nécessaire, le choix d'un traitement antibiotique adapté à l'ornithose.

60. Également appelée ornithose-psittacose.

61. Vous travaillez en abattoir de volailles. L'ornithose vous concerne, INRS, ED 6151.

Figure 9. Évaluation et prévention des risques notamment d'ornithose liés au travail en présence d'oiseaux ou de leurs fientes

Évaluation des risques		Mesures de prévention selon l'activité professionnelle	
	Animalerie d'oiseaux d'ornement	Abattoir de volailles	Travaux sur toitures, dans les combles, etc. souillés par des fientes d'oiseaux
Réservoir : oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> • Si importation : effectuer un contrôle sanitaire à l'entrée. • Optimiser les conditions d'élevage (densité des animaux, conditions de température et d'humidité, hygiène des cages et volières (voir ED 6302⁶²). • Protéger contre les contacts avec les oiseaux sauvages. • Surveiller et détecter la maladie. • Traiter les oiseaux malades. 	<p>Pas d'action possible (chez les volailles, l'ornithose est souvent inapparente et n'est pas dépistée car elle ne rend pas la viande impropre à la consommation).</p>	<p>Quand cela est possible, empêcher l'accès des oiseaux (par exemple pose de grillage, de filet...).</p>
Exposition : inhalation de poussières contaminées par des fientes	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter l'accès à ces oiseaux aux seules personnes indispensables et après les avoir informées des risques et des précautions à prendre. • Isoler les oiseaux malades. • Porter un appareil de protection respiratoire pour les manipulations des oiseaux malades ou de leurs cages. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter l'agitation des volailles (lumière bleue...). • Capter à la source et ventiler les postes d'accrochage, de saignée, de plumage (voir EC 20⁶³, ED 6279⁶⁴). • Nettoyer les machines et les locaux en limitant l'utilisation de jets d'eau à haute pression. <p>—</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porter un appareil de protection respiratoire sur les postes exposés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter la mise en suspension des poussières. • Ventiler les locaux. • Éviter le grattage à sec des fientes... • Nettoyer en évitant les jets d'eau à haute pression. <p>—</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porter un appareil de protection respiratoire selon les conditions de travail, par exemple dans les locaux très souillés, en milieu confiné...

62. Travail en animalerie. Comment se protéger des zoonoses ? INRS, ED 6302.

63. Exposition aux poussières émises par les volailles aux postes d'accrochage en abattoirs. Étude de cas, INRS, EC 20.

64. Ventilation des postes d'accrochage en abattoir de volailles, INRS, ED 6279.

5.2. Interventions sur une tour aéroréfrigérante

Une tour aéroréfrigérante (TAR) sert à refroidir l'eau provenant d'un système de climatisation ou d'un procédé industriel. L'eau réchauffée est pulvérisée dans un flux d'air provenant de l'extérieur : d'un côté, l'eau refroidie retourne vers le procédé, de l'autre côté l'air se charge de vapeur d'eau et entraîne des microgouttelettes (< 5 micromètres) qui peuvent être rejetées dans l'environnement (voir figure 10).

Les circuits de refroidissement et les tours aéroréfrigérantes associées peuvent contenir des micro-organismes comme les légionelles, les amibes, etc., qui y trouvent des températures favorables et des apports en nourriture suffisants (poussières apportées par l'air extérieur, produits de corrosion des métaux, bactéries servant de nourriture aux amibes...).

L'ensemble de ces micro-organismes vit en communauté et produit une couche visqueuse, notamment lorsque l'eau circule trop lentement. Ce biofilm protège les micro-organismes des « agressions » physiques et chimiques. De plus, des bactéries comme *Legionella pneumophila*, habituellement détruites par les amibes, peuvent s'y abriter ce qui leur permet de résister et de se multiplier quand les conditions environnementales deviennent défavorables (température trop

élevée, présence de chlore). Lorsque les conditions s'améliorent, elles sortent des amibes et sont alors capables de recoloniser le milieu.

Certains de ces agents biologiques qui colonisent l'eau des TAR peuvent avoir des effets sur la santé. Par exemple, l'inhalation de microgouttelettes d'eau contenant des légionelles peut provoquer une légionellose, infection pulmonaire potentiellement grave, la projection dans les yeux d'eau contenant des agents biologiques est susceptible de provoquer des atteintes oculaires...

Afin d'éviter la transmission de *L. pneumophila*, des mesures de prévention contre l'inhalation de bioaérosols doivent être mises en œuvre, comme le décrit la figure 11 page suivante. Elles sont complétées par des mesures de prévention contre les projections d'eau. Les procédures de travail doivent être rédigées et mises à la disposition des intervenants. Toutes les interventions sont consignées dans le carnet de suivi de la tour afin de permettre leur traçabilité.

Enfin, une information et une formation des travailleurs doivent être organisées. L'information insistera sur la nécessité de consulter rapidement un médecin en présence de symptômes évocateurs. En cas de légionellose, il est en effet important de faire le diagnostic le plus tôt possible afin de traiter rapidement avec un antibiotique adapté.

Figure 10. Schéma d'une tour aéroréfrigérante de type « humide »

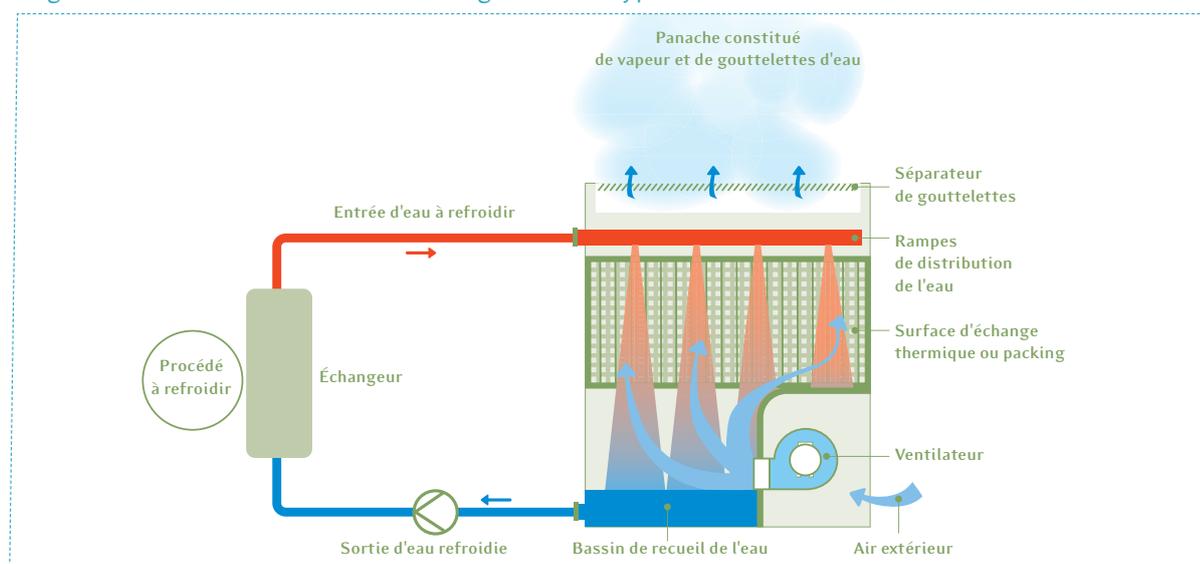


Figure II. Évaluation et prévention des risques liés à une tour aëroréfrigérante

Évaluation des risques	Exemples d'actions de prévention
<p>Réservoir : eau Eau susceptible de contenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>L. pneumophila</i> • Amibes • Autres bactéries 	<p>Lutte contre la prolifération du biofilm</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonne conception et gestion adaptée des équipements : <ul style="list-style-type: none"> • Filtration de l'air aspiré (les poussières en suspension dans l'air, introduites dans l'eau du circuit, favorisent le développement des micro-organismes) • Accessibilité des équipements pour les interventions de maintenance et d'entretien • Absence de bras morts où l'eau circule peu • Vitesse de circulation de l'eau suffisamment élevée pour limiter la formation de biofilm • Choix de matériaux peu sensibles à la corrosion, à l'entartrage, à la formation d'un biofilm et faciles à nettoyer ■ Programme de maintenance et d'entretien approprié aux conditions d'exploitation : <ul style="list-style-type: none"> • Maintien de la tour en état de propreté • Avant remise en service lors d'un arrêt prolongé et au moins une fois par an, vidange, nettoyage et désinfection de l'installation • Traitement de l'eau pour lutter contre l'entartrage, la corrosion et le développement des micro-organismes...
<p>Exposition : inhalation de microgouttelettes Microgouttelettes susceptibles de contenir <i>L. pneumophila</i> transmissible par voie respiratoire</p>	<p>Réduction de l'émission d'aérosols</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Vers l'extérieur de la tour : <ul style="list-style-type: none"> • Présence d'un pare-gouttelettes ■ À l'intérieur de la tour : <ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de la tour pour les interventions de contrôle ou de maintenance, quand c'est possible • Réduction de l'utilisation de jet d'eau à haute pression lors du nettoyage... <p>Protection des voies respiratoires</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Port d'un appareil de protection respiratoire choisi en fonction du type et de la durée de l'intervention, afin de procurer une protection et un confort adaptés : <ul style="list-style-type: none"> • Demi-masque jetable FFP3 pour les interventions de courte durée • Masque à ventilation assistée équipé d'un filtre P3 pour les interventions de longue durée ou générant une grande quantité d'aérosols
<p>Exposition : projection d'eau par exemple lors du nettoyage Eau susceptible de contenir des agents biologiques pouvant entraîner des atteintes oculaires</p>	<p>Protection du visage</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Masque complet ou visière en complément du demi-masque de protection respiratoire <p>Procédure à prévoir en cas de projection oculaire</p>
<p>De façon générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Limitation du nombre des intervenants ■ Information et formation des opérateurs ■ Respect des mesures d'hygiène. 	

5.3. Manipulation de virus pathogène en laboratoire de recherche



© Grégoire Maisonneuve pour l'INRS

Laboratoire de recherche

Certains laboratoires de biotechnologie modifient le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) pour le rendre non pathogène. Ce virus modifié est ensuite utilisé dans les laboratoires de recherche comme vecteur pour faire entrer des gènes d'intérêt⁶⁵ dans l'ADN⁶⁶ de cellules humaines.

Le virus VIH pathogène étant contagieux par voie sanguine, une blessure avec un objet contaminé pourrait entraîner une contamination du technicien. Parmi le matériel employé pour réaliser cette manipulation, les pipettes, les boîtes de culture, les flacons... pourraient représenter un risque de blessure en cas de bris. La projection de milieux de culture contaminés, en particulier liquides, pourrait également être source de contamination, en cas de contact avec les muqueuses oculaires notamment.

Des mesures de prévention doivent être prises pour éviter tout contact (par blessure, projection sur les muqueuses...) avec le virus pathogène. Le matériel en verre réutilisable n'est plus utilisé, pour éviter que les techniciens ne se contaminent en se blessant (*voir figure 12*).

Le personnel est informé des risques et formé aux bonnes pratiques en laboratoire, ainsi qu'à la conduite à tenir en cas d'accident avec exposition aux milieux de culture contenant du VIH (*voir A 775*⁶⁷).

Figure 12. Évaluation et prévention des risques liés à la manipulation de VIH

Évaluation des risques	Exemples d'actions de prévention
<p>Réservoir : milieux de culture de cellules et solutions contenant des concentrations importantes de VIH</p>	<p>Pas d'action possible car il est impossible de supprimer ici le virus VIH qui est l'objet du travail.</p>
<p>Exposition :</p> <p>Piqûre ou coupure à l'occasion du bris de matériels en verre contaminés par le VIH</p> <p>Contact avec une peau lésée ou les muqueuses Le virus se transmet par voie sanguine lors de blessure ou de contact cutanéomuqueux.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Travailler exclusivement avec du matériel en plastique à usage unique non piquant/coupant. • Protéger les plaies préexistantes à l'aide d'un pansement. • Porter des gants et des vêtements de protection couvrants.
<p>De façon générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appliquer les mesures techniques de prévention qui doivent être mises en œuvre dans les laboratoires (<i>voir TJ 24</i>⁶⁸, <i>ED 6131</i>⁶⁹). • Établir une conduite à tenir en cas d'AES⁶⁷. 	

65. Gène d'intérêt : Gène codant pour une nouvelle protéine servant par exemple dans la recherche contre le cancer, le traitement de certaines maladies, la production d'enzymes...

66. ADN : Acide désoxyribonucléique qui porte les gènes d'une cellule.

67. Conduite à tenir en cas d'accident avec exposition au sang (AES), INRS, affichette A 775.

68. Les risques biologiques sur les lieux de travail, coll. « Aide-mémoire juridique » INRS, TJ 24.

69. Les risques biologiques liés aux techniques de génie génétique en laboratoire, INRS, ED 6131.

Conclusion

La prévention des risques biologiques en milieu de travail s'intègre à la démarche habituelle de prévention des risques professionnels :

- identification et description des dangers ;
- analyse de l'exposition potentielle du travailleur par la connaissance des procédés utilisés et l'étude du poste de travail ;
- hiérarchisation des risques ;
- définition de stratégies de réduction des risques, contrôle de la mise en place des mesures de protection retenues et vérification que le risque n'a pas été déplacé.

Il s'agit d'adapter cette démarche de prévention classique à la spécificité des risques biologiques. Le concept de chaîne de transmission est un « fil rouge » que chaque préventeur peut s'approprier comme démarche d'évaluation des risques présents sur le lieu de travail. L'évaluation des risques biologiques doit être systématiquement intégrée dans toute démarche d'évaluation des risques professionnels et figurer sur le document unique au même titre que celle des autres risques (*voir ED 4410⁷⁰*).



70. Document unique et risques biologiques, coll. « Fiche agents biologiques », INRS, ED 4410.

Pour en savoir plus

Toutes les références INRS citées dans cette brochure sont accessibles en pdf sur www.inrs.fr en entrant la référence dans le moteur de recherche du site en haut à droite de la page.

Le site de l'INRS offre de nombreux outils d'aide à l'évaluation des risques biologiques.

■ À partir de l'onglet « Risques », une page est spécifiquement dédiée aux risques biologiques : www.inrs.fr/risques/biologiques. Y sont repris, outre des généralités, la définition des agents biologiques, leur mode de transmission, leurs effets sur la santé et les moyens de prévention à mettre en place. Sont également détaillées la réglementation liée aux agents biologiques et celle concernant les accidents de travail et les maladies professionnelles imputables à des agents biologiques. Sur les mêmes thématiques, un focus est fait sur les zoonoses.

■ À partir de l'onglet « Métiers et secteurs d'activité », les risques biologiques sont abordés dans les secteurs suivants : santé et aide à la personne (hôpitaux et cliniques, soins à domicile, aide à domicile, métiers de la petite enfance, Ehpad), cabinets dentaires, laboratoires d'analyses biologiques, agroalimentaire, biotechnologie et métiers de l'environnement.

Ces pages web donnent accès aux documents traitant des risques biologiques (brochures, articles, affiches, animations).

■ L'onglet « Publications et outils » donne accès à deux bases de données qui concernent les risques biologiques :

- Baobab : www.inrs.fr/baobab ;
- Eficatt (Exposition fortuite à un agent infectieux et conduite à tenir en milieu de travail) : www.inrs.fr/eficatt.

Annexes



ANNEXE I

RISQUES BIOLOGIQUES ET MALADIES PROFESSIONNELLES

Une pathologie infectieuse, immuno-allergique ou toxinique est dite « professionnelle » si elle est la conséquence de l'exposition d'un travailleur à un agent biologique pouvant la provoquer, dans le cadre de son activité professionnelle.

Au régime général de la Sécurité sociale (RG) comme au régime agricole (RA), il existe aujourd'hui une vingtaine de tableaux de maladies professionnelles relatifs au risque infectieux (concernant environ 50 maladies) et un tableau pour le risque toxinique. Le risque immuno-allergique concerne deux tableaux pour le RG et un au RA. Le risque cancérogène n'apparaît que dans les tableaux n° 45 (RG) et n° 33 (RA) relatifs aux hépatites virales.

La reconnaissance du caractère professionnel résulte :

- 1. soit d'une présomption de l'origine professionnelle si le malade remplit toutes les conditions inscrites au tableau :
 - le salarié a été habituellement exposé au risque pris en compte par ce tableau,

- le délai entre la cessation d'exposition à l'agent biologique supposé à l'origine de la maladie et la première constatation de celle-ci n'excède pas le délai maximal, appelé « délai de prise en charge » figurant dans le tableau,
- la victime exerce, ou a exercé, un travail relevant de la liste limitative des travaux du tableau ;
→ dans ce premier cas, le malade ou ses ayants droit n'ont pas à prouver l'existence d'un lien entre la survenue de la maladie et l'activité professionnelle ;

- 2. soit de la reconnaissance d'un lien existant entre l'activité professionnelle du travailleur et sa maladie si le malade ne remplit pas une des conditions administratives du tableau (délai de prise en charge, liste de travaux), ou s'il est atteint d'une affection grave (ou ayant entraîné son décès) non mentionnée dans un tableau de maladie professionnelle. Dans ce cas, le comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP) dont relève sa caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) ou sa caisse de mutualité sociale agricole (MSA) cherchera à établir s'il existe ou pas un lien entre l'activité professionnelle du salarié et sa maladie.

Tableaux de maladies professionnelles et risques biologiques

N° du tableau du régime général	N° du tableau du régime agricole	Maladie
Risques infectieux		
7	1	Tétanos
18	4	Charbon
19	5 et 5 bis	Spirochétoses (leptospirose, maladie de Lyme)
24	6	Brucellose
28	2	Ankylostomose
40	16	Tuberculoses et infections à mycobactéries atypiques
45	33	Hépatites virales A, B, C, D et E
46	15	Mycoses cutanées
53	49	Rickettsioses et fièvre Q
54	38	Poliomyélite
55	-	Amibiase
56	30	Rage
68	7	Tularémie
76	-	Maladies dues à des agents biologiques contractées en milieu de soins
77	15	Périonyxis et onyxis
80	-	Kératoconjunctivites virales
86	50	Pasteurellose
87	52	Ornithose-psittacose
88	51	Rouget du porc
92	55	Infections à <i>Streptococcus suis</i>
96	56	Infections à hantavirus
Risques immuno-allergiques		
66	45 A	Rhinites et asthmes
66 bis	45 B, C et D	Pneumopathies d'hypersensibilité
Risques toxiques		
90	54	Affections respiratoires consécutives à l'inhalation de poussières textiles végétales

Pour plus d'information, consulter le guide des maladies professionnelles (INRS, réf. ED 835) ou le site www.inrs.fr/mp.

ANNEXE II

ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE DES BIOAÉROSOLS

Les bioaérosols sont définis comme des entités d'origine biologique en suspension dans l'air. Ils peuvent contenir des micro-organismes, qui sont des organismes vivants microscopiques omniprésents dans l'environnement. Les entités microbiennes (telles que les cellules, 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.

Des méthodes de mesures sont disponibles pour évaluer les expositions professionnelles aux bioaérosols. 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.

Les méthodes et appareils permettant d'échantillonner les bioaérosols incluent l'échantillonnage par filtration ou en voie liquide (CIP 10-M). L'analyse des échantillons est effectuée par le biais des méthodes utilisées classiquement en microbiologie. Parmi ces méthodes, on peut citer la culture sur milieu gélosé ou encore les méthodes de biologie moléculaire. D'autres méthodes permettent de doser des constituants cellulaires comme les endotoxines bactériennes ou les ergostérols fongiques.

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 : les micro-organismes cultivables, les endotoxines et plusieurs mycotoxines (aflatoxines, l'ochratoxine A, la zéaralénone, la fumonisie B1 et les mycotoxines HT2 et T2). 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 (voir DO 22⁷¹). Les protocoles de mesures, détaillés et complets, sont consultables dans la base de données Métropol (www.inrs.fr/metropol). Par ailleurs, des normes européennes existent pour le mesurage des micro-organismes dans l'atmosphère des lieux de travail. Ainsi, la norme NF EN 13098 donne les recommandations sur le mesurage des

micro-organismes dans l'air et la norme NF EN 14031 sur le mesurage des endotoxines.

Des expositions aux bioaérosols ont été mises en évidence dans plusieurs secteurs d'activité, mais 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. Le recours à la mesure peut cependant être utile par exemple pour guider la mise en place de mesures de prévention. Pour cela, il est indispensable que la stratégie de mesurage soit bien définie. D'abord, des mesurages comparatifs (air intérieur / air extérieur ; air de local à problème / air de local similaire sans problème...) devront être effectués le même jour, dans des conditions similaires et avec le même type d'appareils, afin de faciliter l'interprétation des résultats. Des rapprochements pourront être tentés avec les données publiées dans la littérature pour des activités similaires, en tenant compte de toutes les réserves listées ci-dessus sur les appareils et les méthodes non standardisés, ainsi que sur les variations saisonnières et climatiques. L'interprétation des résultats doit aussi prendre en considération le maximum d'informations rassemblées lors de l'échantillonnage, du transport et de l'analyse des échantillons. 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 Prévention des risques professionnels a défini deux valeurs guide pour les endotoxines en fonction des résultats d'analyses effectuées dans différents secteurs (voir NT 25⁷²).



71. Les risques biologiques au travail, INRS, DO 22.

72. Valeurs guides endotoxines. Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols, INRS, NT 25.

ANNEXE III

SUIVI EN SANTÉ AU TRAVAIL – PLACE ET LIMITES DE LA VACCINATION

Les services de santé au travail ont pour mission exclusive d'éviter toute altération de la santé des travailleurs du fait de leur travail. À cette fin :

- ils conduisent les actions de santé au travail, dans le but de préserver la santé physique et mentale des travailleurs tout au long de leur parcours professionnel ;
- ils conseillent les employeurs, les travailleurs et leurs représentants sur les dispositions et mesures nécessaires afin d'éviter ou de diminuer les risques professionnels et d'améliorer les conditions de travail ;
- ils assurent la surveillance de l'état de santé des travailleurs en fonction des risques concernant leur santé au travail, leur sécurité et celles des tiers ;
- ils participent au suivi et contribuent à la traçabilité des expositions professionnelles et à la veille sanitaire.

Le suivi en santé au travail permet de :

- recueillir des informations sur les conditions d'exposition du salarié et son état de santé ;
- prescrire si nécessaire des examens complémentaires ;
- renouveler l'information du salarié sur son exposition professionnelle (notamment à des agents biologiques) et sur les mesures de prévention collectives et individuelles adaptées à son poste de travail ;
- rappeler les règles d'hygiène individuelle participant à cette prévention ;
- faire le point sur les vaccinations ;
- prêter une attention particulière aux femmes enceintes.

Le suivi de l'état de santé des travailleurs est l'occasion de recueillir les informations en vue d'une veille sanitaire professionnelle et/ou d'études épidémiologiques.

1. Suivi individuel en santé au travail et risques biologiques

Le Code du travail prévoit que « tout travailleur bénéficie d'un suivi individuel de son état de santé ». Ce suivi comprend, en général, une visite d'information et de prévention (VIP) dans un délai de trois mois après la prise de poste, effectuée par le médecin du travail ou, sous l'autorité de celui-ci, par le collaborateur médecin, l'interne en médecine du travail ou l'infirmier.

Dans le cas où l'évaluation du risque montre que le salarié peut être exposé à des agents biologiques

de groupe 2, cette visite initiale doit avoir lieu avant la prise de poste (article R. 4624-10 du Code du travail). Les VIP suivantes se feront avec une périodicité fixée par le médecin du travail (maximum 5 ans). Elles donnent lieu à la remise d'une attestation de suivi.

Si l'évaluation du risque met en évidence une exposition potentielle à des agents biologiques de groupe 3 ou 4, les salariés doivent alors bénéficier d'un suivi individuel renforcé (SIR - article R. 4426-7 du Code du travail). Le salarié bénéficie alors d'un examen médical d'aptitude à l'embauche, qui se substitue à la VIP, effectué par le médecin du travail préalablement à l'affectation sur le poste.

Le groupe 4 ne comprend que des virus non rencontrés en France, sauf introduction accidentelle, cas exceptionnel importé en milieu de soins (maladie à virus Ebola...), ou travaux de recherche sur ces virus.

Les agents biologiques de groupe 3 peuvent être rencontrés dans certains secteurs professionnels, notamment avec contacts interhumains (tuberculose, hépatites B et C...) ou avec certains animaux, ainsi qu'en laboratoire de recherche. Cependant, il convient d'évaluer en fonction des métiers concernés si les risques d'exposition sont présents (exemple : risque de contracter les virus VHB et VIH uniquement lors d'AES...) et ce même si les mesures de prévention sont en place.

Il convient de noter, qu'en dehors des visites prévues soit dans le cadre du suivi « classique » de l'état de santé (VIP), soit dans le cadre d'un SIR, le salarié ainsi que l'employeur ont toujours la possibilité de demander une visite auprès du médecin du travail. Le médecin du travail peut également organiser lui-même une visite médicale pour tout travailleur le nécessitant.

2. Place et limites de la vaccination

En milieu de travail, la vaccination doit être intégrée à la démarche globale de prévention des risques biologiques élaborée par l'employeur en collaboration avec le médecin du travail. Pour pouvoir poser l'indication d'une vaccination en milieu de travail, il est nécessaire d'évaluer préalablement le risque.

La vaccination est destinée à renforcer la protection du salarié mais elle ne saurait remplacer les

mesures de protection collectives et individuelles prises en amont visant à réduire l'exposition et à protéger le travailleur. S'agissant d'un acte médical, il revient au médecin du travail de proposer à l'employeur de recommander telle ou telle vaccination (article R. 4426-6 du Code du travail). Il se basera sur :

- les éléments d'évaluation des risques qui lui sont communiqués par l'employeur, ainsi que sur sa propre évaluation, figurant dans la fiche d'entreprise ;
- les recommandations en milieu professionnel du calendrier vaccinal⁷³ (vaccinations obligatoires et recommandées).

Les vaccinations en milieu de travail ont deux objectifs :

- prémunir les salariés contre un risque professionnel en leur assurant, par cet acte de prévention primaire, une protection individuelle ;
- rompre la chaîne de transmission et ainsi éviter, en les immunisant, qu'ils ne contaminent leur entourage (collègues, patients en milieu de soins, proches...).

Elles sont régies par :

- le Code de la santé publique (articles L. 3111-4, L. 3112-1, R. 3112-1 et R. 3112-2) rendant obligatoires certaines vaccinations pour certains professionnels exposés ou exposant les personnes dont ils ont la charge à un risque de contamination : vaccination contre l'hépatite B pour les professionnels de santé, par exemple ;

- le Code du travail (article R. 4426-6) qui prévoit qu'un employeur sur proposition du médecin du travail peut recommander une vaccination. Il peut s'agir par exemple de la vaccination contre la leptospirose pour les égoutiers, de la vaccination contre la grippe en Ehpad (établissement hospitalier pour personnes âgées dépendantes), ou bien encore de la vaccination contre la coqueluche ou la rougeole en crèche...

Le salarié doit être informé par le médecin du travail sur les risques encourus au poste de travail, sur les avantages et les limites de la vaccination et sur d'éventuels effets secondaires. Aucune vaccination ne peut être pratiquée sans l'accord explicite du travailleur. Il a le choix du médecin vaccinateur (médecin traitant, médecin du travail...).



73. Calendrier des vaccinations et recommandations vaccinales, mis à jour tous les ans, accessible sur le site du ministère de la Santé.



Pour commander les brochures et les affiches de l'INRS,
adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

Services Prévention des Carsat et Cram

Carsat ALSACE-MOSELLE

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

(57 Moselle)

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

(68 Haut-Rhin)

11, avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 69 45 10 12
fax 03 89 21 62 21
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE

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

Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal,
43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
Espace Entreprises
Clermont République
63036 Clermont-Ferrand cedex 9
tél. 04 73 42 70 19
fax 04 73 42 70 15
offredoc@carsat-auvergne.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE - FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,
39 Jura, 58 Nièvre,
70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
46, rue Elsa-Triolet
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 33 13 92
fax 03 80 33 19 62
documentation.prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236, rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex 09
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drp.cdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

Carsat CENTRE - VAL DE LOIRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36, rue Xaintraillès
CS44406
45044 Orléans cedex 1
tél. 02 38 79 70 21
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-cvl.fr

Carsat CENTRE-OUEST

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

Cram ÎLE-DE-FRANCE

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

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

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

Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2, rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 36 79
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

Carsat NORD-EST

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

Carsat NORD-PICARDIE

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

Carsat NORMANDIE

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

Carsat PAYS DE LA LOIRE

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

Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26, rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 97 92
fax 04 72 91 98 55
prevention.doc@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35, rue George
13386 Marseille cedex 20
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Espace Amédée Fingarol, bât. H
Parc d'activités La Providence, ZAC de Dothémare
97139 Les Abymes
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
risquesprofessionnels@cgss-guadeloupe.fr
www.cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Direction des risques professionnels
CS 37015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01
prevention-rp@cgss-guyane.fr

CGSS LA RÉUNION

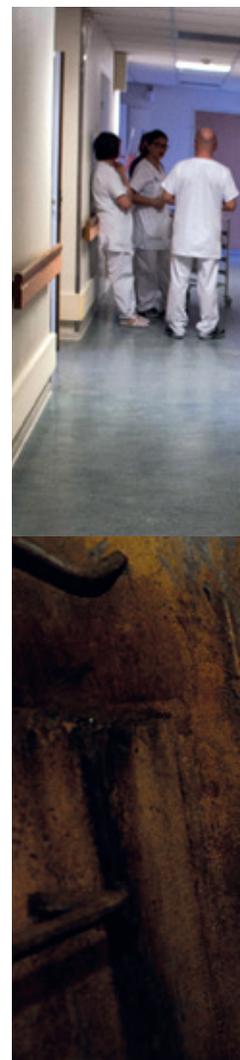
4, boulevard Doret, CS 53001
97741 Saint-Denis cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss.re
www.cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes,
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 76 19 – fax 05 96 51 81 54
documentation.atmp@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

Cette brochure a pour objectif d'inciter l'ensemble des préventeurs à intégrer de façon systématique l'évaluation des risques biologiques dans leur démarche générale de prévention des risques en entreprise, quel que soit le secteur d'activité.

Elle apporte en termes simples l'essentiel des connaissances sur les risques biologiques en milieu de travail (risques de type infectieux, allergique, toxinique ou cancérigène) et propose d'utiliser la chaîne de transmission comme fil rouge pour l'évaluation des risques.



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

Édition INRS ED 6034

2^e édition • avril 2019 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2449-0

▶ L'INRS est financé par la Sécurité sociale - Assurance maladie / Risques professionnels ◀

www.inrs.fr

YouTube

