



© Gaël Kerbaol / INRS

Cette fiche a pour objectif de vous aider à évaluer le risque d'apparition de maladies respiratoires dues à la présence d'endotoxines en quantité trop importante sur les lieux de travail. Il y est fait un rappel :

- de l'origine des endotoxines ;*
- des différentes pathologies respiratoires ;*
- des principales activités professionnelles concernées ;*
- des grandes orientations en matière de prévention.*

Endotoxines en milieu de travail

POURQUOI S'INTÉRESSER AUX ENDOTOXINES EN MILIEU DE TRAVAIL ?

Les endotoxines se rencontrent dans tous les environnements mais certaines activités professionnelles peuvent augmenter leur concentration dans l'air de façon importante. La présence de ces nuisances en milieu professionnel est souvent sous-estimée. Leurs effets sur la fonction respiratoire sont peu surveillés, bien qu'une exposition importante ou trop souvent répétée puisse conduire à des

pathologies respiratoires qui peuvent devenir chroniques et invalidantes.

QU'EST-CE QUE LES ENDOTOXINES ?

Ces composants de la paroi des bactéries Gram négatif et des cyanobactéries sont libérés lors de la division cellulaire et surtout lors de la mort des bactéries. Ce sont des molécules complexes qui persistent dans l'environnement longtemps après la mort des bactéries. Elles sont également très résistantes à

de nombreux agents chimiques ou physiques (en particulier à la chaleur). Les endotoxines sont très solubles dans l'eau.

OÙ TROUVE-T-ON DES ENDOTOXINES ?

Dans les environnements professionnels, les bactéries à Gram négatif sont présentes dans une grande variété de substrats à la fois solides (poussières, déchets ménagers, compost, graines, plantes...) et liquides (eaux usées, fluides de coupe...) contenant de la

matière organique. Les endotoxines étant des composants de la paroi des bactéries Gram négatif, leur concentration varie en fonction de la présence de ces « réservoirs » dans les milieux de travail et selon la quantité de ces bactéries. Cette concentration augmente aussi dans l'air en fonction de l'agitation de ce milieu du fait du procédé de travail. Toute activité créant un aérosol contribue à augmenter la concentration d'endotoxines dans l'air.

COMMENT PEUT-ON ÊTRE EXPOSÉ À DES ENDOTOXINES ?

En milieu de travail, l'exposition est le fait de la présence dans l'air respiré de poussières ou de gouttelettes contaminées par des endotoxines. L'exposition des travailleurs aux endotoxines a été observée dans de nombreux secteurs comme l'agriculture, l'élevage des animaux, l'industrie agroalimentaire, la collecte et le traitement des déchets ou le secteur tertiaire... Les concentrations en endotoxines aux postes de travail dépendent de nombreux facteurs incluant les procédés de production, la tâche et les opérations de travail, la distance à la source, les conditions climatiques, etc. Il s'agit le plus souvent de polyexpositions (poussières, gaz irritants). Les concentrations en endotoxines mesurées peuvent être augmentées de façon parfois considérable.

QUELS SONT LES PRINCIPAUX EFFETS DES ENDOTOXINES PAR INHALATION POUR LA SANTÉ HUMAINE ?

D'après la littérature scientifique, l'exposition des travailleurs à des endotoxines en milieu professionnel est associée à des atteintes de l'état général, des symptômes respiratoires aigus et à des altérations de la fonction respiratoire qui peuvent devenir irréversibles au fil du temps.

Syndrome toxique des poussières organiques ou ODTS (*Organic Dust Toxic Syndrom*)

L'expression « syndrome toxique des poussières organiques » désigne un ensemble de symptômes pseudo-grippaux consécutifs à une exposition massive à des particules organiques. Connu depuis des décennies, ce syndrome était nommé différemment selon le lieu de travail ou selon l'agent causal : fièvre des filatures de coton ou fièvre du lundi matin, fièvre des fermiers, fièvre des éleveurs de porcs...

La symptomatologie associe typiquement une fièvre (38,5 à 40°C), des frissons, des douleurs musculaires. Une sensation d'oppression thoracique, une gêne respiratoire à l'effort et une toux sont fréquentes, voire des

maux de tête et des nausées. Les symptômes sont à leur maximum d'intensité le premier jour de travail lors de la reprise, après un week-end ou des vacances, avec disparition des symptômes en quelques heures. Ensuite une « tolérance » semble s'installer malgré la poursuite de l'exposition (d'où l'appellation « fièvre du lundi matin »).

La plupart des auteurs s'accordent à dire que l'affection est provoquée par des endotoxines présentes en grande quantité dans l'environnement de travail lors des procédés générant un empoussièrment organique important : élevage, stockage de céréales, premières transformations de fibres végétales (coton, lin, chanvre et sisal), de la pomme de terre, traitement des déchets parfois... Il peut s'agir aussi de la contamination importante d'un système de climatisation ou d'humidification, l'exposition provient alors d'aérosols de gouttelettes d'eau contaminée, libérées du réservoir lors de la remise en marche du système. On parle alors de « fièvre des humidificateurs ».

Pour d'autres auteurs, il n'est pas certain que les effets des endotoxines soient la cause première de l'ODTS, les moisissures, les levures, et les poussières végétales pourraient également y contribuer.

Différents examens complémentaires sont parfois pratiqués, notamment des épreuves fonctionnelles respiratoires qui peuvent montrer une légère réduction de la capacité pulmonaire, et un bilan sanguin qui peut montrer des phénomènes inflammatoires. Quand elle est faite, la radiographie des poumons est toujours normale. Après quelques heures de gêne respiratoire, la guérison survient spontanément sans séquelle.

Syndrome asthmatiforme

Les endotoxines ont un effet de stimulation du système immunitaire et, chez l'adulte, exacerbent la sensibilité aux allergènes ; elles constituent un facteur de risque d'asthme (obstruction réversible des bronches et bronchioles).

Manifestations bronchiques aiguës réversibles

Une exposition habituelle ou trop fréquemment répétée à des niveaux élevés d'endotoxines peut conduire à l'installation d'une réaction inflammatoire au niveau des voies aériennes avec hypersécrétion bronchique, puis épisodes répétés de bronchite.

Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)

Si l'exposition persiste, des lésions de fibrose du parenchyme pulmonaire et des parois des bronches, ainsi que de l'emphysème, peuvent apparaître. Au fil du temps, une maladie respiratoire chronique va s'installer et entraîner

une bronchopneumopathie chronique obstructive ou BPCO (obstruction lente et progressive des voies aériennes et des poumons) peu ou pas réversible.

Manifestations digestives

Dans le secteur du traitement des eaux usées, des manifestations digestives (nausées, vomissements, diarrhées) sont parfois citées. L'hypothèse d'une relation de causalité avec les endotoxines a été évoquée par certains auteurs, sans que cette relation de causalité n'ait été démontrée.

QUELLES SONT LES ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES AU COURS DESQUELLES IL EST POSSIBLE D'ÊTRE EXPOSÉ À DES ENDOTOXINES ?

Traitement des eaux usées

Le « syndrome des égoutiers » est évoqué depuis longtemps devant divers symptômes observés chez les personnes travaillant au contact des eaux usées, particulièrement en espace clos. Quelques heures après une tâche exposant à des aérosols d'eau contaminée ou à un empoussièrment important, les salariés présentent de la fièvre, des frissons et une oppression thoracique auxquels peuvent s'associer des manifestations cutanées ou digestives disparaissant dans les 24 heures.

Dans les stations d'épuration, certains processus, en particulier pour le traitement des boues, génèrent des quantités importantes de poussières ou de microgouttelettes entraînant une exposition importante aux endotoxines.

Activités nécessitant un traitement de l'air (climatisation, humidification)

La « fièvre des humidificateurs », qui survient généralement au retour de congés ou de week-end, est attribuée à la prolifération des bactéries et des endotoxines pendant les phases d'arrêt des systèmes de climatisation ou d'humidification, et la diffusion d'air contaminé lors de leur remise en route.

Des pneumopathies d'hypersensibilité ont été rapportées à ces installations. Elles sont plus rares et ne sont pas dues aux endotoxines mais à une sensibilisation progressive à la dispersion d'allergènes par le système de traitement de l'air (voir fiche de la même collection ED 4414).

Compostage, usine de traitement des déchets

Certains symptômes respiratoires tels que la bronchite chronique et l'ODTS sont fréquemment rapportés chez les travailleurs de la

collecte ou du tri des ordures ménagères ainsi que du compostage.

L'asthme et la pneumopathie d'hypersensibilité, non liés aux endotoxines, sont également rapportés (voir fiche de la même collection ED 4414).

Industrie du coton et autres fibres végétales

L'exposition aux poussières créées par les premières étapes de la transformation du coton a très vite été mise en cause dans l'apparition de manifestations aiguës avec passage à la chronicité si l'exposition persiste (byssinose). Cette maladie concerne également les premières étapes de la transformation du lin, du chanvre et du sisal. Ces travaux sont inscrits au tableau des maladies professionnelles n° 90 du régime général et n° 54 du régime agricole.

Travail en secteur agricole

Différentes études menées chez les travailleurs du secteur céréalier ou des élevages intensifs (porcs, volailles) montrent une augmentation de la fréquence des signes respiratoires en fonction des concentrations d'endotoxines.

En élevage intensif de volailles, ces atteintes pulmonaires concernent plus fréquemment les élevages au sol où l'empoussièrement est plus important.

Dans la filière porcine, ces symptômes respiratoires (bronchite chronique, syndrome toxique des poussières organiques) ont été observés dans un contexte de multiexpositions, associant endotoxines et irritants respiratoires (gaz issus du lisier, ammoniac en particulier, et vapeurs des désinfectants parfois utilisés).

La présence d'endotoxines a été également constatée en quantité importante dans des milieux de travail tels que la production de semences (graines en vrac), alors que les travailleurs présentaient des signes d'ODTS.

Travail en secteur agroalimentaire

Des altérations de la fonction respiratoire, mesurées par examens complémentaires, ont également été rapportées chez les travailleurs de l'industrie de transformation de la pomme de terre et dans l'industrie de traitement du café lors d'expositions à un empoussièrement important, riche en endotoxines.

Autres secteurs

D'autres secteurs peuvent être concernés par l'exposition aux endotoxines. Ainsi, dans l'industrie du tabac, dans les scieries..., de fortes concentrations en poussières et en endotoxines sont parfois retrouvées lors de certains procédés de travail.

EST-IL POSSIBLE DE MESURER LES CONCENTRATIONS D'ENDOTOXINES DANS L'AIR ?

La métrologie des endotoxines dans les bioaérosols se développe peu à peu malgré la difficulté d'interprétation des résultats. Les techniques de prélèvement et d'analyse sont l'objet de la fiche M 154 dans la base de données MétroPol disponible sur www.inrs.fr.

Il n'existe pas de valeur limite d'exposition professionnelle, mais l'INRS propose des valeurs guides aidant à l'interprétation des résultats.

QUELLES SONT LES MESURES DE PRÉVENTION POSSIBLES EN MILIEU DE TRAVAIL ?

Les mesures sont spécifiques à chaque secteur et à chaque environnement de travail. Il faut bien sûr privilégier la prévention technique collective en supprimant ou en réduisant l'exposition à des niveaux aussi bas que possibles.

Lutter contre la prolifération des bactéries

Pour empêcher ou limiter la multiplication des bactéries Gram négatif, et donc la production des endotoxines par ces bactéries, il est nécessaire de prendre en compte et de contrôler tous les facteurs favorisant cette multiplication (température, hygrométrie, présence de nutriments).

Ainsi, remplacer un humidificateur par pulvérisation de gouttelettes d'eau par un humidificateur à vapeur d'eau peut s'avérer une mesure efficace. Cela revient en effet à supprimer le réservoir d'eau où peuvent proliférer les bactéries.

Lutter contre l'exposition aux poussières ou aérosols contaminés

Le niveau d'endotoxines n'est pas toujours corrélé au niveau d'empoussièrement. Néanmoins, dans les secteurs manipulant des produits potentiellement contaminés par des agents biologiques et/ou des endotoxines, la réduction de l'empoussièrement reste essentielle, tant pour limiter les effets broncho-pulmonaires non spécifiques des poussières (surcharge, irritation, inflammation...), que pour limiter les effets spécifiques des endotoxines.

Différentes mesures doivent être envisagées, par exemple :

- réduire les possibilités de dispersion dans l'air de particules de substrat contaminé (capotage des sources d'émission...);

- améliorer la ventilation des locaux afin de limiter la présence des endotoxines et de cofacteurs (poussières, gaz...) participant à l'irritation des voies respiratoires ;

- organiser le travail et l'espace de travail pour limiter le nombre de personnes exposées (mise en place de cloisonnements, de restrictions d'accès...).

Protection individuelle

Si les mesures de protection collective, qui doivent toujours être privilégiées, n'assurent pas une protection suffisante, elles seront complétées par des appareils de protection respiratoire adaptés à la situation de travail et au travailleur.

Prévention médicale

Il importe que le suivi de santé au travail des personnels concernés intègre une évaluation de la fonction pulmonaire par des épreuves fonctionnelles respiratoires, en particulier à l'embauche, et si besoin en début et en fin de poste. Cet examen non invasif peut être réalisé au cours de la visite médicale ou de l'entretien infirmier afin de repérer les sujets les plus sensibles.

Le renouvellement de cette évaluation doit permettre d'intervenir précocement avant l'installation d'une atteinte pulmonaire ou bronchique non réversible.

Information et formation

L'information et la formation des travailleurs, y compris des personnels temporaires, des stagiaires et des intervenants extérieurs, doivent les convaincre d'adhérer à des procédures d'intervention parfois contraignantes et au respect des mesures d'hygiène individuelle.

CONCLUSION

L'exposition aux endotoxines en milieu professionnel, parfois en présence d'autres nuisances, est l'objet de nombreuses études. Irritation des voies respiratoires, syndrome asthmatiforme et bronchite chronique sont les manifestations les plus souvent rapportées.

Pour l'instant, il n'existe pas de valeur limite d'exposition et les possibilités de métrologie sont limitées. Néanmoins, des mesures de prévention peuvent d'ores et déjà être mises en œuvre, en particulier vis-à-vis de la prolifération des bactéries et de l'empoussièrement des ambiances de travail à risque.

OÙ PUIS-JE TROUVER PLUS D'INFORMATION ?

- *Les risques biologiques en milieu professionnel*, INRS, ED 6034.
- *Document unique et risques biologiques*, INRS, coll. « Fiche Agents biologiques », ED 4410.
- *Risques biologiques en milieu de travail et maladies respiratoires d'origine allergique et/ou toxinique*, INRS, coll. « Fiche Agents biologiques », ED 4414.
- *Risques biologiques et maladies respiratoires d'origine allergique et/ou toxinique en milieu agricole*, INRS, coll. « Fiche Agents biologiques », ED 4415.
- I. Balty et coll. - *Valeurs guides endotoxines. Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols*. Hygiène et sécurité du travail, n°239, NT 25, juin 2015.
- Dossier web « *Risques biologiques* » disponible sur le site Internet : www.inrs.fr/accueil/risques/biologiques.html

Auteurs : Véronique Caron et Colette Le Bâcle,
département Études et assistance médicales,
INRS
Contact e-mail : veronique.caron@inrs.fr