

Méthodologie qualitative d'évaluation du risque biologique dans le secteur du compostage

Introduction

L'évaluation du risque constitue le préalable à toute démarche de prévention et doit permettre de construire un plan d'action de prévention. Elle consiste à répertorier les dangers qui pourraient causer un préjudice aux salariés, analyser et évaluer les conditions d'exposition et ainsi hiérarchiser les risques par priorités d'action dans le but de définir un plan d'action en matière de santé et de sécurité au travail. À l'instar des autres risques, tels que le risque chimique ou le risque lié à l'utilisation de nanomatériaux, l'employeur doit réaliser une évaluation du risque biologique et en l'absence de démarche standardisée, il est démuné, d'une part face à son obligation réglementaire et d'autre part face la prévention du risque biologique. À ce jour, il n'existe pas de méthodologie universelle applicable à tous les secteurs. C'est pourquoi, dans la genèse d'une telle démarche, cette fiche propose une méthodologie d'évaluation du risque biologique qui a été construite pour un secteur particulier, le compostage.

Contexte 2

La méthodologie 2

étape 1 : Le repérage des lieux et des expositions.....3

étape 2 : la constitution des groupes d'exposition similaires (GES).....4

étape 3 : inventaire des produits/matières utilisés ou manipulés.....4

étape 4 : L'évaluation des risques.....5

Les descripteurs communs.....5

Les descripteurs spécifiques de l'exposition par inhalation.....9

Descripteurs spécifiques du risque par contact cutané14

Les scores de risque et la caractérisation du risque16

Score et caractérisation du risque par contact cutané17

La collecte des informations	17
Bibliographie.....	17
Auteurs	18
Historique.....	18
Annexe 1	19
<i>Exemple de situations de travail évaluées,.....</i>	<i>19</i>
<i>Situation de travail N°1 : la prise d'échantillon</i>	<i>19</i>
<i>Situation de travail N°2 : conduite d'engin pour retourner les andains</i>	<i>19</i>

CONTEXTE

En milieu professionnel, plusieurs types de risques coexistent, y compris le risque biologique¹. Ce dernier est induit par l'exposition des salariés à des agents biologiques (AB) tels que des bactéries, des virus, des champignons et des endoparasites et à leurs substances toxiques excrétées comme les endotoxines et les mycotoxines. Si la majorité des agents biologiques sont inoffensifs, voire indispensables à la vie, d'autres provoquent des effets délétères sur la santé tels que des cancers, des infections, des allergies et des pathologies liées aux toxines.

L'une des obligations de l'employeur est de prendre toutes les mesures nécessaires pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs en adoptant les principes généraux de prévention². L'évaluation du risque est le préalable à toute démarche de prévention.

Cette méthodologie d'évaluation du risque biologique (EvRB) qualitative a été élaborée pour le secteur du compostage. Elle propose aux chefs d'entreprises ou aux gestionnaires de risque un dispositif permettant de réaliser l'évaluation du risque biologique lors de la manipulation ou du contact avec des produits ou des matières pouvant contenir des AB.

Le chef d'établissement, responsable légal de l'évaluation des risques, peut désigner toute personne assurant la gestion du risque en interne (Hygiène Sécurité Environnement (HSE), représentant du personnel...) ou en externe (médecin du travail, Intervenant en Prévention des Risques Professionnels (IPRP)...) pour réaliser cette évaluation du risque, en leur assurant le concours de l'encadrement et du personnel.

LA MÉTHODOLOGIE

La démarche générale consiste (i) à identifier les descripteurs de risque, à savoir le danger et l'exposition (ii) à sélectionner la catégorie associée à chaque descripteur. Si le danger est la propriété intrinsèque d'une matière ou d'un produit, l'exposition peut être déclinée en plusieurs variables descriptives, telles que le procédé de travail, la présence de protection collective, le type de manipulation... Dans le cadre de cette fiche méthodologique, un travail a été réalisé afin de déterminer le danger des matières et des produits. Les variables descriptives de l'exposition sont, quant à elles, à caractériser par l'employeur ou par le gestionnaire de risque lors de l'observation

¹ <https://www.inrs.fr/risques/biologiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>

² <https://www.inrs.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html>

des tâches de travail.

Cette méthodologie d'évaluation applicable aux activités de compostage considère uniquement le domaine du risque pour la santé des salariés dans les conditions normales de travail. L'évaluation du risque pour la santé porte sur le risque par inhalation et le risque par contact cutané. Ce dernier type de risque inclut les risques par inoculation et par voie digestive (contact main bouche), dans la mesure où un contact cutané peut induire ces deux autres types de risques. La méthodologie ne prend pas en considération l'évaluation des situations accidentelles et ne porte pas sur les domaines des risques environnementaux ni des risques incendie/explosion

Figure 1.



Figure 1: Le domaine d'application concerné par la méthodologie d'EvRB et les domaines exclus par la méthodologie d'EvRB dans le secteur du compostage.

Cette méthodologie se fonde sur les bases théoriques de l'évaluation des risques et son application repose sur la collecte d'informations. Ces dernières peuvent figurer dans les dossiers administratifs ou techniques de l'entreprise (approvisionnement des matières premières, diagnostic des installations de ventilation...), être identifiées lors de l'observation des tâches de travail effectuées par les salariés mettant en œuvre les produits/matières ou provenant de la littérature scientifique.

Pour mener à bien ce travail, quatre étapes sont à effectuer :

- Étape 1 : repérer les lieux et les expositions ;
- Étape 2 : construire des groupes d'exposition similaires (GES) ;
- Étape 3 : inventorier les produits/matières utilisés ou manipulés ;
- Étape 4 : évaluer le risque :
 - par inhalation ;
 - par contact cutané.

ÉTAPE 1 : LE REPÉRAGE DES LIEUX ET DES EXPOSITIONS

Cette étape consiste à recueillir des informations techniques concernant l'établissement/le site d'exploitation et l'activité des salariés, par exemple en :

- ▶ consultant le document unique d'évaluation des risques (DUER) pour connaître les résultats de la précédente EvRB, si celle-ci a déjà été réalisée ;
- ▶ prenant connaissance des rapports d'interventions antérieures, si des actions ont été réalisées en matière d'EvRB ;
- ▶ réalisant une cartographie des différentes zones de travail de l'établissement : extérieur, intérieur, atelier, unité... ;
- ▶ identifiant les salariés affectés aux différentes zones de travail ou susceptibles d'effectuer des tâches au sein de ces zones ;
- ▶ recensant les métiers et les tâches des salariés.

ÉTAPE 2 : LA CONSTITUTION DES GROUPES D'EXPOSITION SIMILAIRES (GES)

Dans la pratique, réaliser l'évaluation du risque ou la caractérisation du risque de chaque travailleur d'une entreprise ou d'un établissement est difficile, notamment dans des établissements où l'effectif des salariés est important ou par manque de moyens fonctionnels ou humains. Ainsi, il est proposé une approche qui optimise l'utilisation des ressources : la constitution de GES.

Un GES est un groupe de travailleurs ayant le même profil général d'exposition aux agents chimiques ou biologiques en raison de la similitude et de la fréquence des tâches exécutées, des matériaux et des procédés de travail employés et de la similitude d'exécution des tâches (AFNOR 2019, INRS 2019). Construire un GES consiste à regrouper des sous-ensembles de salariés, de postes, ou de fonctions pour lesquels l'exposition est estimée de même nature et d'intensité similaire. Pour cela, le gestionnaire de risque identifie tous les facteurs qui peuvent influencer l'exposition des salariés, par exemple :

- ▶ le produit ou la matière mis en œuvre ;
- ▶ les propriétés physico-chimiques : pour un aérosol, la morphologie, la granulométrie... ;
- ▶ les quantités correspondantes ;
- ▶ la fréquence d'exposition ;
- ▶ le procédé mis en œuvre ;
- ▶ les caractéristiques environnementales comme l'utilisation en plein air ou la taille de l'atelier ;
- ▶ les mesures de protection collective mises en œuvre ;
- ▶ l'organisation du travail (posté, en journée...);
- ▶ tout autre facteur pertinent dépendant du contexte.

ÉTAPE 3 : INVENTAIRE DES PRODUITS/MATIÈRES UTILISÉS OU MANIPULÉS

Il existe deux circonstances de travail où les salariés peuvent être exposés à des AB. La première, lorsque l'agent biologique fait l'objet même du travail. On parle de situation d'utilisation délibérée d'agents biologiques. Outre son identité, d'autres informations sont connues, comme les quantités utilisées, les étapes du procédé... Ces situations concernent les laboratoires de recherche, les industries pharmaceutiques, les entreprises utilisant ou exploitant des micro-organismes, par exemple dans des fontaines de dégraissage, pour la dépollution des effluents de cabines de peinture, etc. La deuxième circonstance de travail où les salariés sont potentiellement exposés à des AB est lorsque les agents biologiques sont présents soit du fait de l'activité elle-même, par exemple dans les métiers de la santé, du traitement de l'eau ou des déchets, soit du fait des caractéristiques de l'activité favorables à leur survie et à leur croissance. Dans ce cas de figure, ce n'est pas un seul agent biologique qui intervient, mais un mélange d'agents biologiques. Le milieu dans lequel s'accumule et prolifère ce mélange est appelé « réservoir ». Dans ces deux circonstances, les salariés peuvent être exposés à des agents biologiques dangereux pour leur santé, par voie respiratoire, digestive, cutanée, oculaire et transcutanée (Corrao, Mazzotta et al. 2012, Meima, Kuijpers et al. 2020).

Le compostage fait partie de ce deuxième type d'activités. Dans ces circonstances, l'étape d'inventaire consiste à recenser les réservoirs auxquels seront potentiellement exposés les salariés. Les réservoirs peuvent être :

- ▶ les matières entrantes, telles que les déchets verts, les boues de station d'épuration, les ordures ménagères... ;
- ▶ les composts au cours du processus de compostage ;
- ▶ le compost mature.

L'inventaire des réservoirs mis en œuvre par les salariés permet de réaliser l'étape d'évaluation du risque biologique par GES selon les deux voies d'exposition.

ÉTAPE 4 : L'ÉVALUATION DES RISQUES

La démarche générale d'évaluation du risque biologique consiste à observer et à analyser les tâches réalisées par les GES et à sélectionner la catégorie et le score associé de chaque descripteur de risque qui caractérise la situation de travail à évaluer.

L'estimation du risque par inhalation et par contact cutané propose des descripteurs communs et spécifiques pour les deux voies d'exposition (Figure 2).

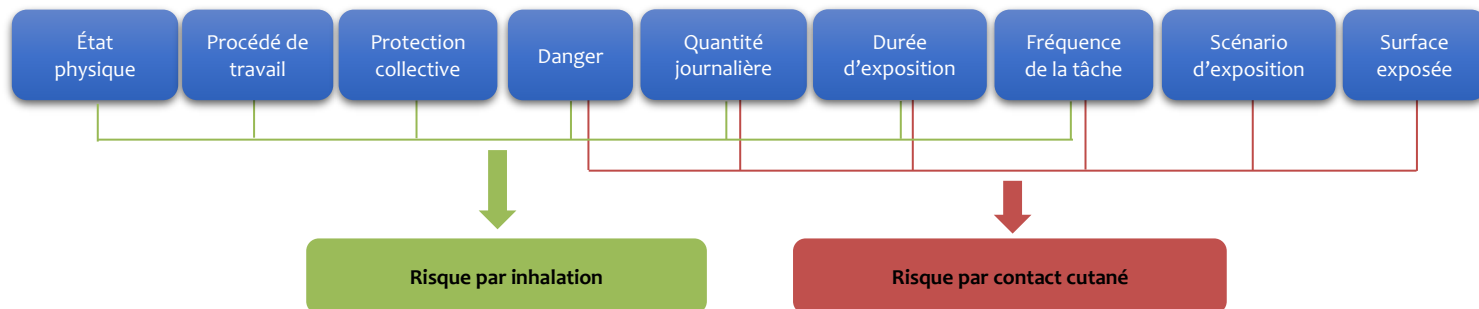


Figure 2 : présentation des descripteurs permettant l'évaluation du risque par inhalation et par contact cutané.

Les descripteurs de risque peuvent être déclinés en trois groupes :

- ▶ les descripteurs communs aux deux voies d'exposition : danger, quantité, durée et fréquence ;
- ▶ les descripteurs spécifiques au risque par inhalation : état physique (solide, liquide, gazeux...), procédé et protection collective ;
- ▶ les descripteurs spécifiques au risque par contact cutané : scénario d'exposition et surface exposée.

La définition et les images permettant de définir et d'illustrer les descripteurs de risque s'inspirent notamment de la base de données Colchic et de l'outil d'évaluation du risque chimique Seirich³ (Vincent and Jeandel 2001, Miraval 2018, INRS 2022).

Lors de cette étape, le port de protection individuelle n'a volontairement pas été pris en compte. Selon les principes généraux de la prévention (L. 4121-2 du Code du travail) l'utilisation d'une protection individuelle intervient seulement lorsque les premières règles de prévention sont impossibles à appliquer, telles que la substitution, la mise en place de solutions de prévention collective, la modification du procédé de travail, l'amélioration des systèmes de ventilation/captage...

Les descripteurs communs

◆ Le danger

Pour la construction de cette méthodologie, un travail a été effectué pour identifier le danger des réservoirs, à savoir les matières entrantes, en cours de compostage et sortantes, et de déterminer la catégorie du danger pour chacune de ces matières/réservoirs. Ce travail a consisté à dresser un inventaire des agents biologiques dans chacun des réservoirs et à rechercher la dangerosité des différents agents biologiques afin d'en déterminer le danger du réservoir. À l'aide d'une matrice de hiérarchisation des dangers des agents biologiques classés par catégorie du danger établie par consensus d'experts, la catégorie du danger du réservoir peut être identifiée.

Dans cette méthodologie applicable au compostage, l'employeur ou le gestionnaire de risque a un seul choix de catégorie du danger et de score, la catégorie Da4 associée au score de 1 000 (tableau 1). Cette catégorie du danger et ce score sont attribués aux :

³ Pour les descripteurs identiques ou proches de ceux de Seirich (notamment procédé et ventilation/captage), les scores affichés sont spécifiques à la fiche MétroPol et ne correspondent pas forcément à ceux de Seirich.

a. Matières entrantes :

- coproduits (déchets verts, écorces, palettes broyées, sciure, copeaux de bois, résidus agricoles...);
- ordures ménagères ;
- biodéchets ;
- déchets et effluents d'élevage de bétail ;
- boues de station d'épuration ;

b. Composts lors de la phase :

- mésophile ;
- thermophile ;
- de refroidissement ;
- de maturation ;

Tableau 1 : Catégories et scores de danger des matières/réservoirs mis en œuvre

Catégorie du danger	Matières/réservoirs mis en œuvre	Score
Da1	/	1
Da2	/	10
Da3	/	100
Da4	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Coproduits (déchets verts, écorces, palettes broyées, sciure, copeaux de bois, résidus agricoles...) ▶ Ordures ménagères ▶ Bio déchets ▶ Déchets et effluents d'élevage de bétail ▶ Boues de stations d'épuration (STEP) ▶ Composts au cours des phases de compostage : mésophile, thermophile, de refroidissement, de maturation 	1 000
Da5	/	10 000

◆ La quantité journalière

Ce descripteur correspond à la quantité de produit, de matière ou de réservoir mise en œuvre lors d'une tâche spécifique sur une **journée de travail** ou lors d'une séquence de travail sans que cette quantité soit moyennée ou calculée au prorata de la durée d'exposition (Tableau 2). Cependant, si pendant une tâche de travail, il n'y a aucune manipulation de produit ou de matière, ce descripteur n'a pas d'influence sur le niveau d'exposition et ne sera pas pris en compte dans la formule de calcul (exemple 1).

Tableau 2 : Catégories et scores de quantité journalière.

Catégorie de la quantité (Q)	Quantités de matières/réservoirs mises en œuvre lors de la tâche/opération	Score
Q1	< à 1 litre ou < à 1kg	5
Q2	De 1 à moins de 100 litres ou de 1 à moins de 100 kg	10
Q3	De 100 litres au mètre cube ou 100 kg à la tonne	50
Q4	> Au mètre cube ou > à la tonne	100

Exemple 1 pour la quantité journalière

- Si une opération de travail se déroule sur plusieurs jours dans les mêmes conditions, par exemple charger/décharger de la matière (intrants, composts...), retourner des andains..., il est possible de moyenniser la quantité par le nombre de jours de l'opération. Par exemple, si un opérateur décharge sur 5 jours 10 tonnes de matière première, alors la quantité journalière de 2 000 tonnes correspond à la catégorie Q4 ;

- Lors d'une opération de courte durée dans une journée de travail, la quantité de matière manipulée ou mise en œuvre ne doit pas être rapportée à la journée. Il faut considérer la quantité de matière mise en œuvre lors de cette tâche. Par exemple, lors de la prise d'un échantillon de compost pour analyse, si la tâche dure 10 minutes et que 2 kg de compost sont échantillonnés, c'est la quantité de 2 kg qui est prise en compte, correspondant à la catégorie Q2 ;

- Si une tâche est réalisée de temps en temps, il est nécessaire de l'évaluer le jour où cette tâche est effectuée pour renseigner la quantité journalière. Par exemple, si une tâche est réalisée une fois par mois, il faut relever la quantité impliquée dans cette situation de travail pour évaluer la tâche ;

- Si plusieurs opérateurs travaillent à proximité ou sur le même procédé de travail, il faut considérer qu'ils sont exposés de façon similaire. Par exemple, lorsque pendant le chargement d'un cribleur, deux personnes travaillent à proximité du cribleur. Pour évaluer l'exposition des 2 opérateurs, il faut prendre en considération la quantité manipulée lors du chargement du cribleur, sans la diviser par le nombre d'opérateurs. Au contraire, si des opérateurs effectuent des tâches similaires, mais de manière isolée, sans que les émissions de l'un affectent l'exposition de l'autre, alors il faut prendre en considération la quantité manipulée par chaque opérateur ;

- Lors d'une tâche de travail n'impliquant pas la manipulation de matière (conduite d'un engin, ronde du site...), ce descripteur n'est pas pris en compte dans la formule.

◆ La durée d'exposition

La durée d'exposition lors de la tâche est toujours prise en compte, quelle que soit la nature des dangers des agents biologiques potentiellement présents dans les réservoirs manipulés. La durée d'exposition par inhalation est la durée journalière de la tâche effectuée par le salarié à proximité de la source. La durée d'exposition par contact cutané est la durée pendant laquelle le produit peut être en contact avec la peau en ne tenant pas compte du port des équipements de protection individuelle (EPI). En tenant compte de la durée d'exposition, les risques chroniques sont pris en considération, c'est le cas notamment des composants cancérigènes produits par certains agents biologiques, tels que les mycotoxines produites par certains champignons.

La durée d'exposition correspond à la durée totale d'une tâche sur la totalité de la journée (Tableau). Si cette tâche est effectuée à plusieurs reprises dans la journée, il faut intégrer cette répétitivité dans l'estimation de cette durée (exemple 2).

Tableau 3 : Catégories et scores de la durée d'exposition.

Catégorie de la durée (Du)	Durée journalière de la tâche de travail	Score
Du1	< 15 min	0,13
Du2	De 15 minutes à moins de 2 heures	0,25
Du3	De 2 à 4 heures	0,5
Du4	> 4 heures	1

Exemple 2 pour la durée d'exposition

- Un opérateur conduit un engin 2h le matin et 1h l'après-midi, la durée journalière de la tâche est alors de 3h. La catégorie de la durée journalière de la tâche est donc la catégorie Du3 ;

- Un opérateur effectue des prélèvements d'échantillons. La tâche unitaire du prélèvement d'échantillon est d'environ 5 minutes, mais il effectue 10 prélèvements dans la journée. La durée journalière totale de la tâche « prélèvements d'échantillons » est alors de 50 minutes. La catégorie de la durée journalière de la tâche est la catégorie Du2 ;

- Un opérateur effectue sa ronde une demi-heure le matin et une demi-heure l'après-midi. La durée totale de sa tâche qui consiste à faire sa ronde est d'une heure, correspondant à une catégorie de la durée Du2.

◆ La fréquence hebdomadaire, mensuelle ou annuelle de la tâche

Pour sélectionner la catégorie et le score de la fréquence de la tâche, il est possible de se rapporter au référentiel temporel le plus approprié : hebdomadaire, mensuel ou annuel (exemple 3). Pour choisir le référentiel adéquat, la question à se poser est de savoir quelle est la fréquence de la tâche réalisée :

- Est-ce une tâche réalisée dans la semaine et toutes les semaines ? Le référentiel choisi sera « hebdomadaire », (tableau 4) ;
- Est-ce une tâche réalisée dans le mois et tous les mois ? Le référentiel choisi sera « mensuel », (tableau 5) ;
- Est-ce une tâche réalisée dans l'année et tous les ans ? Le référentiel choisi sera « annuel » (tableau 6) ;

Tableau 4 : Catégories et scores de la fréquence de la tâche de travail effectuée dans la semaine, toutes les semaines.

Référentiel temporel : hebdomadaire		
Catégorie de la fréquence (F)	Fréquence de la tâche	Score
F1	< ½ journée	0,13
F2	De ½ journée à moins d'un jour	0,25
F3	De 1 à 3 jours	0,5
F4	> A 3 jours	1

Tableau 5 : Catégories et scores de la fréquence de la tâche de travail effectuée dans le mois, tous les mois.

Référentiel temporel : mensuel		
Catégorie de la fréquence(F)	Fréquence de la tâche	Score
F1	< 1 jour	0,13
F2	De 1 à moins de 6 jours	0,25
F3	De 6 à 15 jours	0,5
F4	> 15 jours	1

Tableau 6 : Catégories et scores de la fréquence de la tâche de travail effectuée dans l'année, tous les ans.

Référentiel temporel : annuel		
Catégorie de la fréquence(F)	Fréquence de la tâche	Score
F1	< 15 jours	0,13
F2	De 15 jours à moins de 2 mois	0,25
F3	De 2 à 5 mois	0,5
F4	> 5 mois	1

Exemple 3 pour la fréquence la tâche

- Un opérateur effectue des prélèvements d'échantillons. La tâche unitaire est d'environ 5 minutes. Mais il effectue 10 prélèvements dans la journée, 2 jours par semaine toutes les semaines. La durée journalière totale de la tâche est de 50 minutes, comme indiqué dans l'exemple concernant la durée journalière, le référentiel temporel est la « semaine ». La catégorie de la fréquence est la catégorie F3 (de 1 à 3 jours/semaine toutes les semaines).

- Un opérateur fait une ronde des installations. Cette tâche dure 2h dans la journée et elle est effectuée 5 jours par semaine toutes les semaines. Selon le référentiel hebdomadaire, la catégorie de la fréquence de cette tâche est la catégorie F4.

- Un opérateur met en place des sondes de température sur les andains. Cette tâche dure environ 30 minutes et elle est effectuée une fois toutes les deux semaines, soit 2 fois/mois tous les mois. En tenant compte du référentiel mensuel, la catégorie de fréquence est la catégorie F2, de 1 à 6 jours par mois tous les mois.

- Un opérateur fait des prélèvements de digestat. Cette tâche dure environ 45 minutes et elle est effectuée toutes les 3 semaines, soit plus de 17 fois dans l'année. La catégorie de la fréquence est la catégorie F2, de 15 jours à 2 mois par an.

Les descripteurs spécifiques de l'exposition par inhalation

◆ L'état physique

La sélection de ce paramètre dépend de l'état physique de la matière ou du réservoir mis en œuvre lors de la tâche de travail : état particulaire (solide, liquide, gazeux) ou sous forme pâteuse. Dans le secteur du compostage, deux états physiques ont été identifiés : solides et sous forme pâteuse. Pour l'état **solide**, c'est la taille du matériau et la

possibilité d'émettre des poussières plus ou moins fines qui sont influentes (tableau 7). Plus les matériaux sont grossiers, moins ils émettent de la poussière et l'exposition est alors plus faible. Plus les matériaux sont fins, plus l'exposition est importante.

Tableau 7 : Catégories et scores de l'état physique pour les solides.

Catégorie de l'état physique(Ph)	Description du matériau solide mis en œuvre	Score
Ph1	Solides peu friables qui forment peu de poussières lors de la manipulation (par exemple déchets verts, compost non criblé , pastilles, granules, flocons fermes, écorces, coton en fibres liées...)	0,1
Ph2	Poudre plus grossière avec formation de poussières se déposant rapidement lors de la manipulation (par exemple compost criblé , grains, cristaux, sucre, fertilisant...)	0,5
Ph3	Poudre fine ou légère formant de la poussière, ou des panaches de poussières restant en suspension dans l'air lors de la manipulation (par exemple farine, ciment, talc...)	1

Les matières/réservoirs **sous forme pâteuse** sont considérés comme favorisant une exposition faible, ils sont donc associés à la catégorie de l'état physique la plus petite, la catégorie N°1 (tableau 8).





Tableau 8 : Catégories et scores de l'état physique pour les réservoirs sous forme pâteuse.

Catégorie de l'état physique(Ph)	Produit/matière/réservoir mis en œuvre	Score
Ph1	Sous forme pâteuse (par exemple boues de STEP, graisse, glaise...)	0,1

◆ Le procédé de travail

Le procédé de travail est une variable influente de l'exposition. Plus le procédé est dispersif ou émissif, plus l'exposition est importante. Les activités ou les tâches de travail qui impliquent la mise en œuvre non intentionnelle de micro-organismes sont davantage associées à des situations où le procédé de travail est « émissif/dispersif » et « ouvert ». À l'inverse, les procédés « totalement fermés/clos » et « fermés, mais quelques fois ouverts » sont davantage associés à des situations de travail où les micro-organismes sont mis en œuvre de manière délibérée et dans des conditions de production/manipulation contrôlées, par exemple les secteurs de production industrielle agroalimentaire (Tableau 9).

Tableau 9 : Catégories et scores du procédé de travail.

Catégorie du procédé (P)	P1	P2	P3	P4
Type	Totalement fermé/clos 	Fermé, mais quelques fois ouvert 	Ouvert 	Émissif/dispersif 
Score	0,3	0,6	0,8	1
Libellés	Procédés dans lesquels la mise en œuvre de matières/réservoirs se déroule dans des processus (réacteurs) fermés. Les transferts, tels que les chargements/déchargements et les échantillonnages sont compris dans le processus fermé. <i>Exemples : réacteur de production, de mélange entièrement fermé (production en continu...)</i>	Procédés dans lesquels les matières/réservoirs sont mélangés dans le contexte des secteurs de la fabrication, formulation, utilisation finale et dans lesquels il y a chargement/déchargement du récipient de mélange et des échantillonnages réguliers. <i>Exemples : mise en œuvre de produits dans des réacteurs fermés avec des chargements/déchargements et des prises d'échantillons régulières (machines à dégraisser...)</i>	Procédé pour lequel, de la part de sa conception, la mise en œuvre de matières/réservoirs est moins émissive (conduite de machines à imprimer, conduite d'une ligne de production...). <i>Exemples : conduite de grappins en cabine, de malaxeurs ouverts, de camions, de chargeuses... Prise d'échantillons (boues, compost...). Opération d'exploitation de site... Application de produit avec des outils tenus à la main tels que pinceaux, brosses, rouleaux, pelles Emballage de produits, mise en sacs, mise en balles, mise en barquettes...</i>	Procédés dans lesquels les matières/réservoirs produisent une émission importante de poussières, de fumées, de vapeurs, de brouillards... Procédés de travail qui nécessitent la manipulation de matières/réservoirs dans lesquels la haute pression, la vitesse ou la force produisent un brouillard, une propagation de matières/produits, une brume. <i>Exemples : ouverture, vidange, retournement de sacs, manipulation de produits pulvérulents... Opérations de balayage, de découpe, de soudage... Nettoyage des trommels, meuleuses, caisses-palettes... Utilisation de la soufflette, de spray, de karcher... Broyage de déchets, criblage... Pulvérisation de produits/mélanges pour le revêtement de surface, d'adhésif, de produits lustrant, de produits nettoyants, de produits d'assainissement de l'air, de sablage...</i>

◆ La protection collective : ventilation et captage

La mise en place d'une ventilation ou de captage participe à la protection collective des salariés. Ces dispositions permettent de réduire les niveaux de concentration des polluants dans l'air et donc des expositions. La sélection de la catégorie et du score de protection collective se choisit par le biais de deux observations :

- ▶ tout d'abord, lors de l'analyse de la tâche de travail, il est nécessaire d'observer initialement les modalités se rapportant aux postes de travail dans le lieu de travail, c'est-à-dire le type de ventilation se rapportant au local, à l'atelier... et de relever la catégorie et le score associés à la ventilation générale du lieu de travail (**Tableau**) ;
- ▶ ensuite, il est nécessaire d'observer les modalités se rapportant à la tâche de travail. Il faut identifier le type

de captage à la source mis en place et relever la catégorie et le score associés (Tableau 11).

- ▶ la catégorie et le score de la tâche de travail correspondent à la catégorie et au score le plus protecteur, c'est-à-dire la catégorie et le score associé le plus petit relevé (exemple 4).

Un type de protection collective associé à une image a été créé tout particulièrement pour le secteur de compostage. Il s'agit de la « cabine non pressurisée », qui peut être impliquée dans des situations de travail employant un engin qui ne possède pas de cabine pressurisée ou qui a les fenêtres ouvertes lors de l'acheminement de la matière.

Tableau 10 : Catégories et scores de la ventilation des locaux.



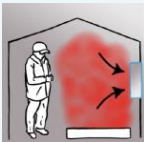

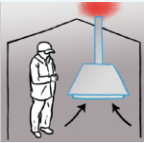
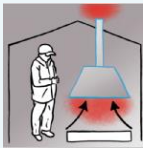
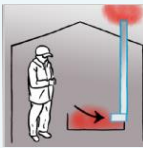

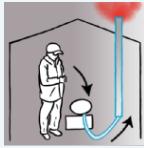
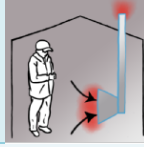





Types de protection collective : ventilation des locaux (V)			
V3		V4	V5
Travail en extérieur	Éloignement du salarié par rapport à la source d'émission	Présence d'une ventilation générale mécanique	Absence de ventilation mécanique
			
Score = 0,5		Score = 0,7	Score = 1

Tableau 11 : Catégories et scores du captage à la source.

Types de protection collective : captage à la source (V)			
V1			
Captage enveloppant, sorbonne de laboratoire			
			
Score = 0,1			
V2			
Présence de captage localisé inducteur ou récepteur			
Hotte	Fente d'aspiration	Table aspirante	Aspiration intégrée à l'outil
			
Cabine ventilée de petites dimensions	Cabine à flux horizontal	Cabine à flux vertical	
			
Cabine pressurisée à air épuré (CPAE)			
			
Score = 0,3			
V3		V5	
Cabine non pressurisée		Absence de captage localisé	
			
Score = 0,5		Score = 1	

Exemple 4 pour la protection collective

- Un opérateur effectue des opérations de maintenance sur un engin dans un local disposant d'une ventilation générale mécanique. À son poste de travail, il n'y a pas de captage localisé. Pour cette tâche de travail :
- la catégorie de la ventilation générale correspond à la catégorie V4 associée à un score de 0,7 ;
- la catégorie du captage à la source correspond à la catégorie V5, associée à un score de 1.
- la catégorie et le score de la protection collective pour la tâche de maintenance sont donc ceux se rapportant à la ventilation générale, la catégorie V4 associée à un score de 0,7.
- Cette même tâche de maintenance est réalisée dans ce même local pourvu d'une ventilation générale mécanique, mais son poste de travail dispose d'une fente d'aspiration :
- la catégorie de la ventilation générale correspond toujours à la catégorie V4 associée à un score de 0,7 ;
- la catégorie du captage à la source correspond à la catégorie V2, associée à un score de 0,3 : dans ces circonstances, la catégorie et le score de la protection collective pour la tâche de maintenance sont donc ceux se rapportant au captage à la source, la catégorie V2 associée à un score de 0,3.
- Un opérateur effectue le chargement d'un cribleur à l'aide d'un engin en extérieur. L'opérateur est assis dans son engin dont la cabine n'est pas pressurisée :
- la catégorie de la ventilation générale correspond à la situation de travail en extérieur, soit la catégorie V3 et un score de 0,5 ;
- la catégorie du captage à la source correspond à la catégorie V3, associée au score de 0,5 ;
- les catégories et les scores sont identiques pour la ventilation générale ou pour le captage à la source, il n'y a pas de choix à faire. La catégorie et le score de la protection collective pour la tâche de chargement du cribleur sont la catégorie V3 associée à un score de 0,5.
- Un opérateur effectue sa ronde à pied sur le site de compostage :
- la catégorie de la ventilation générale correspond à une situation de travail en extérieur. La catégorie de ventilation est la catégorie V3 associée à un score de 0,5 ;
- la catégorie du captage à la source correspond à une situation où il n'y a pas de captage à la source. La catégorie de captage est la catégorie V5 associée à un score de 1 ;
- la catégorie et le score de la protection collective pour la tâche de ronde sont donc ceux se rapportant à la ventilation générale, la catégorie V3 associée à un score de 0,5

Descripteurs spécifiques du risque par contact cutané

◆ Le scénario d'exposition

Ce descripteur correspond aux types de manipulations réalisées par l'opérateur et aux situations de contact possible avec la peau que peut rencontrer l'opérateur pendant cette tâche (Exemple 5). Lors du choix d'un scénario d'exposition, il ne faut pas tenir compte des EPI portés par les salariés et en cas de doutes, il faut sélectionner la situation la plus pénalisante, c'est-à-dire la plus exposante (tableau 12)

Tableau 12 : Catégories et scores du scénario d'exposition

Catégorie du scénario d'exposition (Sce)	Scénario d'exposition cutanée/oculaire	Score
Sce1	Pas de contact possible <i>La situation de travail rend impossible le contact entre le réservoir/matière et la peau (capotage, vitre de protection, utilisations d'engins pour manipuler le produit, la matière...)</i>	0,0001
Sce2	Application de produit/matière avec un outil tenu à la main ne générant pas d'aérosol ou de projection <i>Utilisation d'un pinceau, d'une pelle, d'un balai, d'un seau...</i>	0,3
Sce3	Génération possible de panaches d'aérosols, d'éclaboussures sur la peau, les yeux ou les muqueuses <i>La situation de travail où les procédés de travail sont dits «dispersifs/ émissifs» avec création d'aérosols, de projections de gouttes lors de la tâche de travail, lors de déversements, projections de brouillards d'huile par des machines, production d'aérosols par le passage d'engins, projections possibles lors de l'ouverture de tubes...</i>	0,5
Sce4	Contact possible du produit, de la matière avec une partie du corps ou avec des objets/surfaces sur lesquels le produit, la matière a été en contact (objets/surfaces souillés) <i>Manipulation de chiffons imbibés de produit ou souillés par de la matière...</i>	0,7
Sce5	Trempage ou immersion possible d'une partie du corps dans le produit/matière, manipulation de matériel piquant ou coupant <i>Pose ou retrait de pièces ou de matériel dans le produit/matière, utilisation de matériel piquant ou coupant ayant été ou non en contact avec la matière</i>	1

Remarque : lors de l'observation des situations de travail, une attention particulière doit être apportée au risque d'exposition des travailleurs par un contact main bouche, car cela a une influence dans la sélection de la catégorie du scénario d'exposition.

Exemple 5 pour le scénario d'exposition

Un opérateur effectue une ronde des installations à proximité d'engins qui mettent en suspension des aérosols ou il se tient à proximité d'un camion déchargeant des déchets verts. Bien que l'opérateur ne mette pas directement en œuvre des produits/ matières ou de réservoirs, il se trouve dans les panaches d'aérosols et la catégorie à sélectionner est la catégorie Sce3, avec la génération possible de panaches d'aérosols ;

Un opérateur effectue des manœuvres avec un engin, telles que le chargement d'un cribleur ou le retournement d'andains. Dans ces circonstances, il n'y a pas de contact possible entre la matière / le réservoir et la peau. La catégorie à sélectionner est la catégorie Sce1.

◆ La surface de peau exposée

Pour ce descripteur, il faut comprendre que les surfaces exposées correspondent aux surfaces de peau qui ne sont pas couvertes et pouvant être exposées aux matières/réservoirs lors de la manipulation sans tenir compte des EPI. Plus la surface est importante, plus le risque est élevé. Si plusieurs possibilités coïncident à la situation de travail observée, il est nécessaire de sélectionner la situation la plus pénalisante (Tableau 13).

Ce descripteur n'est pas à renseigner si, lors du choix du scénario d'exposition, il n'y a pas de contact possible avec la matière, le réservoir pouvant contenir des micro-organismes.

Tableau 13 : Catégories et scores de la surface de peau exposée.

Catégorie de la surface exposée (S)	Surface exposée	Score
S1	1 ou 2 mains	0,1
S2	Une partie du(des) bras ou tout le(les) bras Une partie d'une(des) jambe(s) ou toute la(les) jambe(s)	0,5
S3	Tout le corps et/ou le visage Une peau lésée ou blessée	1

Les scores de risque et la caractérisation du risque

Le score de risque calculé pour chaque tâche de travail correspond à un niveau de risque et aux mesures de prévention à mettre en œuvre. Trois niveaux de risque sont proposés :

- ▶ un niveau de risque modéré, en vert, où des mesures correctives ne sont pas à mettre en place de manière prioritaire ;
- ▶ un niveau de risque préoccupant, en orange, nécessitant probablement la mise en place de mesures correctives ;
- ▶ un niveau de risque sérieux, en rouge, où des mesures correctives sont à mettre en place rapidement.

◆ Score et caractérisation du risque par inhalation

Le score de risque par inhalation (**S.Inh-R**) est calculé à l'aide de la Formule 1 :

Formule 1 : calcul du score de risque par inhalation (**S.Inh-R**)

$$\text{S.Inh-R} = \text{score de danger} \times \text{score de quantité} \times \text{score de l'état physique} \times \text{score de la durée d'exposition} \times \text{score de la fréquence} \times \text{score du procédé de travail} \times \text{score de protection collective}$$

Le tableau 14 présente la grille décisionnelle du risque par inhalation.

Tableau 24 : Grille de caractérisation du risque par inhalation.

Score de risque	< 10	10 – 3 500	> 3 500
Niveau de risque	Modéré	Préoccupant	Sérieux
Caractérisation du risque et plan d'action	Le risque est considéré comme modéré. Des mesures correctives ne sont pas à mettre en place de manière prioritaire.	Le risque est préoccupant nécessitant la mise en place de mesures correctives.	Le risque est sérieux. Des mesures correctives sont à mettre en place immédiatement.

Score et caractérisation du risque par contact cutané

Le score du risque par contact cutané (**S.Cut-R**) est calculé à l'aide de la Formule 2:

Formule 2: : calcul du score de risque par contact cutané.

$$\text{S.Cut-R} = \text{score de danger} \times \text{score de quantité} \times \text{score de la durée d'exposition} \\ \times \text{score de la fréquence} \times \text{score du scénario d'exposition} \times \text{score des parties} \\ \text{exposées}$$

Le tableau 15 présente la grille décisionnelle pour le risque par contact cutané.

Tableau 35 : Grille de caractérisation du risque par contact cutané.

Score de risque	< 16	16 – 4 375	> 4 375
Niveau de risque	Modéré	Préoccupant	Sérieux
Caractérisation du risque et plan d'action	Le risque est considéré comme modéré. Des mesures correctives ne sont pas à mettre en place de manière prioritaire.	Le risque est préoccupant nécessitant la mise en place de mesures correctives.	Le risque est sérieux. Des mesures correctives sont à mettre en place immédiatement.

Remarque : les résultats des scores et des niveaux de risque ne tiennent pas compte de la saisonnalité.

LA COLLECTE DES INFORMATIONS

L'annexe 1 présente des exemples de situations de travail qui ont été évaluées selon cette méthodologie en y faisant figurer le choix de la catégorie de chaque descripteur et propose une grille de recueil pouvant servir de support de collecte des informations.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR (2019). Norme française NF EN 689+AC "Exposition sur les lieux de travail — Mesurage de l'exposition par inhalation d'agents chimiques — Stratégie pour vérifier la conformité à des valeurs limites d'exposition professionnelle". La plaine Saint-Denis, Association française de normalisation: 65.
- Corrao, C. R. N., et al. (2012). "Biological risk and occupational health." *Industrial health* **50**(4): 326-337.
- INRS (2019, Mai 2019). "Guide méthodologique MétroPol "Stratégie de prélèvement"." from <http://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-strategie-principe.pdf> (consulté le 20 février 2022).
- INRS (2022). Démarche d'évaluation des risques chimiques - Méthode développée pour le logiciel Seirich. Paris, France, Institut National de Recherche et de Sécurité: 36 p.
- Meima, M., et al. (2020). "Biological agents and prevention of work-related diseases: A review."
- Miraval, S. (2018). "Seirich: outil d'aide à l'évaluation des risques chimiques." *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement* **79**(3): 391.

Vincent, R. and B. Jeandel (2001). "COLCHIC-occupational exposure to chemical agents database: current content and development perspectives." *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 16(2): 115-121.

AUTEURS

S. Burzoni ; G. Mater

INRS, Métrologie des polluants (metropol@inrs.fr)

HISTORIQUE

Version	Date	Modification(s) faisant l'objet de la nouvelle version
V01	Mai 2023	Création de la fiche
V02	Juin 2023	Ajout d'une note de bas de page en page 5 et d'une référence bibliographique

ANNEXE 1

EXEMPLE DE SITUATIONS DE TRAVAIL ÉVALUÉES,

selon la méthodologie et grille de recueil des informations lors de l'observation des tâches de travail .

Situation de travail N°1 : la prise d'échantillon

(1^{ère} ligne du tableau 16)

L'opérateur réalise la prise d'un échantillon d'un compost mature non criblé. Cette opération implique le prélèvement d'environ 1 kg de compost de granulométrie importante. La durée de prélèvement est inférieure à 15 minutes et est réalisée 3 à 4 fois par an. Cette opération est un procédé dit ouvert, elle est réalisée en extérieur et ne possède pas de captage à la source.

Quel que soit le type de réservoirs mis en œuvre, la catégorie du danger associée est la catégorie Da4, avec un score de 1 000. Avec un prélèvement d'environ 1 kg de compost, la catégorie de quantité est la catégorie Q1, avec un score de 5. Le compost est de granulométrie importante, la catégorie de l'état physique est la catégorie Ph1, avec un score de 0,1. La durée de prélèvement est inférieure à 15 minutes, la catégorie de durée est la catégorie Du1 avec un score de 0,13. Cette opération est réalisée 3 à 4 fois par an, la catégorie de fréquence est la catégorie F1 avec un score de 0,13. L'opération est un procédé dit ouvert, donc associée à une catégorie P3 avec un score de 0,8. L'opération est réalisée en extérieur et ne possède pas de captage à la source. Les travaux effectués en extérieur sont associés à la catégorie V3 avec un score de 0,5.

En utilisant la Formule 1, le calcul du score de risque par inhalation est :

$$1\ 000 \times 5 \times 0,1 \times 0,13 \times 0,13 \times 0,8 \times 0,5 = 3,38$$

Selon la grille de caractérisation du risque par inhalation (tableau 14) cette opération de prise d'échantillon est donc une situation avec un niveau de risque modéré. Des mesures correctives ne sont pas à mettre en place de manière prioritaire.

En complément, pour estimer le niveau de risque par contact cutané de cette même situation de travail il faut considérer que le salarié réalise cette prise d'échantillon avec une petite pelle tenue à la main.

Ainsi pour la manipulation de compost mature à l'aide d'un outil, la catégorie du scénario d'exposition est la catégorie Sce2 avec un score de 0,3 et la catégorie de la surface exposée est la catégorie S1 avec un score de 0,1.

En utilisant la **Formule 2**, le calcul du score de risque par contact cutané est :

$$1000 \times 5 \times 0,13 \times 0,13 \times 0,3 \times 0,1 = 2,54$$

Selon la grille de caractérisation du risque par contact cutané (tableau 15) cette opération de prise d'échantillon est donc une situation avec un niveau de risque modéré. Des mesures correctives ne sont pas à mettre en place de manière prioritaire.

Situation de travail N°2 : conduite d'engin pour retourner les andains

(7^{ème} ligne du tableau 16)

Cette opération nécessite la conduite d'un engin pour retourner des andains de compost de la phase de maturation. Cette opération implique la mise en œuvre de plus de 200 t/jour d'un solide peu friable. L'opération dure moins de 2h/jour et est réalisée toutes les 3 semaines. Cette opération est un procédé dit ouvert, elle est réalisée en extérieur et ne possède pas de captage à la source.

Quel que soit le type de réservoirs mis en œuvre, la catégorie du danger est la catégorie Da4, avec un score de 1 000. En mettant en œuvre plus de 200t/jour, la catégorie de quantité est la catégorie Q4 avec un score de 100. Le solide peu friable, la catégorie de l'état physique est la catégorie Ph1 avec un score de 0,1. L'opération dure

moins de 2h/jour, la catégorie de durée est la catégorie Du2 avec un score de 0,25. L'opération est réalisée toutes les trois semaines, soit 17 fois dans l'année donc la catégorie de fréquence est la catégorie F2 avec un score de 0,25. L'opération est un procédé dit ouvert, donc associée à une catégorie P3 avec un score de 0,8. L'opération est réalisée en extérieur et ne possède pas de captage à la source. Les travaux effectués en extérieur sont associés à la catégorie V3 avec un score de 0,5

En utilisant la Formule 1, le calcul du score de risque par inhalation est :

$$1\ 000 \times 100 \times 0,10 \times 0,25 \times 0,25 \times 0,8 \times 0,5 = 250$$

Selon la grille de caractérisation du risque par inhalation (tableau 14) cette opération de conduite d'engin pour retourner des andains est donc une situation avec un niveau de risque préoccupant nécessitant la mise en place de mesures correctives.

En complément, pour estimer le niveau de risque par contact cutané de cette même situation de travail il faut considérer que le salarié réalise cette opération dans son engin, sans contact possible avec la matière.

Ainsi pour la conduite d'un engin pour le retournement d'andain, la catégorie de scénario d'exposition est la catégorie Sce1 avec un score de $1E^{-4}$ et la surface exposée n'est pas pris en compte dans la formule de calcul.

En utilisant la **Formule 2**, le calcul du score de risque par contact cutané est :

$$1\ 000 \times 100 \times 0,25 \times 0,25 \times 1E^{-4} = 0,625$$

Selon la grille de caractérisation du risque par contact cutané (tableau 15) cette opération de prise d'échantillon est donc une situation avec un niveau de risque modéré. Des mesures correctives ne sont pas à mettre en place de manière prioritaire.

Tableau 46 : Grille de recueil des informations lors de l'observation des tâches de travail pour estimer le risque par inhalation.

Tâche de travail	Matière mise en œuvre	Catégorie et score de danger potentiel		Catégorie et score de quantité		Catégorie et score de l'état physique		Catégorie et score de durée		Catégorie et score de fréquence		Catégorie et score de procédé		Catégorie et score de ventilation ou de captage		Score risque	Niveau de risque
Prélèvement d'échantillon 1	Compost mature non criblé	4	1000	1	5	1	0,10	1	0,13	1	0,13	3	0,80	3	0,50	3,38	Modéré
Mise en place de sonde	Compost lors de la phase de fermentation	4	1000	1	5	1	0,10	1	0,13	2	0,25	3	0,80	3	0,50	6,50	Modéré
Prélèvement d'échantillon 2	Compost frais non criblé	4	1000	2	10	1	0,10	1	0,13	1	0,13	3	0,80	3	0,50	6,76	Modéré
Ronde 1 (vérification des installations)	Tous types de matières (Intrants, compost, digestat...)	4	1000	1	1	3	1,00	2	0,25	2	0,25	3	0,80	3	0,50	25,00	Préoccupant
Ronde 2 (vérification des installations)	Tous types de matières (Intrants, compost, digestat...)	4	1000	1	1	3	1,00	2	0,25	2	0,25	3	0,80	3	0,50	25,00	Préoccupant
Prélèvement d'échantillon de boues intrant	Boues	4	1000	1	5	1	0,10	2	0,25	4	1,00	3	0,80	3	0,50	50,00	Préoccupant
Conduite d'engin pour retourner les andains	Compost de la phase maturation	4	1000	4	100	1	0,10	2	0,25	2	0,25	3	0,80	3	0,50	250,00	Préoccupant
Ronde 3 (vérification des installations)	En présence de tous les produits, dont le compost	4	1000	1	1	3	1,00	3	0,50	4	1,00	1	0,40	3	0,50	100,00	Préoccupant
Chargement du cribleur pour le broyage à l'aide d'un engin	Déchets verts	4	1000	3	50	1	0,10	3	0,50	2	0,25	3	0,80	3	0,50	250,00	Préoccupant