

**Rapport de la commission instituée  
par le décret n° 2021-1763 du  
23 décembre 2021 portant modification  
des concentrations moyennes en  
poussières totales et alvéolaires dans  
les locaux à pollution spécifique**

**14 juin 2023**

# Rapport commission poussières

---

## Synthèse

Arrivée au terme de ses travaux, la commission estime qu'il n'existe pas d'obstacle majeur à l'entrée en vigueur des nouvelles limites de concentrations de poussières énoncées à l'article R. 4222-10 du Code du travail au 1<sup>er</sup> juillet 2023.

Elle considère néanmoins que toutes les ambiances de travail des locaux à pollution spécifique n'auront pas atteint les nouveaux seuils légaux à cette date et formule par conséquent un certain nombre de recommandations de nature à garantir que tout travailleur sera exposé à des niveaux de poussières inhalées dans l'atmosphère inférieurs aux nouvelles limites. Certaines recommandations s'adressent aux organisations professionnelles des branches, filières, secteurs et sous-secteurs d'activité particulièrement impactés par les nouveaux textes. D'autres s'adressent aux pouvoirs publics.

La commission constate en effet qu'un certain nombre de points sont de nature à freiner la compréhension et donc l'effectivité des prescriptions du Code du travail en matière d'aération/assainissement des lieux de travail et méritent à ce titre des éclaircissements. À cet effet, elle suggère une clarification d'un certain nombre de notions et définitions de nature à mieux circonscrire le champ d'application des dispositions applicables et le périmètre des obligations de l'employeur, dans un souci de prévention d'une part, de sécurisation juridique des entreprises d'autre part. Elle préconise à ce titre quelques modifications d'ordre réglementaire (décret, arrêté) ainsi que l'engagement de démarches relevant du droit souple en vue de concilier l'amélioration de la prévention des expositions des travailleurs avec le souci de faciliter, voire simplifier la mise en œuvre de certaines obligations.

La commission suggère enfin un certain nombre d'initiatives qui lui paraissent s'inscrire dans la logique du 4<sup>ème</sup> plan santé au travail sans induire de modifications réglementaires.

## Recommandations à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention

La commission considère que les entreprises se trouveront confrontées à trois grandes catégories de situations au 1<sup>er</sup> juillet 2023, ces trois situations pouvant au demeurant coexister au sein de la même entreprise :

- Les cas dans lesquels les entreprises sont d'ores et déjà en conformité avec les nouvelles règles ;
- Les cas dans lesquels des dépassements des nouvelles limites de concentration pourront exister de manière localisée ou limitée dans le temps (pics d'émission) ou dans des zones où les travailleurs n'interviennent qu'occasionnellement ou pendant une durée limitée ;
- Les cas dans lesquels des émissions diffuses de poussières inhérentes au processus de production ne pourront être traitées par des solutions locales et ponctuelles et appellent des investissements différés.

Dans le premier cas, il y a lieu pour l'entreprise d'identifier les moyens de prévention qui lui ont permis d'atteindre l'objectif visé et de veiller au maintien de leur efficacité dans le temps. La promotion des configurations techniques et organisationnelles permettant un tel résultat devra en outre être

largement diffusée aux entreprises similaires de sorte qu'elles puissent s'en inspirer et les déployer au besoin à leur tour.

Dans le deuxième cas, des dispositions devront être prises dans l'entreprise à travers la mise en place de moyens de prévention de nature technique, organisationnelle et humaine permettant de protéger les opérateurs pendant leur exposition durant les pics d'émission identifiés. Lorsque les mesures techniques requises ne peuvent être réalisées immédiatement, l'employeur devra les programmer dans le cadre du plan d'actions résultant de son évaluation des risques, et, dans l'attente, mettre en place des mesures compensatoires organisationnelles et individuelles (modes opératoires, rotations, port d'équipements de protection individuelle (EPI), etc.).

Dans le troisième cas, le plus problématique, le respect des nouvelles limites de concentrations dans l'ensemble des locaux de travail est conditionné à des travaux substantiels réalisés à la faveur d'investissements portant sur la globalité du process (changement de technique, installation d'un système de ventilation centralisée, etc.). L'ampleur des changements requis relève d'un projet de conception lié au renouvellement complet des installations car d'autres problématiques que les poussières seront alors prises en compte (saut technologique, modernisation des équipements, robotisation, automatisation, gains de productivité, économies d'énergie, contraintes environnementales, etc.). De telles modifications, que l'on rencontrera notamment dans des industries de process, sont dépendantes du cycle de vie des installations et équipements existants et s'inscrivent dans une logique d'investissements réalisés lorsque ces derniers ont été amortis (déménagement d'atelier, réaménagement complet d'une ligne de production, etc.). À titre d'exemple, la généralisation du travail par voie humide dans une usine comprenant de nombreuses machines et procédés à sec, très émissifs, génère une ingénierie de conception complexe et potentiellement longue. Dans cette hypothèse, une ambiance générale poussiéreuse pourra perdurer quelques mois, voire quelques années, selon le stade du cycle de vie précité, et l'employeur devra, là encore, tout en planifiant les travaux d'investissements requis, mettre en place des mesures compensatoires soutenables permettant, dans l'attente, de protéger les travailleurs.

Aussi, pour cartographier ces situations et identifier les actions de prévention pouvant leur être associées, la commission invite les organisations professionnelles (OP) des branches et secteurs d'activité :

- 1) À réaliser une campagne de mesures dans un nombre représentatif d'entreprises de leur secteur afin de caractériser les principales sources et circonstances d'expositions et d'estimer les écarts prévisibles avec les nouvelles limites de concentrations selon les situations. À cette fin, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), à la demande de la commission, a produit un référentiel de prélèvement et de mesurages dont le respect doit permettre de valider la robustesse et la comparabilité des résultats de la campagne ;
- 2) À élaborer, au vu des résultats de la campagne de mesures précitée, des plans de prévention sectoriels indiquant aux entreprises concernées les moyens et solutions pérennes pour supprimer ou capter efficacement les poussières ainsi que, le cas échéant, les mesures compensatoires à adopter pour leur permettre de satisfaire leurs obligations dès le 1<sup>er</sup> juillet 2023 dans les trois cas évoqués plus haut.

## Recommandations à l'égard des pouvoirs publics

La commission suggère que les plans de prévention sectoriels fassent l'objet d'un examen concerté devant la commission spécialisée n° 3 (CS3) du Conseil d'orientation des conditions de travail (COCT) ou devant un comité d'experts comprenant des représentants de la CS3. Cet examen aurait pour objet de vérifier que le plan :

- S'adosse à des constats documentés et des préconisations éprouvées ;
- Articule dans un ensemble cohérent à la fois des solutions techniques, organisationnelles et individuelles ;
- Donne à voir les mesures compensatoires efficaces pouvant être déployées lorsque les solutions techniques ne peuvent être mises immédiatement en œuvre.

Ces plans constitueraient des documents de référence dans les entreprises s'engageant à appliquer les solutions et mesures qu'ils proposent, sans qu'il soit nécessaire de recourir systématiquement à des mesures de concentrations dans l'entreprise. Dans celles qui seraient tenues de procéder à des investissements, il leur appartiendra de les planifier dans le cadre du plan d'action élaboré en application de l'article L. 4121-3-1 du Code du travail à la suite de leur évaluation des risques, et d'avoir la capacité de faire la démonstration des actions de prévention mises en œuvre dans l'attente en vue de garantir que l'air inhalé par les travailleurs sur huit heures ne conduit pas à dépasser les limites de concentration.

Plus généralement, la commission considère que, dans un souci d'effectivité de la prévention d'une part, de sécurisation juridique d'autre part, un certain nombre de modifications réglementaires, notamment de définitions, devraient être apportées, par voie de décret, d'arrêté, voire d'instructions.

S'agissant en premier lieu des champs d'application et définitions, la commission suggère fortement d'abandonner la notion de « poussières sans effet spécifique » (PSES), source de nombreuses confusions, et de « poussières totales » au profit de la notion de « poussières inhalables » pour désigner toutes les poussières présentes dans l'atmosphère susceptibles de pénétrer dans l'appareil respiratoire, sans considération de leur composition chimique. On distingue ainsi deux types de poussières, les « poussières inhalables » et les « poussières alvéolaires », ces dernières constituant un sous-ensemble des poussières inhalables.

La commission considère également qu'il y a lieu de clarifier l'articulation entre les réglementations applicables en matière d'aération/assainissement et risques chimiques. Un toilettage des articles R. 4222-1 et suivants du Code du travail permettrait notamment de lever un certain nombre d'ambiguïtés. Ainsi, un certain nombre de difficultés et de craintes à l'égard des nouvelles concentrations pourraient être surmontées s'il était acté que ces limites concernent avant tout le niveau de poussières qu'un travailleur ne doit pas inhaler sur huit heures. Il s'ensuit que, sans préjudice de l'objectif d'une atmosphère de travail la plus saine possible des lieux de travail, il faut reconnaître que les limites ne peuvent pas toujours être atteintes dans certains espaces de travail ou « en tout lieu » de ces espaces. Il importe de s'intéresser de manière privilégiée à l'exposition réelle du travailleur plutôt qu'au caractère ouvert ou fermé du local de travail, l'occupation effective dudit local apparaissant comme une donnée décisive pour apprécier cette exposition. Les limites de 0,9 et 4 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières inhalables et la fraction alvéolaire de celles-ci devraient donc être des limites individuelles au poste de travail, sur la journée de travail, dans ou en dehors des locaux de travail. Ce dont il résulte que ces limites seraient bel et bien classées au rang de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP).

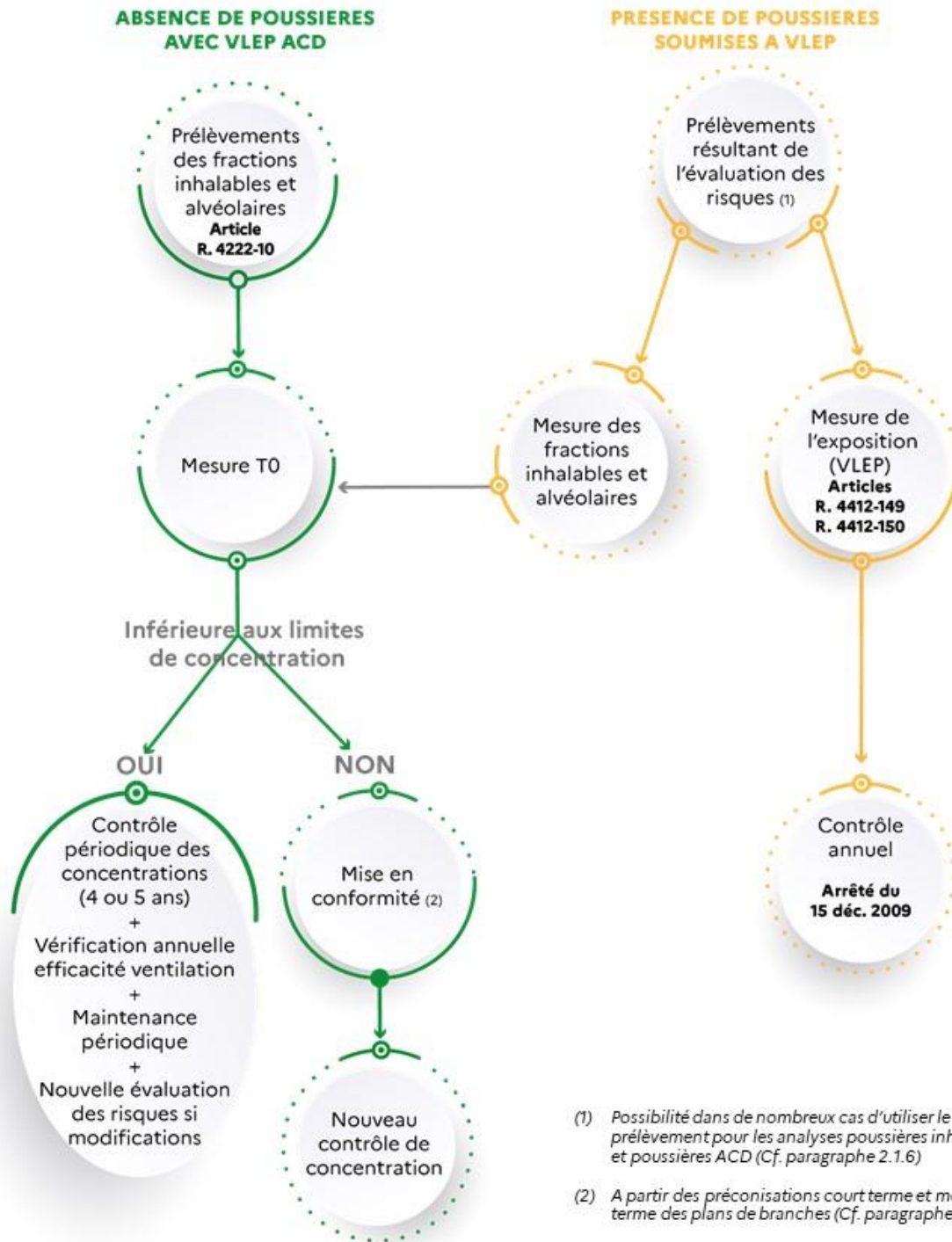
En revanche, les dispositions en matière d'aération/assainissement devraient être centrées sur les conditions de ventilation des locaux, conçues de telle manière qu'elles permettent à l'employeur de garantir le respect de ces VLEP au poste de travail. Les exigences en la matière devraient alors être

axées sur les performances des installations de ventilation. Clarifier cette césure, tout en veillant aux articulations utiles, serait de nature à mieux identifier les obligations respectives des parties.

À cet égard, la commission constate une carence majeure à ses yeux dans le séquençage et l'articulation des responsabilités des acteurs en matière d'aération/assainissement. Elle suggère ainsi que la mise en service d'une installation de ventilation soit conditionnée à une procédure de réception préalable de cette installation. Réalisée sur la base d'un cahier des charges visant à garantir le respect des VLEP aux postes de travail dans des configurations d'utilisation données, cette réception donnerait lieu à une vérification du respect de ces VLEP lors de la livraison. Elle serait ensuite suivie de vérifications annuelles portant sur les seuls paramètres pertinents (vitesses d'air, débits d'air, pression, etc.) de nature à garantir, à configuration constante, les performances de l'installation et le respect des VLEP. Une telle démarche, plus simple et moins coûteuse, permettrait d'espacer la périodicité réglementaire des mesures de poussières inhalables (exemple : un mesurage des concentrations tous les quatre ou cinq ans à partir de la date de l'installation initiale, entrecoupé de vérifications du maintien de l'efficacité de captage intermédiaires, et une obligation de procéder à de nouvelles mesures uniquement en cas de modification des installations de ventilation ou des conditions de production dans l'atelier). À l'instar de la vérification des installations de ventilation rendue réglementairement obligatoire dans les bâtiments neufs à usage d'habitation par la Réglementation Environnementale 2020 (RE2020), le principe de la réception obligatoire des installations pourrait être introduit par voie réglementaire. La démarche d'élaboration des cahiers des charges adressés aux concepteurs/installateurs par le futur utilisateur pourrait, en revanche, prendre la forme d'un guide en ligne.

Cette mesure lèverait les préventions des entreprises à l'égard de lourdeurs résultant de l'applicabilité de l'arrêté du 15 décembre 2009 en matière de contrôle des VLEP des agents chimiques dangereux (ACD), dont la mise en œuvre ne se justifierait plus que dans les phases, limitées, où des obligations de mesures des poussières inhalables et alvéolaires seraient maintenues.

## EVALUATION DES RISQUES EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES INHALABLES



(1) Possibilité dans de nombreux cas d'utiliser le même prélèvement pour les analyses poussières inhalables et poussières ACD (Cf. paragraphe 2.1.6)

(2) A partir des préconisations court terme et moyen terme des plans de branches (Cf. paragraphe 3.1.2)

<b>Listes des recommandations</b>	
<b>Recommandations à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention</b>	
<p>Recommandation n°1 : Questionnaires socio-économiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Poursuivre et déployer dans chaque secteur professionnel le renseignement des questionnaires socio-économiques issus des travaux de l'Anses afin de documenter l'impact des nouvelles concentrations et de permettre aux entreprises dudit secteur, notamment : <ul style="list-style-type: none"> <li>• De planifier les solutions de prévention techniques susceptibles de générer des investissements importants ;</li> <li>• De justifier les mesures compensatoires mises en œuvre pour protéger les travailleurs dans l'attente. (Cf. recommandation n°3)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Recommandation n°2 : Campagnes sectorielles de mesures</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Poursuivre et déployer dans chaque secteur professionnel concerné la campagne de mesures permettant, selon le cahier des charges de l'Anses, de caractériser les circonstances et niveaux d'exposition aux poussières inhalables en fonction des moyens et mesures de prévention présents dans l'entreprise.</li> <li>➤ Prendre appui sur les résultats de ces mesures pour préconiser dans chaque branche des solutions techniques et organisationnelles de nature à respecter les limites de concentrations en vigueur à compter du 1er juillet 2023. (Cf. recommandation n°3)</li> </ul>
<p>Recommandation n° 3 : Plans d'action sectoriels à court, moyen et long terme</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mettre à disposition des entreprises de chaque branche, filière, secteur ou sous-secteur concerné par la problématique des poussières inhalables un guide réalisé par les organisations professionnelles, indiquant auxdites entreprises : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les modalités selon lesquelles elles peuvent s'acquitter de leurs obligations sur les plans techniques, organisationnels et individuels ;</li> <li>• Les solutions réputées efficaces ;</li> <li>• La temporalité indicative dans laquelle elles peuvent raisonnablement être déployées.</li> </ul> </li> <li>➤ Soumettre ces guides à l'examen de la CS3 du COCT.</li> </ul>

<p>Recommandation n°4 :</p> <p>Formation des installateurs et des professionnels de maintenance</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Accompagner la montée en compétence des professionnels intervenant dans le domaine de la ventilation/aération des lieux de travail, en animant, à l'échelle nationale, un réseau à l'image de celui déployé par la Carsat Nord-Est.</li> <li>➤ Renforcer l'offre de formation à destination des opérateurs de maintenance internes dans les entreprises.</li> </ul>
<p><b>Recommandations à l'égard des pouvoirs publics</b></p>	
<p>Recommandation n°5 :</p> <p>Clarification de la terminologie et des champs d'application</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Abandonner la terminologie « poussière sans effet spécifique », source de confusions, pour désigner et régir réglementairement toutes les poussières qui ne sont pas soumises à une VLEP au titre de la réglementation ACD.</li> <li>➤ À la faveur d'un vecteur réglementaire approprié, remplacer, dans toutes les occurrences concernées du Code du travail, les mots : « <i>poussières totales</i> » par les mots : « <i>poussières inhalables</i> ».</li> </ul>
<p>Recommandation n°6 :</p> <p>Effectivité du droit</p>	<p>À la faveur d'un vecteur réglementaire approprié :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Adosser la mise en place d'un système de ventilation à un cahier des charges modélisé et à une procédure de réception de l'installation assortie d'une mesure initiale des concentrations en poussières inhalables et alvéolaires (Temps T zéro) ;</li> <li>➤ Procéder, tout en en conservant l'esprit, à une refonte et une actualisation complète de l'arrêté du 8 octobre 1987 sur les modalités de contrôle ultérieures des performances de l'installation ;</li> <li>➤ Lever toute ambiguïté sur le fait que les entreprises ne sont pas tenues de mettre en œuvre annuellement des contrôles de mesures des poussières sur la base de l'arrêté de 2009 pour les poussières non soumises à VLEP au titre des articles R. 4412-149 et R. 4412-150 ;</li> <li>➤ Espacer les obligations de mesures de poussières inhalables et alvéolaires, par exemple tous les quatre ou cinq ans, au profit d'une vérification annuelle de l'efficacité des installations au regard des valeurs de références issues du temps T zéro ;</li> <li>➤ Supprimer dans les dispositions réglementaires relatives aux limites de concentrations en poussières inhalables et alvéolaires les mentions « <i>en aucun point</i> » ainsi que « <i>en tout point</i> » du</li> </ul>

	<p>local, et leur substituer un contrôle du respect de ces limites lors de la réalisation du temps T zéro, comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des prélèvements aux points d'émission des poussières ou en des points caractéristiques (positions de postes de travail...),</li> <li>• Couplé à des prélèvements individuels (une fois tous les cinq ans s'agissant de ce dernier).</li> </ul> <p>➤ Rappeler dans les dispositions relatives à l'utilisation des lieux de travail l'importance des opérations de maintenance préventive sur les installations d'aération/assainissement.</p>
<p>Recommandation n°7 : Simplification et sécurisation des méthodes de prélèvement et d'analyse</p>	<p>Sécuriser le cadre de mutualisation permettant que les prélèvements opérés pour le contrôle des valeurs limites d'exposition professionnelle ACD et celui des poussières inhalables et alvéolaires soient réalisés en une seule prise.</p>
<p>Recommandation n°8 : Harmonisation des pratiques/objectif : fiabilité des données</p>	<p>Organiser le canal par lequel les anomalies constatées lors des opérations de prélèvement et d'analyse des laboratoires accrédités sont communiquées au Comité français d'accréditation (Cofrac).</p>
<p>Recommandation n°9 : Amélioration des connaissances</p>	<p>Approfondir, <i>via</i> des études complémentaires, les connaissances toxicologiques et épidémiologiques sur les poussières inhalables, en particulier sur les poussières nanoparticulaires et leur impact sur la santé.</p>

# Table des matières

---

<b>SYNTHESE</b>	<b>1</b>
Recommandations à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention	1
Recommandations à l'égard des pouvoirs publics	3
<b>1. OBJET ET PERIMETRE DE LA COMMISSION</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Le nouveau contexte réglementaire</b>	<b>12</b>
<b>1.2. La lettre de mission et la méthodologie de travail</b>	<b>13</b>
1.2.1. Cahier des charges de la commission	13
1.2.2. Méthodologie de travail	13
<b>1.3. Les options prises</b>	<b>14</b>
<b>1.4. Les saisines complémentaires effectuées</b>	<b>15</b>
<b>2. L'ETAT DES LIEUX</b>	<b>16</b>
<b>2.1. L'état du droit</b>	<b>16</b>
2.1.1. De quelles obligations parle-t-on ?	16
2.1.1.1. La double entrée réglementaire « lieux de travail » et « risques chimiques »	16
2.1.1.2. Une dualité source de confusions qui perdurent	18
2.1.1.3. Une dualité néanmoins à articuler dans l'entreprise	19
2.1.1.4. Une frontière renouvelée entre maître d'ouvrage et utilisateur	21
2.1.2. De quelles poussières parle-t-on ?	21
2.1.3. Le champ d'application légal	23
2.1.3.1. La notion réglementaire de poussières	23
2.1.3.2. La notion de poussières sans effet spécifique (PSES)	24
2.1.4. De quels lieux et locaux de travail parle-t-on ?	25
2.1.4.1. La notion de lieu de travail	25
2.1.4.2. La notion de local de travail	26
2.1.4.3. Les espaces confinés	27
2.1.4.4. Les lieux de travail extérieurs	27
2.1.4.5. Les dispositions sectorielles	27
2.1.5. De quelle métrologie parle-t-on ?	29
2.1.5.1. Prélèvements d'ambiance ou individuels ?	29
2.1.5.2. Le contrôle spécifique des « VLEP chimie »	30
2.1.5.2.1. Un champ d'application circonscrit aux agents chimiques dangereux (ACD)	30
2.1.5.2.2. Une démarche de contrôle visant la représentativité	31
2.1.5.2.3. Une source de confusions à lever	32
2.1.6. La place de la normalisation	34
2.1.7. Le recours à la photométrie	36
2.1.8. Le cas de la formule d'additivité pour la silice cristalline	39
2.1.9. Les limites de concentrations applicables en Europe	41
<b>2.2. L'état de santé : les effets des poussières sur la santé</b>	<b>42</b>
2.2.1. Toxicocinétique des poussières	42
2.2.1.1. Pénétration pulmonaire des poussières par inhalation	42
2.2.1.2. Déposition pulmonaire des poussières	42

2.2.1.3. Clairance pulmonaire des poussières	42
2.2.2. Effets sur la santé humaine des poussières	44
2.2.2.1. Effets dits « spécifiques » des poussières sur la santé humaine	44
2.2.2.2. Effets « non spécifiques » ORL et respiratoires des poussières	44
2.2.2.3. Effets de la surcharge pulmonaire	45
2.2.2.3.1. Effets de surcharge pulmonaire - Données chez l'animal	45
2.2.2.3.2. Effets de surcharge pulmonaire - Données chez l'Homme	46
2.2.2.4. Déclin de la fonction respiratoire chez l'Homme et exposition aux poussières	46
2.2.3. BPCO chez l'Homme et exposition aux poussières	47
2.2.4. Effets combinés de la fumée de tabac et des poussières inhalées chez l'Homme	48
2.2.5. Données épidémiologiques à partir de cohortes françaises	48
<b>2.3. Recueils sur la réalité des expositions en contexte professionnel</b>	<b>54</b>
2.3.1. Du point de vue des acteurs intervenant dans l'entreprise	54
2.3.1.1. Des expositions globalement peu documentées	54
2.3.1.2. Des vérifications par l'inspection du travail centrées sur les poussières disposant d'une VLEP	54
2.3.1.3. Des interventions des Carsat ciblées et centrées sur les poussières soumises à VLEP ACD	56
2.3.1.4. Une activité des organismes accrédités peu tirée par la demande	57
2.3.1.5. L'absence de données centralisées au niveau des services de prévention et de santé au travail	59
2.3.1.6. Des bases de données limitées et ciblées	59
2.3.1.6.1. La base SCOLA	59
2.3.1.6.2. Les résultats de l'étude INRS demandée par la DGT	60
2.3.1.6.3. Les résultats de la saisine complémentaire	62
2.3.2. Du point de vue de quelques secteurs ou activités particulièrement concernés	68
2.3.2.1. Le milieu agricole	69
2.3.2.1.1. Des circonstances d'exposition très variées	69
2.3.2.1.2. Des polluants de natures diverses et de composition parfois complexes	69
2.3.2.1.3. Des solutions de prévention essentiellement de nature secondaire	71
2.3.2.2. L'industrie agroalimentaire	72
2.3.2.2.1. La filière de la luzerne	73
2.3.2.2.2. La nutrition animale	74
2.3.2.2.3. La production laitière	75
2.3.2.2.4. La meunerie	76
2.3.2.2.5. La boulangerie	76
2.3.2.2.6. L'amidonnerie	77
2.3.2.3. La seconde transformation du bois	78
2.3.2.4. Le bâtiment et les travaux publics	78
2.3.2.4.1. Une démarcation difficile entre locaux fermés et les espaces ouverts	79
2.3.2.4.2. Les spécificités du secteur	80
2.3.2.5. Les mines et carrières	80
2.3.2.5.1. L'existence historique de mesures	80
2.3.2.5.2. L'existence d'une méthode de branche	81
2.3.2.5.3. Des moyens de prévention adaptés aux spécificités de l'activité	83
2.3.3. Des pratiques d'entreprises empiriques et très contrastées	86
2.3.3.1. Un référentiel et des savoir-faire en partie décorrélés des textes	86
2.3.3.2. Un besoin de cadrage des étapes clé : le cahier des charges et la réception des installations	88
2.3.3.3. Des vérifications périodiques peu réalisées malgré un cadre prescrit détaillé	90
2.3.3.4. La nécessaire professionnalisation des acteurs : une expérience locale à généraliser	92
<b>2.4. L'état de l'art en prévention : techniques et moyens disponibles en matière d'aération/assainissement dans les locaux à pollution spécifique</b>	<b>94</b>
2.4.1. La prévention repose sur un nombre restreint de principes robustes et stables	94
2.4.2. Des techniques de ventilation efficaces, éprouvées et disponibles	95
2.4.2.1. Caractéristiques générales des installations de ventilation	95
2.4.2.2. Prérequis d'un dispositif de captage	97
2.4.2.3. Dispositifs d'épuration de l'air	98
2.4.2.3.1. Les séparateurs mécaniques	99

2.4.2.3.2. La filtration électrostatique	99
2.4.2.3.3. Les filtres à air à médium fibreux	99
2.4.2.3.4. Les épurateurs autonomes	100
2.4.2.4. Les autres techniques de protection collective	100
2.4.3. Au besoin, des EPI adaptés disponibles	101
2.4.4. Des mesures organisationnelles pouvant réduire substantiellement les expositions	103
2.4.5. Informer, sensibiliser et former	103
2.4.6. Un état de l'art somme toute rassurant	104
<b>2.5. L'impact socio-économique</b>	<b>104</b>
2.5.1. Le questionnaire de branche	106
2.5.2. Le questionnaire d'entreprise	106
2.5.3. L'exemple de la filière du lin	107
2.5.3.1. Les spécificités du secteur	107
2.5.3.2. Une démarche de prévention adossée à l'environnement socio-technique	109
2.5.3.3. L'impact pour les entreprises du secteur	114
<b>3. PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>115</b>
<b>3.1. Recommandations aux entreprises</b>	<b>115</b>
3.1.1. Conduire à son terme la campagne de mesures sectorielles	115
3.1.1.1. La nécessité de documenter les expositions	115
3.1.1.2. L'organisation et l'exploitation de la campagne	116
3.1.1.3. Point d'étape	117
3.1.1.4. Premiers résultats : l'exemple des meuneries	119
3.1.2. Élaborer des plans sectoriels de prévention	123
3.1.2.1. Privilégier le rôle des branches	123
3.1.2.2. Planifier la prévention	123
3.1.2.3. Sécuriser les contenus des guides	129
<b>3.2. Recommandations aux pouvoirs publics</b>	<b>130</b>
3.2.1. Clarifier le champ lexical	130
3.2.2. Aménager certaines dispositions réglementaires en vue de simplifier les obligations tout en renforçant leur effectivité	130
3.2.3. Articuler les enjeux énergétiques et sanitaires	132
Références bibliographiques	133
Annexe 1 - Lettre de mission Direction Générale du Travail (DGT)	136
Annexe 2 - Arrêté de nomination de la Commission	138
Annexe 3 - Liste des branches auditionnées, personnes entendues et entreprises visitées	139
Annexe 4 - Questionnaire socio-économique Branches et Entreprises	142
Annexe 5 - Cahier des charges ANSES	143
Annexe 6 - Courrier du 14 décembre 2022 aux organisations professionnelles	144
Annexe 7 - Références documentaires utiles (guides de ventilation, etc.)	146
Liste des abréviations et acronymes	147
Liste des tableaux et figures	151

# 1. Objet et périmètre de la commission

## 1.1. Le nouveau contexte réglementaire

Le décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021, dénommé par commodité « *décret poussières* » dans la suite du présent rapport, est venu modifier dans le Code du travail les niveaux de concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur ne devant pas être dépassées (article R. 4222-10).

Ces limites de concentrations, applicables **dans les locaux à pollution spécifique**, sont évaluées sur une période de huit heures.

Le décret poussières a principalement procédé en deux temps à un abaissement des seuils de concentrations maximales autorisées (Cf. tableau 1 infra).

Tableau 1 : Évolution des limites de concentrations réglementaires dans le temps

	<b>Poussières totales</b> (En milligrammes par mètre cube d'air ou mg/m <sup>3</sup> )	<b>Poussières alvéolaires</b> (En milligrammes par mètre cube d'air ou mg/m <sup>3</sup> )
<b>Avant l'entrée en vigueur du décret poussières</b>	10	5
<b>À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2022</b>	7	3,5
<b>À partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023</b>	4	0,9

Le décret a également modifié l'article R. 4222-13 en prévoyant que :

*« Lorsque les limites des concentrations mentionnées à l'article R. 4222-10 ne peuvent être respectées en tout point d'un local à pollution spécifique, l'employeur met en œuvre les mesures organisationnelles nécessaires pour que l'exposition des travailleurs ne dépasse pas en moyenne ces limites sur une période de huit heures ».*

Le décret a par ailleurs modifié l'article R. 4412-154 du Code du travail, figurant dans le chapitre réservé à la prévention du risque chimique. Cet article fixe une formule, dite d'additivité, devant être utilisée pour le calcul de la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) à la silice cristalline lors de la présence simultanée de poussières alvéolaires de silice cristalline et non silicogènes dans l'atmosphère. La modification introduite a eu pour effet de neutraliser, jusqu'à plus ample informé, les effets *péjoratifs* sur ce calcul de la modification du seuil de 5mg/m<sup>3</sup> figurant dans le tableau ci-dessus.

Le décret poussières a enfin modifié le décret n° 2013-797 du 30 août 2013, adaptant les dispositions du Code du travail en matière de poussières alvéolaires dans les mines et carrières. Il prévoit que la concentration moyenne de ces poussières **applicable aux lieux de travail se trouvant à l'extérieur** est égale à 5 mg/m<sup>3</sup>.

## 1.2. La lettre de mission et la méthodologie de travail

### 1.2.1. Cahier des charges de la commission

Une commission instaurée par l'article 3 du décret poussières était chargée par ledit article, précisé par une lettre de mission du directeur général du travail du 1<sup>er</sup> février 2022 (Cf. Annexe 1 : Lettre de mission) :

- De recenser les moyens techniques à mettre en place par les employeurs pour assurer le respect des concentrations fixées à l'article R. 4222-10 et en faciliter le respect ;
- De réévaluer les concentrations mentionnées à cet article ;
- De réévaluer la valeur de la concentration en poussières alvéolaires dans la formule d'additivité de l'article R. 4412-154 en présence de silice cristalline ;
- De réévaluer la valeur limite d'exposition aux poussières alvéolaires en extérieur mentionnée 1<sup>er</sup> alinéa de l'article 2 du décret du 30 août 2013 pour les mines et carrières ;
- D'accompagner la mise en œuvre des nouvelles dispositions et ainsi de garantir les meilleures conditions de travail aux travailleurs concernés.

Cette commission, dénommée par les mots : « *la commission* » dans toute la suite du présent rapport, a été désignée par arrêté du 26 janvier 2022 et installée lors d'une réunion de lancement du 31 janvier 2022 (Cf. Annexe 2 : Arrêté du 26 janvier 2022). À cette occasion, elle a arrêté l'organisation de ses travaux et ses modalités de fonctionnement.

Outre des principes de déontologie générale, la commission s'est en particulier fixée les règles de fonctionnement suivantes :

- Impartialité
- Transparence (dire d'où l'on parle)
- Pluralité (écoute active, controverse courtoise)
- Contradictoire (accueil des points de vue externes contraires)
- Exercice personnel de la mission (nomination *intuitu personae*), en tant qu'expert pour une mission d'intérêt général
- Veille constante sur les conflits d'intérêts<sup>1</sup>.

### 1.2.2. Méthodologie de travail

Dans un premier temps (1<sup>er</sup> semestre 2022), la commission a procédé à un état des lieux des savoirs disponibles sur les plans juridique, médical et technique. Outre les apports respectifs tirés du champ disciplinaire des experts présents au sein de la commission, cette dernière a classiquement auditionné les acteurs susceptibles de l'éclairer sur les savoirs disponibles mais aussi sur les pratiques constatées par les différents acteurs sur le terrain (agents de contrôle, préventeurs, organismes de mesurages, fabricants et installateurs de système de ventilation).

La commission a par conséquent successivement procédé à :

- ✓ Un examen du cadre juridique : les textes en vigueur, leur historique et leur articulation, les circulaires et instructions de référence, les normes applicables et leur portée, les définitions et les périmètres ;
- ✓ Une revue des effets sanitaires : les effets des poussières sur la santé, les données de santé disponibles ;

---

<sup>1</sup> « Toute situation d'interférence entre un intérêt public et des intérêts publics ou privés qui est de nature à influencer ou à paraître influencer l'exercice indépendant, impartial et objectif d'une fonction. Un lien d'intérêts n'est pas un conflit d'intérêts en soi. Un conflit d'intérêts n'est pas un jugement sur une personne ou la prédiction d'un comportement. Un conflit d'intérêts est le constat d'une situation ».

- ✓ Un état de l'art des techniques et moyens de prévention disponibles et éprouvés : principes de ventilation, installations d'aération-assainissement, dispositifs de captage à la source et autres techniques de suppression ou d'abatage des poussières, équipements de protection individuelle (EPI) ;
- ✓ Un état des lieux des données d'expositions professionnelles disponibles : pratiques des corps de contrôle et des organismes de prévention, sollicitations des organismes de vérification, banques de données, etc.

Dans un second temps (second semestre 2022), la commission a consacré ses travaux à l'examen des contraintes techniques et des enjeux socio-économiques résultant de la nouvelle réglementation dans différents secteurs d'activité. Elle a, à ce titre, rencontré les organisations professionnelles qu'elle a sollicitées de sa propre initiative ou qui ont spontanément souhaité être entendues pour présenter leurs caractéristiques et l'impact technique et économique propres à leur secteur (Cf. Annexe 3 : Liste des branches auditionnées et personnes entendues). Dans ce cadre, la commission a également procédé à des visites d'entreprises dont les activités sont réputées exposer à des poussières. (Cf. Annexe 3 : tableau des visites sur site)

En pratique, la commission s'est réunie de manière régulière durant toute la durée des travaux, en plénière, à raison d'un jour par mois, sans préjudice des nombreux échanges intermédiaires ou déplacements en sous-groupes opérés durant les phases intermédiaires. Elle a rendu compte de ses travaux devant la CS3 du COCT à quatre reprises. Elle a par ailleurs rencontré le 1<sup>er</sup> septembre 2022 les organisations professionnelles dans un cadre inter et multi-professionnel pour leurs présenter un projet de campagne de mesures explicité au paragraphe ci-dessous. Cette réunion visait à présenter les enjeux et intérêts d'une telle campagne, ses conditions de réussite et le cahier des charges de nature à en garantir la qualité. La commission a par ailleurs régulièrement communiqué par voie électronique auprès des branches et secteurs concernés afin de les tenir informés de l'avancement et des modalités de ladite campagne.

Dans un troisième temps, enfin (1<sup>er</sup> semestre 2023), la commission, outre la préparation de la campagne de mesures précitée, a procédé à l'analyse puis à la synthèse de ses auditions en vue de l'élaboration de ses recommandations et la présentation du présent rapport.

### 1.3. Les options prises

La commission devait en principe rendre son rapport dans un délai de douze mois suivant son installation. Force a toutefois été de constater qu'en l'absence de nombreuses données permettant de se prononcer de manière fiable et pertinente, il lui était nécessaire de procéder à un certain nombre d'investigations ou de bénéficier des conclusions de saisines complémentaires, notamment auprès de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), de l'Agence française de normalisation (AFNOR). Ces saisines, effectuées directement par la commission ou *via* la Direction générale du Travail (DGT), sont énumérées au paragraphe suivant.

À ce jour, un certain nombre des résultats issus de ces travaux, même intermédiaires, ont été rendus et sont exploités dans le présent rapport. D'autres sont encore en cours de réalisation et donneront lieu à des conclusions postérieures, qui viendront utilement compléter les travaux de la commission sur un sujet somme toute encore insuffisamment documenté.

Par ailleurs, les principales carences constatées portant sur les données d'exposition réelle des travailleurs, la commission a considéré qu'il était indispensable de documenter cette exposition en

invitant les principaux secteurs d'activité concernés à procéder à une campagne « flash » de mesurages destinée :

- 1- À objectiver les niveaux d'empoussièrement, hors agents chimiques dangereux (ACD), inhérents à leur activité ;
- 2- À caractériser les circonstances d'exposition des travailleurs (fréquence, intensité) ;
- 3- À estimer l'efficacité des différents moyens de protection au regard des nouvelles concentrations réglementaires ;
- 4- À permettre à la commission de faire des préconisations s'appuyant sur des résultats robustes et homogènes.

La commission a également estimé qu'elle n'avait ni de motifs suffisants ni les moyens dans le délai imparti de remettre en cause les valeurs de concentrations proposées par l'Anses et fixées par le nouveau décret. En revanche, un certain nombre de modifications réglementaires lui semblent pouvoir être recommandées, de nature à sécuriser le champ d'application des textes et à faciliter leur acceptabilité ainsi que leur mise en œuvre effective (décrets, arrêté, normes, instructions).

Enfin, la commission a postulé que, s'il n'y avait pas lieu de remettre en cause les nouvelles limites de concentrations, la situation sanitaire liée à l'exposition des travailleurs aux poussières dites sans effet spécifique n'interdisait pas d'envisager une planification des travaux permettant aux entreprises de procéder aux investissements techniques nécessaires, quitte à ce que le respect de ces limites soit assuré dans l'attente par des mesures conservatoires énoncées dans un plan.

#### **1.4. Les saisines complémentaires effectuées**

- ✓ La commission a souhaité bénéficier d'une exploitation des données issues de la cohorte épidémiologique « Constances » pilotée par l'Inserm afin de consolider l'état des lieux de l'exposition des travailleurs aux poussières dites sans effet spécifique (PSES). Cette saisine a été réalisée par la DGT le 16 juin 2022.
- ✓ La commission a demandé l'appui de l'Anses pour la détermination d'un cahier des charges et d'un questionnaire en vue de la campagne de mesures envisagée par elle au sein des branches et secteurs d'activité concernés par les nouvelles limites de concentration. Cette saisine a été réalisée le 16 juin 2022.
- ✓ La DGT a simultanément demandé à l'Anses, par une saisine distincte, un complément d'expertise sur la pertinence de la règle d'additivité mentionnée à l'article R. 4412-154 du Code du travail. Cette saisine a été réalisée le 16 juin 2022.
- ✓ La commission a demandé à l'INRS d'interroger la base de données Scola en vue d'un état des lieux sur les concentrations en poussières alvéolaires et inhalables, en fonction des secteurs d'activité, des professions, des tâches et des types de lieux de travail. Les substances recherchées étaient les poussières inhalables sans détermination de silice cristalline et les poussières alvéolaires avec et sans détermination de silice cristalline ;
- ✓ La commission a par ailleurs saisi l'AFNOR afin de bénéficier d'un état des lieux de l'ensemble des normes pertinentes en matière de prélèvement et d'analyse des poussières dites sans effet spécifique.

## 2. L'état des lieux

### 2.1. L'état du droit

Les difficultés de compréhension, et partant d'application des textes, ont été soulevées de manière constante et unanime par tous les acteurs. Elles le sont en particulier par les organisations professionnelles et leurs opérateurs techniques qui soulèvent, pêle-mêle, des rédactions confuses et des questions juridiques récurrentes : « *Quelle est la définition exacte des poussières totales et alvéolaires ? Les locaux à pollution spécifique sont-ils les seuls concernés ? Qu'est-ce qu'un local fermé ? Les poussières sont-elles dangereuses pour la santé des salariés ? Si elles ne sont pas dangereuses, quel serait l'intérêt pour les salariés d'ajouter une couche préventive ? Notre secteur, par ailleurs couvert par des « VLEP chimie » est-il concerné ou plutôt exclu de cette réglementation ? Nos poussières, non couvertes par une VLEP mais susceptibles de produire des effets spécifiques sont-elles ou non exclues des nouveaux seuils ? Ces seuils sont-ils accompagnés d'une méthodologie plus précise de prélèvements, de mesures et d'analyses ? Est-ce que les mesures de concentrations en poussières sont cumulables avec les VLEP ? Ya-t-il un intérêt de faire faire les 2 ? Est-ce que l'arrêté du 15 décembre 2009 s'applique pour les mesures de concentrations en poussières ? Est-ce une vraie VLEP poussières ? ».*

Le présent chapitre vise à répondre à ces questions tout en soulevant les interrogations qui paraissent à la commission devoir faire l'objet de clarifications.

#### 2.1.1. De quelles obligations parle-t-on ?

Deux grandes catégories d'obligations peuvent être distinguées. La première est une obligation générale de prévention. Elle consiste pour l'employeur à offrir aux travailleurs un environnement de travail sain et, en l'espèce, une atmosphère respirable dépourvue de polluants de toute nature gênants ou dangereux pour la santé. La seconde est une obligation de contrôle périodique de cette atmosphère. Elle consiste pour l'employeur à vérifier que les actions de prévention qu'il a mises en œuvre sont suffisantes et efficaces.

À cet effet, deux catégories de vérifications sont prévues. L'une consiste à mesurer l'ambiance générale des lieux de travail, en l'espèce une concentration en poussières de l'atmosphère de travail, afin de s'assurer que les travailleurs ne sont pas exposés à certains dépassements sur leur journée de travail. L'autre consiste à mesurer l'exposition individuelle des travailleurs à certains agents chimiques à leur poste de travail, afin de s'assurer qu'ils ne sont pas exposés à l'inhalation de cet agent à un niveau égal ou supérieur à la limite fixée pour cet agent. Ces deux types de vérification sont régis par des textes différents.

##### 2.1.1.1. La double entrée réglementaire « lieux de travail » et « risques chimiques »

La partie IV du Code du travail rassemble les textes applicables en matière de santé et sécurité au travail. Elle utilise pour ce faire plusieurs clés d'entrée. L'une d'elles concerne les dispositions applicables aux lieux de travail (livre II) dont les règles d'aération et assainissement, l'autre les dispositions applicables à certains risques d'exposition (Livre IV) dont le risque chimique. Chaque livre distingue par ailleurs, d'une part les obligations des concepteurs (maîtres d'ouvrage, fabricants, responsables de mise sur le marché, etc.) d'autre part les obligations des utilisateurs (employeurs).

Évidemment, les dispositions applicables aux lieux et celles applicables aux risques doivent s'articuler puisque les risques se réalisent toujours dans un espace donné. Mais les textes qui régissent ces obligations respectives ne relèvent pas tous de la même génération et n'ont pas toujours fait l'objet d'une harmonisation permettant une articulation fluide. Les poussières apparaissent comme un

exemple typique des difficultés de cohabitation entre des obligations répondant à des logiques en partie différentes.

Tableau 2 : Architecture générale des textes applicables

Santé et sécurité au travail (Partie IV du Code du travail)			
Dispositions applicables aux lieux de travail (Livre II)		Règles de prévention des risques chimiques (Livre IV/ titre Ier)	
Obligations du maître d'ouvrage pour la conception des lieux de travail (Titre Ier)	Obligations de l'employeur pour l'utilisation des lieux de travail (Titre II)	Règles de mise sur le marché applicable aux fabricants, importateurs, vendeurs de substances et mélanges (Chapitre Ier)	Règles de prévention applicables à l'employeur (Chapitre II) Articles R. 4412-1 et suivants
Règles d'aération assainissement « concepteur » (Chapitre II) Articles R. 4212-1 et suivants	Règles d'aération assainissement « utilisateur » (Chapitre II) Articles R. 4222-1 et suivants	Règles de mise sur le marché, importation et vente	Règles de mise en œuvre des agents chimiques dangereux « utilisateur »
Obligation de concevoir et réaliser des bâtiments permettant de satisfaire les règles d'aération/assainissement, notamment les limites de concentration en poussières totales et alvéolaires	Interdiction d'exposer les travailleurs à des concentrations de <b>poussières totales et alvéolaires</b> dépassant les valeurs réglementaires <b>(4 et 0,9 mg/m<sup>3</sup>)</b>		Interdiction d'exposer les travailleurs à des concentrations d' <b>agents chimiques dangereux</b> dépassant les <b>VLEP</b> énoncées aux articles R. 4412-149 et suivants (silice, plomb, etc.)
	Obligation d'assurer régulièrement le contrôle des installations d'aération assainissement (Arrêté du 8 octobre 1987)		Obligation de procéder au contrôle du respect des VLEP selon des modalités et méthodes prescrites (Arrêté du 15 décembre 2009)

Par ailleurs, il est à noter que les concepteurs de machines doivent suivre des règles visant à limiter les émissions de polluants et notamment de poussières. Ces règles techniques de conception sont définies par l'article R. 4312-1 du Code du travail via l'annexe I figurant à la fin du titre 1 du livre III de la 4<sup>ème</sup> partie du Code du travail. Elles résultent de la transposition dans la réglementation française de la directive 2006/42/CE dite directive « machines ».

### 2.1.1.2. Une dualité source de confusions qui perdurent

La dualité entre des entrées réglementaires différenciées peut être source de difficultés qui n'avaient pas échappé aux recodificateurs du Code du travail en 2008 dont les travaux préparatoires attestent des réflexions déjà menées sur le sujet : « *Bien que les « décrets verticaux » issus des directives précitées soient en principe bâtis selon la logique de l'article L. 230-2 (devenu L. 4121-2), leur construction interne, selon la date de leur parution, ne rend en fait pas suffisamment compte de cette logique. L'articulation de ces principes avec les décrets antérieurs à 1991 est encore plus problématique et conduit même parfois à une impression de conflit de logiques<sup>2</sup> ».*

Ainsi, s'agissant du cas particulier des poussières et des agents chimiques dangereux (ACD), des risques de confusions avaient déjà été constatés entre, d'une part les règles générales de prévention applicables à tous les ACD et aux agents cancérigènes (CMR), issues respectivement du décret du 23 décembre 2003 et du décret du 1<sup>er</sup> février 2001 (articles R. 231-54 et suivants anciens), d'autre part les règles d'aération/assainissement des lieux de travail (R. 232-5 et suivants anciens).

En effet, l'article R. 232-5-5 ancien, relatif à l'aération/assainissement, traitait dans le même article des poussières totales et alvéolaires et des VLEP propres aux poussières considérées comme des agents chimiques dangereux :

*Article R. 232-5-5 :*

**« I. - Dans les locaux à pollution spécifique, les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par une personne, évaluées sur une période de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air.**

*II. - Des prescriptions particulières prises en application du 2° de l'article L. 231-2 déterminent le cas échéant :*

**1° D'autres limites à ne pas dépasser que celles qui sont fixées au premier alinéa ci-dessus pour certaines variétés de poussières ;**

**2° Des valeurs limites à ne pas dépasser pour des substances telles que certains gaz, aérosols liquides ou vapeurs et pour des paramètres climatiques.**

*III. - Des valeurs limites d'exposition professionnelle indicatives, constituant des objectifs de prévention, peuvent être fixées par arrêté des ministres chargés du travail et de l'agriculture ».*

À l'époque, la recodification s'opérant à droit constant, le choix avait été fait de procéder à une mise en cohérence *a minima* des dispositions faisant miroir en vue d'une harmonisation ultérieure. Cette mise en cohérence s'est traduite comme suit : « *Il convient de noter enfin dans le chapitre II (du nouveau Code du travail), le rapprochement des dispositions relatives à la définition de valeurs limites d'exposition professionnelle, qui se trouvaient historiquement au côté des dispositions relatives à l'aération assainissement des locaux de travail (nouveau livre II de la partie) alors qu'elles étaient intuitivement toujours recherchées dans le chapitre « risques chimiques »<sup>3</sup> ».*

Le projet d'une refonte de l'articulation plus complète de ces dispositions avait au demeurant été renvoyé à une date ultérieure, consécutivement à la modification prévisible dans un avenir proche des dispositions relatives aux risques chimiques liées au règlement REACH. Ainsi : « *le chapitre risques chimiques a fait l'objet d'un traitement a minima dans la mesure où il subira à brève échéance (au plus tard le 1<sup>er</sup> juin 2008) l'impact des modifications importantes résultant de l'adoption par le Conseil et le Parlement européen, le 18 décembre 2006, du règlement REACH n° 1907/2006, concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques<sup>4</sup> ».*

---

<sup>2</sup> Note de présentation de la partie IV du futur Code du travail à la Commission supérieure de codification : 8 novembre 2007.

<sup>3</sup> *ibid.*

<sup>4</sup> *ibid.*

Cette harmonisation n'ayant finalement jamais été réalisée, la commission constate que des ambiguïtés, en partie à l'origine des craintes ou incompréhensions soulevées par le décret poussières, perdurent et mériteraient des clarifications, suggérées dans la suite du présent rapport.

### 2.1.1.3. Une dualité néanmoins à articuler dans l'entreprise

Conséquence des arbitrages de la recodification explicités au paragraphe précédent, les VLEP des ACD, y compris celles propres à certaines poussières classées dangereuses, figurent aujourd'hui dans les articles R. 4412-149 et suivants, au sein du chapitre consacré spécifiquement aux risques chimiques, c'est-à-dire dans une section séparée de celle consacrée aux concentrations de poussières dites sans effet spécifique visées par le décret poussières.

La rédaction de l'ancien article R. 233-5-5 rappelée ci-dessus suggère néanmoins l'articulation initialement conçue entre le paragraphe I et le paragraphe II de cet article :

- Le §I prévoit la fixation de limites de concentrations pour les poussières totales et alvéolaires, sans considération de leur composition ;
- Le §II prévoit la fixation « *d'autres limites à ne pas dépasser que celles qui sont fixées pour les poussières ci-dessus pour certaines variétés de poussières* ».

Une lecture stricte de ces dispositions conduit à considérer que les secondes ont vocation à se substituer aux premières lorsqu'elles existent, en raison de leurs caractéristiques propres, et que les premières s'appliquent par défaut en l'absence des secondes. En clair, les VLEP seraient les valeurs qu'il convient de mesurer lorsqu'elles existent et les poussières totales et alvéolaires celles qui doivent être mesurées dans tous les autres cas.

Toutefois, la règle d'additivité de l'article R. 4412-154, applicable en cas de présence simultanée de silice cristalline et de poussières non silicogènes, indique qu'il existe bien une coexistence et non une alternance de deux seuils de concentrations qu'il y a lieu de distinguer et prendre en compte (Cf. paragraphe 2.1.8).

Il s'ensuit que le Code du travail prévoit aujourd'hui deux obligations distinctes et cumulatives :

- ✓ Celle de veiller à ce que les travailleurs ne respirent pas plus de respectivement 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> de poussières totales et alvéolaires sur 8 heures dans les locaux à pollution spécifique, sans considération de leur composition, au titre des règles générales d'aération/assainissement des lieux de travail.

Cette obligation est assortie d'une obligation de contrôle périodique des installations de ventilation des locaux de travail régie par un arrêté du 8 octobre 1987. Celui-ci prévoit une obligation de vérification annuelle des installations : contrôle du débit global d'air extrait par l'installation, contrôle des pressions statiques ou des vitesses aux points caractéristiques de l'installation, notamment au niveau des systèmes de captage et examen de l'état de tous les éléments de l'installation (système de captage, gaines, dépoussiéreurs, épurateurs, systèmes d'apport d'air de compensation...). Une obligation de mesures des concentrations en poussières n'est prévue que dans les installations de ventilation comprenant un système de recyclage, les mesures devant être effectuées dans les gaines de recyclage et à leur sortie. La périodicité est alors fixée à 6 mois.

- ✓ Celle de veiller à ce que l'exposition des travailleurs aux poussières ne dépasse pas les VLEP réglementaires fixées pour certaines d'entre elles en raison de leurs effets sur la santé.

Cette obligation est assortie d'une obligation de contrôle annuelle du respect des VLEP (fixées par l'article R. 4412-149 ou dans le cadre de l'article R. 4412-150) par l'article R. 4412-27, par un organisme accrédité selon une méthodologie régie par un arrêté du 15 décembre 2009. Or, cet article ne prévoit pas pour les poussières inhalables visées par l'article R. 4222-10 cette obligation de contrôle par un organisme accrédité. Les poussières inhalables mentionnées à l'article R. 4222-10 n'étant pas listées dans les articles R. 4412-149 et R. 4412-150, elles ne sont pas soumises à l'obligation de contrôle annuel de leur concentration. En revanche, ces poussières sont bien visées dans l'article suivant, qui porte sur les conséquences d'un dépassement, l'article R. 4412-28 prévoyant que « *En cas de dépassement d'une valeur limite d'exposition professionnelle fixée à l'article R. 4412-149 ou de dépassement d'une concentration fixée à l'article R. 4222-10, l'employeur prend immédiatement les mesures de prévention et de protection propres à assurer la protection des travailleurs* ».

Il s'ensuit que les poussières inhalables ne sont pas soumises à une obligation annuelle de mesure de leur concentration mais que, lorsque cette concentration est mesurée et dépassée – par exemple à la suite d'une campagne réalisée à l'initiative de l'employeur, ce dernier doit mettre en œuvre les mesures de prévention qui s'imposent.

Cette articulation actuelle, complexe, est résumée dans le tableau synthétique ci-dessous.

**Tableau 3 : Articulation des obligations entre poussières inhalables et poussières soumises à une VLEP ACD**

	<b>Poussières inhalables visées à l'article R. 4222-10</b>	<b>ACD soumis à une VLEP prévue aux articles R. 4412-149 ou R. 4412-150</b>
<b>Nature des dispositions applicables</b>	Ambiance des locaux de travail	Exposition individuelle des travailleurs au risque chimique
<b>Nature de l'obligation pour l'employeur</b>	Vérification des installations de ventilation  <b>Pas d'obligation de contrôle du respect des concentrations en poussières</b> (sauf si système de recyclage de l'air <sup>5</sup> )	Contrôle du respect de la VLEP  Exclusion des poussières inhalables
<b>Périodicité</b>	Annuelle pour les installations de ventilation  Semestrielle pour les concentrations (cas de recyclage)	Annuelle
<b>Texte régissant les contrôles</b>	Arrêté du 8 octobre 1987 modifié	Arrêté du 15 décembre 2009
<b>Conséquences en cas de dépassement</b>	L'employeur doit prendre immédiatement les mesures de prévention et de protection propres à assurer la protection des travailleurs	L'employeur doit prendre immédiatement les mesures de prévention et de protection propres à assurer la protection des travailleurs

<sup>5</sup> Mais le contrôle des concentrations est effectué dans les gaines de recyclage et à leur sortie, pas sur l'opérateur.

Cette complexité pose plus généralement la question du fondement de cette distinction. On comprend en effet, avec le découpage actuel, que toutes les poussières sont problématiques mais que certaines le sont plus que d'autres et méritent à ce titre un traitement différencié, tant du point de vue juridique que de la prévention. En pratique, la question de l'articulation entre les obligations qui en résultent se pose avec une acuité renouvelée à partir du moment où les limites réglementaires de concentration en poussières totales et alvéolaires, en étant substantiellement abaissées, avoisinent certaines VLEP.

Selon la commission, dans un souci d'intelligibilité, de lisibilité et donc d'effectivité de la règle, l'objectif est de procéder non pas à une application cloisonnée ou juxtaposée des textes mais articulée. Une telle articulation résulte nécessairement du résultat de l'évaluation des risques, seule de nature à permettre l'identification des règles de prévention les plus appropriées à mettre en œuvre et des paramètres pertinents à suivre pour en garantir l'efficacité dans le temps. L'ensemble des recommandations qui suivent obéissent à cette logique.

#### 2.1.1.4. Une frontière renouvelée entre maître d'ouvrage et utilisateur

Jusqu'à la parution de l'ordonnance n° 2020-71 du 29 janvier 2020, le Code du travail hébergeait les obligations du maître d'ouvrage pour la conception des lieux de travail et celles de l'employeur pour l'utilisation desdits lieux, chacun étant soumis au respect de dispositions particulières en matière d'aération/assainissement.

À la faveur de la recodification du Code de la construction et de l'habitation, les dispositions législatives relatives à la conception ont été transférées dans le livre I de ce Code. Ainsi, l'article L. 112-2 prévoit que « *Sans préjudice des dispositions de l'article L. 112-1, tout projet de construction ou de rénovation d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment à usage professionnel est conçu de manière à ce que puissent être respectées, en l'état de l'ouvrage, les obligations qui incombent aux employeurs et qui sont définies au titre II du livre II de la quatrième partie du Code du travail* ».

Il s'ensuit que le maître d'ouvrage, qui n'a pas systématiquement la maîtrise de l'utilisation future des lieux de travail, en particulier des modifications ultérieures par l'employeur de cet usage, voit sa responsabilité circonscrite au fait « *de faire en sorte que* » le bâti soit conçu pour rendre possible le respect de ses obligations par l'utilisateur. Tandis que ce dernier est assujéti à des objectifs de résultats, le maître d'ouvrage est tenu par des objectifs de moyens. Le respect des valeurs de concentration de poussières fixées par l'article R. 4222-10 incombe bien à l'employeur.

#### **2.1.2. De quelles poussières parle-t-on ?**

La norme NF EN-1540 « *Exposition des lieux de travail – Terminologie* » (2021) propose les définitions suivantes pour caractériser les poussières :

- **Poussière en suspension dans l'air** : agent(s) chimique(s) et/ou biologique(s) sous forme solide, dispersé(s) dans l'air ;
- **Particule en suspension dans l'air** : agent chimique ou biologique sous forme solide ou liquide, dispersé dans l'air ;
- **Aérosol** : particules en suspension dans l'air et mélange de gaz (et de vapeur) dans lequel elles sont en suspension.

Les poussières sont donc possiblement des particules non qualifiées ou au contraire des agents chimiques et/ou biologiques nommément identifiés et bien entendu fréquemment un mélange de ces différents éléments.

Les caractéristiques physico-chimiques des poussières constituent une donnée essentielle car elles déterminent la nature de l'exposition potentielle des travailleurs et celle des moyens de prévention adaptés pour éviter cette exposition. Leur capacité de pénétration dans l'organisme est déterminée par le diamètre aérodynamique (voir définition chapitre suivant), appelé plus communément la taille. Nous utiliserons par la suite les deux termes indifféremment.

On distingue communément :

- Les poussières dont la taille est généralement comprise entre 10 et 100  $\mu\text{m}$  (micromètres ou microns), qui pénètrent dans l'organisme, et sont retenues au niveau des fosses nasales et de la gorge ;
- Les poussières dont la taille est généralement comprise entre 4 et 10  $\mu\text{m}$ , qui ont la capacité de pénétrer plus profondément dans l'organisme et d'atteindre la trachée et les bronches
- Les poussières dont la taille est généralement inférieure à 4  $\mu\text{m}$ , susceptibles de se déposer dans les alvéoles pulmonaires
- En dessous 0,1  $\mu\text{m}$ , elles relèvent du domaine des nanoparticules ou particules ultrafines.

Les particules peuvent avoir des formes et des densités différentes. Leur diamètre aérodynamique traduit leur comportement dans l'air, leur vitesse de chute et leur comportement dans les voies respiratoires, du moins pour les particules d'un certain diamètre.

Selon sa capacité à pénétrer dans le système respiratoire, un aérosol particulaire peut être décomposé en différentes fractions définies dans la norme NF EN 481 « Définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air » :

- La fraction inhalable est la fraction massique correspondant à la part des particules totales au sens physique (ensemble des particules d'un aérosol) en suspension dans l'air qui peuvent être inhalées par le nez et la bouche ;
- La fraction alvéolaire correspond à la fraction massique des particules totales en suspension dans l'air qui peuvent pénétrer jusqu'au poumon profond c'est à dire au niveau des alvéoles ;
- Les poussières totales correspondent quant à elles à 100 % des particules en suspension dans l'air au sens physique dans un aérosol.

La vitesse de sédimentation (ou de chute) des particules ne suit pas les mêmes lois selon leurs dimensions. La vitesse (en m/s) est proportionnelle à la racine carrée du diamètre pour les particules supérieures à 50  $\mu\text{m}$ , et au diamètre au carré pour les particules inférieures à ce seuil. Dans la mise en œuvre des systèmes de ventilation, il importe donc de distinguer les poussières de diamètre supérieur à 50  $\mu\text{m}$ , généralement dotées d'une énergie cinétique importante, qui se déposent rapidement et dont il est facile d'intercepter la trajectoire au moyen d'écrans et capotages, mais en revanche sur lesquelles les courants d'air n'ont que peu d'effet, et les poussières de diamètre inférieurs à 50  $\mu\text{m}$ , de faible inertie, qui stagnent longtemps dans l'air en suivant les écoulements et peuvent de ce fait être rapidement remises en suspension.

### 2.1.3. Le champ d'application légal

#### 2.1.3.1. La notion réglementaire de poussières

L'article R. 4222-3 prévoit que, pour l'application des articles du chapitre aération assainissement, « on entend par (...) :

7° **Poussière totale**, toute particule solide dont le diamètre aérodynamique est au plus égal à 100 micromètres ou dont la vitesse limite de chute, dans les conditions normales de température, est au plus égale à 0,25 mètre par seconde ;

8° **Poussière alvéolaire**, toute poussière susceptible d'atteindre les alvéoles pulmonaires ;

9° **Diamètre aérodynamique** d'une poussière, le diamètre d'une sphère de densité égale à l'unité ayant la même vitesse de chute dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative. »

Le Code du travail n'apporte aucune indication sur la composition ou la dangerosité des poussières en cause. Il concerne donc toutes les poussières qui obéissent aux caractéristiques physico-chimiques susmentionnées, dès lors qu'elles constituent, au sens de l'article R. 4422-12, un « **aérosol de particules solides (...) gênantes ou dangereuses pour la santé des travailleurs** ».

Aux termes de cet article, ces poussières doivent être supprimées ou, à défaut, captées au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission, car elles constituent des « **polluants** » contrevenant à l'objectif du chapitre aération/assainissement visant à garantir dans les locaux de travail « un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs » (R. 4222-1).

En conséquence, la définition de poussière, au sens de la réglementation « aération/assainissement », est une définition générale, volontairement très large, qui a vocation à couvrir toutes les poussières en suspension obéissant aux caractéristiques physico-chimiques sus-décrites, sans considération de leurs effets sur la santé. Sont ainsi soumises aux nouvelles limites de concentrations fixées à l'article R. 4222-10, toutes les poussières qui ne sont pas soumises à une VLEP au titre de la réglementation propre aux ACD.

À ce stade, la commission soulève une première question de terminologie.

La définition de poussière totale selon l'article R. 4222-3 est identique à celle de poussière inhalable telle que définie au paragraphe précédent. Dans la réalité de ses effets aérodynamiques et son impact sur la santé, le terme de poussière inhalable devrait être privilégié devant le terme de poussière totale pouvant évoquer un aérosol, comportant un ensemble de particules indéfini.

Dans un souci de clarification, dans tout le Code du travail, les mots : *poussières totales* devraient en conséquence être remplacés par les mots « poussières inhalables ».

#### **Recommandation à l'égard des pouvoirs publics**

##### **Clarification de la terminologie et des champs d'application**

- Abandonner la terminologie « poussière sans effet spécifique », source de confusions, pour désigner et régir réglementairement toutes les poussières qui ne sont pas soumises à une VLEP au titre de la réglementation ACD.
- À la faveur d'un vecteur réglementaire approprié, remplacer, dans toutes les occurrences concernées du Code du travail, les mots : « *poussières totales* » par les mots : « *poussières inhalables* ».

### 2.1.3.2. La notion de poussières sans effet spécifique (PSES)

Les dispositions du Code du travail en matière d'aération assainissement des lieux de travail trouvent leur origine dans deux décrets du 7 décembre 1984 qui ont donné lieu à une circulaire technique du 09/05/85. C'est cette circulaire qui a introduit et défini la notion de poussière sans effet spécifique (PSES ou poussières SES), pour laquelle il n'existe pas, par ailleurs, de définition internationale consensuelle à ce jour. La circulaire indique ainsi que : « Les valeurs mentionnées à cet article (R. 232-1-5) concernent les poussières sans effet spécifique, c'est-à-dire les poussières qui ne sont pas en mesure de provoquer seules sur les poumons ou sur tout autre organe ou système du corps humain d'autre effet qu'un effet de surcharge <sup>6</sup> ».

Cette définition a, depuis, toujours été utilisée et retenue. Force est toutefois de constater que sa base légale est fragile et peut, de manière générale, être mise en question au regard de plusieurs critères :

- ✓ **Sa vétusté en premier lieu.** Si cette circulaire a le mérite d'éclairer utilement l'esprit et le contenu des dispositions réglementaires introduites en 1984 - de nombreux commentaires restent encore pertinents sur le plan technique - elle n'en demeure pas moins incontestablement datée. Elle n'a d'ailleurs pas fait l'objet d'une publication sur le site gouvernemental *circulaires.gouv.fr* et n'est à ce titre pas opposable aux administrés (Cf. article L. 312-3 du Code des relations entre le public et l'administration) ;
- ✓ **Les progrès des connaissances médicales.** Comme l'atteste le paragraphe ci-dessous consacré aux effets des poussières sur la santé (Cf. § 2.2 infra), la notion de « *sans effet spécifique* », entendue comme l'absence de tout effet autre que de surcharge pulmonaire est aujourd'hui très discutable. Elle laisse entendre que seules ces poussières sont soumises aux limites de concentrations de l'article R. 4222-10 alors que de nombreuses poussières, bien que non classées comme ACD ou ne faisant pas l'objet d'une VLEP, provoquent des pathologies avérées. Des poussières dites SES ont basculé ces dernières années vers une reconnaissance de leur potentiel caractère pathogène et la notion apparaît de plus en plus difficile à appliquer avec les aérosols, dont la composition est souvent complexe et pour lesquels le tri entre les poussières à effet spécifique et les autres, en dehors d'un cadre de recherche et à des coûts très importants, est quasiment impossible à réaliser techniquement ;
- ✓ **L'insécurité juridique qu'elle génère.** Le recours à la notion de PSES introduit un doute sur l'assujettissement de certains secteurs d'activité aux limites de concentration prévues par l'article R. 4222-10. Le cas des poussières de farine de boulangerie est typique. Il n'est pas possible de les considérer sans effet spécifique puisque leur caractère allergène est démontré et reconnu. S'agit-il pour autant d'ACD au sens du 2° de l'article R. 4412-2 aux termes duquel, est considéré comme tel « *tout agent chimique qui, bien que ne satisfaisant pas aux critères de classement, en l'état ou au sein d'un mélange, peut présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs en raison de ses propriétés physico-chimiques, chimiques ou toxicologiques et des modalités de sa présence sur les lieux de travail ou de son utilisation, y*

---

<sup>6</sup> Dans son avis du 19 novembre 2019, l'Anses indique que « les particules concernées par la définition des PSES présentent les caractéristiques suivantes :

- insolubilité ou très faible solubilité (...);

- propriété de surface : les PSES ne présentent pas d'activité de surface (ex. propriété oxydo-réductrice ou catalytique telle que la génération d'espèces réactives de l'oxygène, ROS) ;

- ne sont en particulier ni cytotoxiques, génotoxiques, radio-actives, immunogènes ou réactives chimiquement dans le tissu pulmonaire ; elles sont en revanche susceptibles d'exercer une génotoxicité indirecte via un processus inflammatoire (ILSI, 2000) ;

- forme : particulaire et non pas fibreuse ;

- taille : sont exclues, les particules ultrafines, les agrégats et agglomérats de particules nanométriques y compris s'ils sont de même composition chimique que les PSES ».

*compris tout agent chimique pour lequel des décrets prévoient une valeur limite d'exposition professionnelle » ? Si tel est le cas, les poussières de farine seraient un ACD sans VLEP, ce dont il résulterait que, tout en étant reconnues problématiques sur le plan sanitaire, elles ne seraient soumises à aucune limite de concentrations dans l'atmosphère. Le problème se poserait dans les mêmes termes pour d'autres poussières telles que les poussières d'épice ou les panures, etc.*

En conséquence, l'article R. 4222-10 sur les poussières totales et alvéolaires ne faisant nullement référence aux PSES<sup>7</sup>, la commission considère qu'il s'applique à *toute poussière inhalable* et que les limites de concentrations fixées à cet article constituent un socle et un filet de sécurité destiné notamment à s'appliquer dans toutes les situations d'empoussièrement non régies spécifiquement par des VLEP établies au titre de la réglementation sur les ACD.

Cette interprétation converge avec la lecture de l'Anses. Dans son rapport d'appui scientifique et technique remis en novembre 2022 à la commission à la suite de sa saisine pour l'élaboration d'un cahier des charges en vue de la campagne de mesures envisagée, l'Agence a rappelé, dans les mêmes termes que dans son rapport de 2019, que les PSES « *sont définies comme des poussières ne présentant pas d'effet autre que ceux résultant des conséquences d'une surcharge pulmonaire, à défaut d'avoir pu démontrer un effet spécifique. D'autres poussières et plus généralement d'autres substances, exclues des critères de définition des PSES, font alors l'objet de VLEP particulières* » (Anses, 2020). Ainsi, *toute substance sous forme particulaire doit, dès lors qu'elle ne dispose pas de VLEP spécifique, être considérée par défaut comme une PSES, ce qui n'exclut pas des effets spécifiques de certaines poussières ne disposant pas de VLEP propre* ».

En résumé, pour la commission, les poussières visées par l'article R. 4222-10, dites « sans effet spécifique », sont celles qui, dans un aérosol, ne donnent pas lieu à d'autres valeurs telles que les VLEP ACD. Elles ne sont pas dépourvues de danger mais sont néanmoins considérées comme moins préoccupantes que celles donnant lieu à des VLEP ACD, lesquelles sont supposées prévenir de pathologies plus sévères et donc fixer des seuils plus bas.

**La recommandation n°1 du présent rapport, visant à abandonner la terminologie « poussière sans effet spécifique », source de confusions, au profit des mots : « poussières inhalables », pour désigner et régir réglementairement toutes les poussières qui ne sont pas soumises à une VLEP au titre de la réglementation ACD, permet de lever toute ambiguïté.**

## **2.1.4. De quels lieux et locaux de travail parle-t-on ?**

### **2.1.4.1. La notion de lieu de travail**

Rappelons en premier lieu que les dispositions relatives à l'aération/assainissement des locaux de travail sont issues d'un titre consacré aux obligations de l'employeur pour l'utilisation des lieux de travail. Ceux-ci sont définis à l'article R. 4221-1 comme « *les lieux destinés à recevoir des postes de travail situés ou non dans les bâtiments de l'établissement, ainsi que tout autre endroit compris dans l'aire de l'établissement auquel le travailleur a accès dans le cadre de son travail. Les champs, bois et autres terrains faisant partie d'un établissement agricole ou forestier, mais situés en dehors de la zone bâtie d'un tel établissement, ne sont pas considérés comme des lieux de travail* ».

---

<sup>7</sup> Le seul texte de portée normative mentionnant le vocable « poussière sans effet spécifique » est l'arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations de ventilation. Son article 4, qui concerne les seules installations comprenant un système de recyclage, prévoit le contrôle de concentrations en PSES ou autres polluants dans les gaines de recyclage ou à leur sortie.

Une circulaire DRT (Direction des relations du travail, devenue DGT), n° 95-07 du 14 avril 1995, relative aux lieux de travail, apporte l'éclairage suivant : « *cette définition du lieu de travail couvre tous les espaces situés à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments de l'établissement destinés à recevoir des postes de travail, et plus largement où le travailleur a accès dans le cadre de son travail. Il s'agit donc notamment de tous les locaux annexes d'usage collectif, de tous les dégagements et espaces accessibles, et également des postes et espaces de maintenance. Bien entendu, la fréquence d'accès aux zones de maintenance ou aux postes de travail occasionnels permettra d'évaluer, nonobstant l'application de réglementations spécifiques, les dispositions raisonnablement praticables* ».

Il s'ensuit qu'une multitude de configurations spatiales peuvent être rencontrées et que l'application des dispositions relatives aux lieux de travail est indissociable des caractéristiques de ces différents lieux. La référence aux *dispositions raisonnablement applicables* renvoie ainsi à la spécificité bien connue des zones de maintenance ou de certains postes occasionnels (points de contrôle, de prélèvements, de chargement, etc.), pour lesquels la pertinence et l'effectivité de l'applicabilité des prescriptions, notamment pour le cas des poussières, dépendent de la fréquence mais aussi de la durée des expositions dans ces lieux.

#### 2.1.4.2. La notion de local de travail

Au sein de ces lieux de travail, les limites de concentrations en poussières totales et alvéolaires s'appliquent aux « *locaux fermés où les travailleurs sont appelés à séjourner* » (article R. 4222-1) et plus particulièrement aux « *locaux de travail à pollution spécifique* » qui sont définis à l'article R. 4221-3 comme « *les locaux dans lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols solides ou liquides autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine ainsi que locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes et locaux sanitaires* ».

Par opposition, les locaux à pollution non spécifique sont « *les locaux dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires* ». Le terme de *pollution spécifique* est donc sans rapport avec la notion de *poussières à effet spécifique*. Il n'est pas rattaché à des effets pathogènes – tout type de poussière peut être dangereux ou simplement gênant - mais à la nature des polluants (aérosols solides) et à leur origine (autre que celles liées à la seule présence humaine). Le risque de confusion qui résulte du double usage de l'adjectif *spécifique* milite une fois de plus pour l'abandon de la terminologie PSES dans la réglementation.

Par ailleurs, la commission a pu constater que la notion de *local fermé* était elle aussi source de questionnements et pouvait conduire à des interprétations tendant à exclure indûment certains locaux de l'assujettissement aux limites de concentrations en poussières inhalables au motif qu'ils étaient dotés d'ouvertures réduites sur l'extérieur. Dans une logique de prévention, il semble qu'il ne faille pas s'en tenir à une acception stricte de la notion de local fermé et qu'il soit préférable de privilégier la notion de *séjour*. Autrement dit, il importe que le travailleur ne soit pas exposé à des concentrations supérieures aux limites légales dans les locaux où il est appelé à séjourner. S'il n'y séjourne pas, c'est-à-dire s'il ne fait qu'y passer ou y réaliser des opérations ponctuelles, épisodiques ou de faible durée (rondier, etc.), le respect des limites de concentration pourra en effet être satisfait par des mesures organisationnelles et individuelles compensatoires.

Ce point de compréhension est essentiel car une mauvaise lecture du texte contribue à générer des craintes excessives quant aux exigences réglementaires. Il n'est en effet pas demandé à l'employeur d'installer par exemple des dispositifs de captage dans tous les locaux fermés mais dans les locaux fermés où l'on séjourne, c'est-à-dire ceux qui sont occupés durablement. Dès lors, l'employeur qui n'est pas en mesure de garantir, pour des raisons techniques qui seront examinées aux paragraphes

suivants, des seuils de concentration inférieurs aux limites en vigueur au 1<sup>er</sup> juillet 2023 dans un local fermé non occupé ou faiblement occupé, peut agir, moyennant certaines précautions, sur le temps de présence du travailleur exposé dans ce local, de sorte qu'il soit exposé à des seuils inférieurs sur huit heures.

#### 2.1.4.3. Les espaces confinés

Le Code du travail régit de manière particulière les espaces confinés dans lesquels les dispositions de droit commun en matière d'aération/assainissement ne peuvent pas être appliquées alors même que les risques y sont renforcés. Selon l'article R. 4222-23 : « *dans les puits, conduits de gaz, carneaux, conduits de fumée, cuves, réservoirs, citernes, fosses, galeries et dans les lieux où il n'est pas possible d'assurer de manière permanente le respect des dispositions du présent chapitre, les travaux ne sont entrepris qu'après vérification de l'absence de risque pour la santé et la sécurité des travailleurs et, le cas échéant, après assainissement de l'atmosphère et vidange du contenu* ». De plus, pendant l'exécution des travaux, en présence de polluants, la ventilation doit être réalisée suivant les prescriptions de l'article R. 4222-11, de manière à maintenir la salubrité de l'atmosphère et à en assurer un balayage permanent.

Des dispositions particulières sont également prévues en matière de ventilation pour les travaux souterrains lors des chantiers de bâtiment et de génie civil (exemple : percement d'un tunnel, etc.). Les articles R. 4534-43 à R. 4534-49 prévoient notamment que « *la qualité de l'air des galeries souterraines en cours de percement et des puits en cours de fonçage doit être compatible avec la santé et la sécurité des travailleurs* » et que « *lorsque l'aération naturelle d'une galerie en cours de percement est insuffisante, l'assainissement de l'atmosphère est obtenu au moyen d'une installation de ventilation mécanique. Cette installation de ventilation assure au front de taille un débit minimal d'air de vingt-cinq litres par seconde et par homme. L'air introduit est prélevé loin de toute source de pollution* ».

#### 2.1.4.4. Les lieux de travail extérieurs

Dans certaines circonstances, des expositions élevées peuvent exister dans des lieux de travail extérieurs. Selon la commission, les principes généraux de prévention doivent conduire à traiter ces situations à hauteur de ces expositions, quand bien même elles ne seraient juridiquement pas soumises aux nouveaux seuils, de sorte à satisfaire l'obligation de santé et de sécurité de l'employeur, en prenant les mesures de prévention appropriées.

Dans le cas des mines et carrières, la réponse est apportée par le décret n° 2013-797 du 30 août 2013 fixant certains compléments et adaptations spécifiques au Code du travail en matière de poussières alvéolaires. Il indique qu' « *En complément de l'article R. 4222-10 du Code du travail et sans préjudice des articles R. 4412-149 et R. 4412-154, la concentration moyenne en poussières alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur, évaluée sur une période de huit heures, applicable aux lieux de travail se trouvant à l'extérieur, est égale à 5 milligrammes par mètre cube d'air* ».

#### 2.1.4.5. Les dispositions sectorielles

Dans les mines et carrières, les dispositions de santé et sécurité au travail de la partie IV du Code du travail sont applicables. Le Code minier (article L. 180-1) prévoit toutefois qu'elles « *peuvent être complétées ou adaptées par décret pour tenir compte des spécificités des entreprises et établissements relevant des mines et de leurs dépendances* ». Le décret du n° 2013-797 du 30 août 2013 évoqué au paragraphe ci-dessus est une illustration de ces adaptations. Historiquement, la valeur de 5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières alvéolaires dans les mines et carrières avait été fixée dans le titre « *Empoussiérage* » du Règlement général des industries extractives (RGIE). Dans le cadre du travail d'abrogation de ce règlement, qui vise à rattacher les dispositions concernant les mines et carrières aux dispositions de droit commun du Code du travail, ce titre a été abrogé par le décret du 30 août 2013 précité. Ce dernier

faisant un renvoi explicite à l'article R. 4222-10 du Code du travail pour la détermination des limites de concentration en poussières alvéolaires des mines et carrières, que ce soit en intérieur ou en extérieur, le maintien de ce renvoi aurait eu mécaniquement pour effet de rendre la limite de 0,9 mg/m<sup>3</sup> applicable à l'extérieur de ces dernières. Il a été jugé qu'en pratique, une telle réduction posait un problème compte tenu de la difficulté de maîtrise des émissions de poussières en extérieur. Le maintien de la limite de 5 *milligrammes par mètre cube d'air* a donc été expressément confirmé pour les travaux extérieurs dans ces lieux.

La commission, qui a pu constater que sur certains sites d'extraction les travailleurs portaient un masque FFP3 en extérieur en raison de hauts niveaux d'empoussièrement, s'interroge sur la pertinence et les limites de la distinction entre locaux intérieurs et extérieurs, l'évaluation préalable des risques étant somme toute seule à même de déterminer les actions de prévention à déclencher selon les circonstances. Dès lors, elle considère qu'au vu des éléments en sa possession, si un passage de la limite de concentration en poussières alvéolaires de 5 à 0,9 mg/m<sup>3</sup> en extérieur dans l'industrie extractive est souhaitable pour des raisons de cohérence de la réglementation et d'amélioration de la prévention, il ne peut être fait sans une évaluation spécifique de ses implications pratiques dans les entreprises.

Dans le secteur agricole, également soumis au Code du travail, les services de santé et sécurité au travail de la Mutualité sociale agricole (MSA) ne réalisent pas de contrôle de concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux. Ils procèdent en revanche à des actions de sensibilisation et de formation des salariés et des exploitants agricoles. Les cabines des tracteurs agricoles ne constituent pas des lieux de travail en tant que tels, les engins agricoles étant assimilés à des moyens de transport, mais il existe, au titre de la réglementation relative à la conception des véhicules, un chapitre consacré à l'aération des cabines. Les principales actions de la MSA en la matière suivent deux orientations. D'une part, l'aide à l'évaluation du risque, d'autre part, la participation à la recherche sur l'objectivation de l'exposition aux risques et de son retentissement possible sur la santé, où la métrologie est un indicateur d'exposition à confronter à l'approche épidémiologique des effets sur la santé.

## 2.1.5. De quelle métrologie parle-t-on ?

### 2.1.5.1. Prélèvements d'ambiance ou individuels ?

Cette question est au cœur des difficultés de compréhension et d'articulations entre la réglementation aération/assainissement et la réglementation relative aux ACD.

En effet, les VLEP ACD sont associées à des prélèvements individuels et soumis à ce titre à des protocoles de mesures régis par un arrêté du 15 décembre 2009 (cf. § 2.1.5.2 infra). Assimiler les limites de concentration des poussières inhalables à des VLEP revient, dans de nombreuses auditions, à les soumettre à cet arrêté, jugé lourd, inadapté et disproportionné pour des poussières censées dépourvues d'effets.

À l'inverse, les contrôles d'ambiance sont associés à des prélèvements fixes (au poste de travail), ce qui interroge leur représentativité lorsque ce poste est mobile (déplacements du travailleur), et pose la question de l'emplacement des sondes dans un local dont la pollution peut varier considérablement d'un point à l'autre. Quel sens donner et quel sort réserver par ailleurs à un local empoussiéré dont l'atmosphère dépasse les limites de concentration alors qu'il n'est pas ou est très peu occupé ?

La rédaction des textes ne permet pas de répondre aisément à ces questions. L'article R. 4222-10, dans sa rédaction en vigueur à la date de remise du présent rapport, prévoit en premier lieu que « *Dans les locaux à pollution spécifique, les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur, évaluées sur une période de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 7 et 3,5 milligrammes par mètre cube d'air* ». Il est donc question ici des concentrations, évaluées sur huit heures, de l'atmosphère effectivement inhalée par le travailleur, ce qui plaide en faveur d'un prélèvement individuel visant à mesurer l'exposition réelle de ce dernier.

Mais l'article R. 4222-13 prévoit que « *Les installations de captage et de ventilation sont réalisées de telle sorte que les concentrations dans l'atmosphère ne soient dangereuses en aucun point pour la santé et la sécurité des travailleurs et qu'elles restent inférieures aux valeurs limites d'exposition fixées à l'article R. 4412-149* ». On comprend ici que les concentrations concernent l'intégralité du local puisque celui-ci ne doit atteindre les VLEP « *en aucun point* ». Cette notion suscite de nombreux commentaires puisqu'il en résulte que le local pourrait ne pas être conforme dès lors que les concentrations seraient dépassées dans certains points où les travailleurs ne se rendent pourtant jamais. Il en résulterait une obligation de ventilation générale démesurée pour dépolluer des zones non occupées. À l'inverse, les prélèvements pourraient être systématiquement effectués en des points fixes dont il est connu qu'ils sont toujours en deçà des limites alors que les travailleurs évoluent dans des zones plus exposées mais non contrôlées.

Ce même article précise ensuite que « *Lorsque les limites des concentrations mentionnées à l'article R. 4222-10 ne peuvent être respectées en tout point d'un local à pollution spécifique, l'employeur met en œuvre les mesures organisationnelles nécessaires pour que l'exposition des travailleurs ne dépasse pas en moyenne ces limites sur une période de huit heures* ». Il est donc admis que l'ambiance atmosphérique peut ne pas être satisfaisante en tout point du local. Mais alors, c'est la logique de prélèvement individuel qui prime à nouveau puisqu'il est demandé de s'assurer que, via des mesures organisationnelles, le travailleur ne soit jamais exposé sur huit heures à des concentrations dépassant les limites.

Enfin, l'arrêté du 20 décembre 2021 sur les contrôles et mesures permettant de vérifier la conformité de l'aération et de l'assainissement des locaux de travail prescrits par l'agent de contrôle de l'inspection du travail prévoit que « *Les mesures de concentration en poussières fixées à l'article R. 4222-10 du Code du travail sont représentatives de l'exposition des travailleurs évaluée à leur poste de travail. Elles sont réputées satisfaire aux exigences du présent arrêté lorsqu'elles sont réalisées conformément à ...* ». Le texte est donc ici soucieux de la représentativité de l'exposition des travailleurs et s'attache

pour ce faire à une évaluation « à leur poste de travail », ce qui pose la question de la définition du poste de travail. Celui-ci est aujourd'hui une notion très mouvante, qui ne se caractérise pas nécessairement par une localisation géographique figée sur la durée du poste (8 heures, etc.). Ainsi, par exemple, un travailleur conduit à se déplacer fréquemment n'est exposé aux poussières que lorsqu'il se trouve dans certaines zones ou pour réaliser ponctuellement certaines activités. Il respire une atmosphère dont la concentration en poussières est nécessairement différente de celle de ladite zone ou de la même activité durant huit heures.

En résumé, la question de savoir si les mesures de contrôle de concentrations des poussières doivent s'effectuer au niveau individuel (dispositifs de prélèvement supportés par les travailleurs) ou ambiant (prélèvement fixe au poste de travail) est fondamentale puisque, hormis le cas de postes fixes où le salarié est sédentaire (huit heures à son poste de travail), les résultats des mesurages seront, selon le cas, sensiblement différents. L'objectif de prévention (supprimer les poussières) conduit à tout faire pour supprimer ou réduire le niveau d'empoussièrement d'un local mais l'objectif immédiat de protection (respecter les limites de concentration de l'air inhalé sur huit heures par le travailleur) invite à privilégier les prélèvements individuels qui permettent de mesurer ce que le travailleur a effectivement respiré sur la période. Pour autant, les deux approches ne doivent pas s'opposer ni conduire à doubler les obligations mais à les articuler.

La commission estime par conséquent que le débat ne se réduit pas à une alternative « *prélèvement fixe* » versus « *prélèvement individuel* », renvoyant invariablement à la dualité des « *règles régissant les lieux de travail* » et des « *règles régissant la prévention des risques chimiques* ». Selon elle, d'une part il convient de s'assurer que le travailleur n'est pas exposé à des concentrations supérieures aux limites légales au cours de sa journée de travail, d'autre part que les installations de ventilation et de captage mises en place pour ce faire présentent une efficacité suffisante pour garantir le respect de ces limites de concentrations dans la durée. Ces deux préoccupations peuvent s'articuler de manière séquentielle. Une fois les performances de l'installation calibrées pour satisfaire un niveau d'empoussièrement inférieur à ces limites, le contrôle du respect de ces dernières peut découler de la vérification de l'efficacité de la ventilation, sans qu'il soit besoin de procéder à des mesurages de concentration tels que ceux mis en œuvre pour le contrôle des VLEP ACD dont la lourdeur a été maintes fois soulevée lors des auditions. Ces points seront développés plus loin mais conduiront la commission à faire des recommandations de modifications réglementaires.

#### [2.1.5.2. Le contrôle spécifique des « VLEP chimie<sup>8</sup> »](#)

##### [2.1.5.2.1. Un champ d'application circonscrit aux agents chimiques dangereux \(ACD\)](#)

L'arrêté du 15 décembre 2009, relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail, détermine les modalités et méthodes à mettre en œuvre pour le contrôle du respect des VLEP et les conditions d'accréditation des organismes chargés de réaliser ces contrôles. Les VLEP en question sont celles énumérées dans le tableau de l'article R. 4412-149 du Code du travail au titre des dispositions relatives à la protection du risque chimique (valeurs contraignantes) et celles fixées en application de l'article R. 4412-150, figurant sur la liste de l'arrêté

---

<sup>8</sup> La notion de VLEP ne s'applique pas qu'aux ACD. Il existe de nombreuses valeurs limites d'exposition dans le Code du travail (bruit, vibrations, rayonnements, etc.). S'agissant des ACD, le Code du travail définit la VLEP comme, « *sauf indication contraire, la limite de la moyenne pondérée en fonction du temps de la concentration d'un agent chimique dangereux dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur au cours d'une période de référence déterminée* ». La circulaire DGT 2010/03 du 13 avril 2010 relative au contrôle du risque chimique sur les lieux de travail apporte un éclairage : « *La valeur limite d'un agent chimique représente la concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps de référence déterminé, concentration en dessous de laquelle le risque d'altération de la santé est négligeable. La définition réglementaire de la VLEP donnée par le Code du travail reprend la définition fixée au niveau européen. « L'objectif de la VLEP est la protection des travailleurs contre les effets néfastes pour leur santé d'une exposition à des agents chimiques. On considère que l'établissement des VLEP vise à fixer des limites pour l'exposition par inhalation telle que cette exposition, même répétée régulièrement tout le long de la vie professionnelle, n'entraîne à aucun moment des effets néfastes pour la santé des travailleurs. Cependant, le respect des valeurs limites n'implique pas l'absence de risque ».*

du 30 juin 2004 modifié, établissant la liste des VLEP dites indicatives. Pour toutes ces VLEP, l'employeur est tenu de procéder à un contrôle annuel de leur respect. Elles regroupent des agents classés CMR de catégories 1A et 1B, ainsi que les ACD pour lesquels le résultat de l'évaluation des risques ne conclut pas à l'existence d'un risque faible (le contrôle annuel de l'exposition des travailleurs n'est pas requis en cas de risque faible).

De nombreuses autres VLEP ont été établies par voie de circulaire, certaines anciennes, mais elles n'ont pas dans ce cas de portée réglementaire et ne sont donc pas soumises aux obligations de contrôles périodiques. Ces VLEP servent principalement de point de référence pour les entreprises à la recherche de valeurs dans le cadre de l'évaluation de leurs risques, lorsqu'elles mettent en œuvre des ACD ne faisant pas l'objet d'une valeur réglementaire mais effectuent néanmoins des contrôles.

#### *2.1.5.2.2. Une démarche de contrôle visant la représentativité*

L'arrêté du 15 décembre 2009 rappelle qu'une évaluation représentative de l'exposition professionnelle aux polluants est une tâche difficile car :

- Les procédés et produits industriels sont très nombreux ;
- Chaque phase de fabrication peut correspondre à des rythmes de production différents, faire intervenir une grande variété d'agents chimiques et donc présenter des conditions d'exposition spécifiques ;
- La distance du poste de travail par rapport aux sources d'émission et les paramètres tels que l'intensité de l'émission, la ventilation, les variations météorologiques et saisonnières peuvent exercer une influence très marquée ;
- La variabilité spatiale et temporelle des conditions d'exposition est renforcée par celle des pratiques individuelles et du geste professionnel lui-même.

Dès lors, l'arrêté prévoit d'établir une stratégie de prélèvement basée sur plusieurs campagnes de mesures effectuées dans des périodes de temps prenant en compte ces facteurs de variabilité puis de recourir à une interprétation statistique des résultats avec un intervalle de confiance pour évaluer la probabilité de dépassement de la VLEP au cours de l'année.

Le contrôle technique distingue deux étapes :

- L'évaluation initiale de l'exposition ;
- Le contrôle périodique permettant de vérifier que l'exposition est toujours inférieure à la VLEP.

Il repose de manière schématique sur la démarche suivante. Dans le souci de réduire le nombre de mesures d'exposition, le contrôle technique porte sur des Groupes d'Exposition Homogène (GEH) identifiés au sein de l'établissement, c'est-à-dire des groupes de fonctions ou de tâches similaires permettant de justifier de situations d'exposition comparables.

L'évaluation initiale, dans le cas de VLEP 8 heures, comprend trois campagnes de mesures espacées dans le temps, sans que le délai de réalisation entre la première et la troisième campagne soit supérieur à une année. Chaque campagne fait par ailleurs l'objet d'au moins trois mesures d'exposition c'est-à-dire une mesure sur la journée pour au moins trois travailleurs différents au sein de chaque GEH recensé. Ainsi, dans une entreprise ayant un seul GEH, l'organisme de contrôle pourra avoir à réaliser jusqu'à 3X3 soit 9 mesures<sup>9</sup>. Une campagne est réalisée normalement sur un seul jour d'exposition, mais si le GEH ne comporte qu'une ou deux personnes, la nécessité de faire au moins

---

<sup>9</sup> La représentativité des résultats se décline comme suit : de une à deux mesures : pas d'analyse statistique possible ; de trois à cinq mesures : analyse comparative ; à partir de six mesures : analyse statistique simple ; à partir de neuf mesures : analyse statistique robuste ; à partir de trente mesures : analyse statistique dédiée (modélisation). C'est pourquoi l'arrêté prévoit au moins neuf mesures.

trois mesures par GEH entraîne deux ou trois jours de mesurages (par exemple des jours consécutifs s'ils sont représentatifs de l'exposition). Enfin, lorsque des EPI respiratoires sont utilisés, l'exposition contrôlée est celle théoriquement mesurable à l'intérieur de l'EPI. Dans ce cas, la concentration de l'agent chimique mesurée à l'extérieur de l'EPI est pondérée du facteur de protection correspondant à l'EPI employé et indiquée dans les résultats obtenus, calculés après application du facteur de protection.

Chaque fois que cela est techniquement possible, l'exposition est mesurée au moyen d'un échantillonneur individuel placé dans la zone respiratoire du travailleur concerné (prélèvement individuel). Pour la comparaison à la VLEP 8 heures, le prélèvement couvre l'intégralité de la période pendant laquelle l'opérateur est potentiellement exposé que cette durée soit inférieure ou supérieure à 8 heures. Le résultat est ensuite pondéré sur la période de référence de 8 heures.

À l'issue des trois campagnes de mesures, le diagnostic de dépassement de la VLEP 8 heures est établi à partir de l'analyse statistique de l'ensemble des mesures d'exposition réalisées :

- Un diagnostic de dépassement est établi dès la première campagne de mesures lorsqu'une ou plusieurs d'entre elles sont supérieures à la VLEP. L'évaluation initiale est alors terminée et des mesures correctrices doivent être mises en place par l'employeur.
- À l'inverse, un diagnostic de non-dépassement est établi si, lors de la première campagne, toutes les mesures réalisées sont inférieures au dixième de la VLEP ; l'évaluation initiale est alors terminée. Un contrôle périodique est réalisé dans un délai maximum d'une année.
- Si la série de résultats issus de la première campagne ne répond à aucun des 2 cas précités, l'évaluation initiale se poursuit avec la réalisation de deux campagnes supplémentaires.

Lorsque l'évaluation initiale a conclu au respect de la VLEP, elle est suivie d'un contrôle technique périodique au moins une fois par an pour chaque GEH. Pour établir le diagnostic, l'organisme de contrôle cumule les mesures d'exposition issues du contrôle technique périodique avec les mesures d'exposition issue de l'évaluation initiale et interprète les résultats selon une procédure de calcul précisée par l'arrêté.

En pratique, tout contrôle des VLEP réglementaires doit être réalisé par un organisme accrédité par le Cofrac (ou tout autre organisme d'accréditation désigné en application du règlement (CE) n° 765/2008). Il a pour obligation de verser ses données dans SCOLA, base de données gérée par l'INRS, centralisant les données d'exposition et permettant d'avoir une visibilité sur les améliorations apportées dans les entreprises ainsi que d'apprécier l'impact des actions de contrôle et de prévention. Les analyses peuvent être croisées avec celles de COLCHIC, la base de données des Carsat. Ainsi par exemple, sur le formaldéhyde, une corrélation apparaît clairement entre l'abaissement des valeurs et les actions de prévention.

#### *2.1.5.2.3. Une source de confusions à lever*

Comme on l'a vu au paragraphe 2.1.1. d'un point de vue réglementaire, les concentrations fixées pour les poussières inhalables ne sont pas sujettes à l'arrêté de 2009 puisqu'elles ne figurent ni dans les VLEP contraignantes ni dans les VLEP indicatives. Ainsi, même lorsqu'il est procédé à une mesure de concentrations de ces poussières, soit parce qu'il existe un système de ventilation par recyclage, soit parce que l'employeur décide de procéder de sa propre initiative à de telles mesures, celles-ci ne sont pas soumises aux protocoles de l'arrêté de 2009 sus-décrits. L'employeur n'est par ailleurs pas tenu de recourir à un organisme accrédité.

Un arrêté du 20 décembre 2021 fixe par ailleurs les mesures pouvant être prescrites par l'inspection du travail en vue de vérifier la conformité de l'aération et de l'assainissement des locaux de travail. Parmi celles-ci, l'inspecteur du travail peut demander la mesure de concentration en poussières totales

et alvéolaires. L'arrêté renvoie alors, pour la détermination de la méthode applicable, aux conditions fixées par l'arrêté du 8 octobre 1987 susvisé. Celui-ci prévoit que les mesures de concentration en poussières doivent être représentatives de l'exposition des travailleurs évaluée à leur poste de travail et sont réputées satisfaisantes lorsqu'elles sont réalisées conformément à :

- ✓ Pour les poussières totales, soit à la norme NF X43-257 « Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosols à l'aide d'une cassette (orifice 4mm) » d'août 2016, soit à la norme NF X 43-262 « Qualité de l'air-Air des lieux de travail-Prélèvement d'aérosols solides à l'aide d'une coupelle rotative (fraction alvéolaire, thoracique et inhalable) » de mars 2012 ;
- ✓ Pour les poussières alvéolaires, soit à la norme NF X 43-259 « Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement individuel ou à poste fixe de la fraction alvéolaire de la pollution particulaire - Méthode de séparation par cyclone 10 mm » de mai 1990, soit à la norme NF X43-262 « Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosols solides à l'aide d'une coupelle rotative (fraction alvéolaire, thoracique et inhalable) » de mars 2012.

Enfin, dans les mines et carrières, un arrêté du 4 novembre 2013, modifié, relatif au contrôle de l'exposition aux poussières alvéolaires, prévoit que la concentration de ces poussières est contrôlée par un organisme accrédité selon les dispositions de l'arrêté du 20 décembre 2021.

Dans tous ces textes, il n'est jamais fait référence à l'arrêté de 2009. Pourtant, la commission a relevé que cet arrêté est souvent cité et mis en œuvre pour les poussières inhalables. Les mines et carrières, notamment, s'appuient dessus. Les auditions réalisées ont confirmé que les organismes qui réalisent des mesures de poussières inhalables le font en pratique sur la base de l'arrêté de 2009. Cela résulte de l'absence de méthodologie fixée par la réglementation pour prendre en compte la variabilité des concentrations dans l'air et des expositions pour les poussières.

On note en tout état de cause qu'aucune corrélation n'est faite, ou à la marge, entre le contrôle des VLEP chimie et celui de la performance des installations de ventilation prévues dans le chapitre du Code du travail traitant de l'aération/assainissement des locaux de travail et des poussières inhalables. La commission y voit un point d'achoppement et de blocage majeur expliquant l'accueil réservé par la plupart des organisations d'employeurs aux nouvelles limites de concentrations des poussières inhalables. En effet, la procédure de l'arrêté du 15 décembre 2009 sus-décrite, en particulier l'approche statistique et la « règle du dépassement des 10 % » obligeant à procéder à deux nouvelles campagnes de mesures, est jugée unanimement lourde, coûteuse et disproportionnée, *a fortiori* si elle doit être réalisée tous les ans.

Sur le plan juridique, rien n'indique que l'arrêté du 15 décembre 2009 s'applique aux poussières inhalables. La commission estime pour sa part que les poussières inhalables, à raison de leur caractère générique et de leur statut au sein du Code du travail, méritent un arrêté particulier qui permettrait de distinguer le mesurage initial et les contrôles périodiques. Si ce mesurage initial justifie, pour des raisons de représentativité des résultats, une méthode de contrôle s'apparentant à l'approche statistique de l'arrêté de 2009, les contrôles périodiques pourraient être sensiblement simplifiés en s'appuyant sur la vérification de paramètres vérifiant l'efficacité de la ventilation. C'est déjà l'esprit de la réglementation actuelle mais ce n'est pas la manière dont elle est comprise et mise en œuvre aujourd'hui sur le terrain (Cf. Recommandations § 3.2 infra).

## 2.1.6. La place de la normalisation

La commission a demandé à l'AFNOR (Commission AFNOR/X43C sur l'« *Évaluation de l'exposition aux agents chimiques et biologiques sur le lieu de travail*<sup>10</sup> ») - de procéder à une cartographie des méthodes d'essai existantes pour la mesure des poussières inhalables et alvéolaires dites à effet non spécifique. À cette fin, l'AFNOR a travaillé sur les bibliothèques françaises, européennes et internationales.

Plus de 130 documents ont été initialement sélectionnés, puis triés afin d'identifier les normes pertinentes pour le sujet traité. Ces documents ont été classés selon quatre critères :

- Les documents éclairant les définitions d'intérêt ;
- Les normes concernant les exigences de performance (de prélèvement) ;
- Les méthodes de test de performance ;
- Les méthodes d'essai dédiées aux poussières sans effet spécifique et aux autres composés voisins, voire mutualisables.

La commission s'intéressant aux poussières inhalables ou alvéolaires, sans considération de leurs éventuels effets spécifiques, le critère à retenir est la fraction conventionnelle, qui représente l'efficacité de pénétration dans l'organisme en fonction du diamètre de la particule. Ainsi :

- Pour la fraction alvéolaire, les principales méthodes sont la norme NF X43-259 (méthode de prélèvement par cyclone, avec un filtre comme support de prélèvement) et la norme NF X43-262 (prélèvement sur coupelle rotative). La norme NF X43-259 est en cours de révision, parce qu'elle ne propose qu'un dispositif de prélèvement, ce qui ne permet pas de couvrir l'ensemble de la gamme des composés. Elle pourrait donc être ouverte à un ensemble d'équipements présentant des performances acceptables (ces travaux de révision, commencés il y a un an, ont été suspendus et ont repris en mars 2023).
- Pour la fraction inhalable, la norme NF X43-257 ne comprend-elle aussi qu'un dispositif. Cette méthode constituait la méthode la plus universelle et la plus flexible, au regard du type de filtre utilisé. La norme NF X43-262 s'applique également à cette fraction, avec un sélecteur différent.

### COMMISSION AFNOR X43C

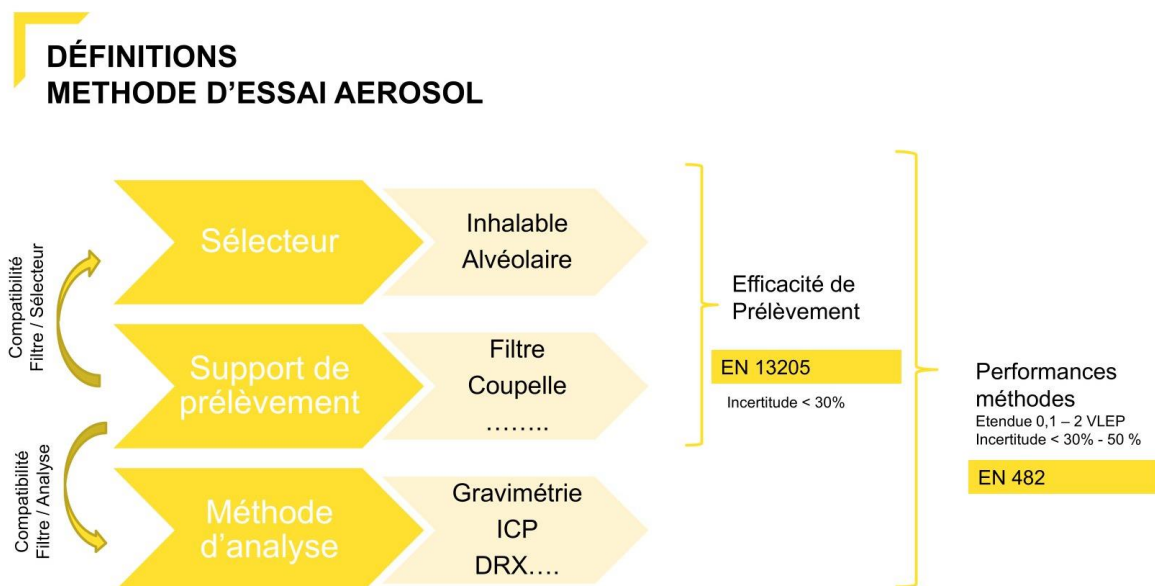
#### ETAT DES LIEUX « NORMES » POUSSIÈRES - NORMES LES PLUS PERTINENTES SELECTIONNEES

1	NF EN 481	20/11/1993	Atmosphères des lieux de travail. Définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air
2	NF EN 482	12/03/2021	Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour déterminer la concentration d'agents chimiques - Exigences élémentaires relatives aux performances
3	FD CEN/TR 15230	01/11/2005	Atmosphères de lieux de travail - Guide pour l'échantillonnage des fractions d'aérosols inhalables, thoraciques et alvéolaires
4	NF X43-261 <sup>(*)</sup>	01/08/1988	Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement à poste fixe et mesurage de la pollution particulaire totale. <small><sup>(*)</sup> Norme citée dans l'Arrêté du 9 octobre 1987 relatif au contrôle de l'aération et de l'assainissement des locaux de travail pouvant être prescrit par l'inspecteur du travail JO du 22 octobre 1987</small>
5	NF X43-257 <sup>(*)</sup>	13/08/2016	Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosol à l'aide d'une cassette (orifice 4 mm) <small><sup>(*)</sup> Norme rendue d'application obligatoire par l'Arrêté du 20 décembre 2004 relatif à la méthode de mesure pour le contrôle du respect des concentrations en poussières de bois dans l'atmosphère des lieux de travail JO du 28 décembre 2004</small>
6	NF X43-262	01/03/2012	Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosols solides à l'aide d'une coupelle rotative (fractions alvéolaire, thoracique et inhalable)
7	NF X43-259	01/05/1990	Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement individuel ou à poste fixe de la fraction alvéolaire de la pollution particulaire. Méthode de séparation par cyclone 10 mm.
8	FD CEN/TR 15547	01/03/2007	Atmosphères des lieux de travail - Calcul de la concentration en fractions d'aérosols liées à la santé à partir de la concentration mesurée à l'aide d'un dispositif de prélèvement ayant des caractéristiques de performances connues
9	FD CEN/TR 16013-1	01/07/2010	Exposition au poste de travail - Guide d'utilisation des instruments à lecture directe pour la surveillance des aérosols - Partie 1 : choix du moniteur pour des applications spécifiques
10	FD CEN/TR 16013-2	01/06/2010	Exposition au poste de travail - Guide d'utilisation des instruments à lecture directe pour la surveillance des aérosols - Partie 2 : évaluation des concentrations de particules en suspension dans l'air à l'aide de compteurs optiques de particules
11	FD CEN/TR 16013-3	01/11/2012	Exposition au poste de travail - Guide d'utilisation des instruments à lecture directe pour la surveillance des aérosols - Partie 3 : évaluation des concentrations de particules en suspension dans l'air à l'aide de photomètres
12	NF ISO 24095	24/12/2021	Air des lieux de travail - Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline
13	NF ISO 15202-1	26/09/2020	Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif - Partie 1 : prélèvement d'échantillons
14	PR NF ISO 10882-1 Version de 2011 annulée - actuellement en conception 09/08/2024 (Prévue le)		Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes. Échantillonnage des particules en suspension et des gaz dans la zone respiratoire des opérateurs. Échantillonnage des particules en suspension

Les performances des méthodes d'essai peuvent être évaluées sur trois volets :

- **Le sélecteur**, qui doit être spécifique aux poussières inhalables ou alvéolaires (à ce jour, aucun sélecteur ne permet de prélever ces deux fractions simultanément. Les nouveaux équipements qui proposent d'identifier ces deux fractions ont des performances limitées) :
- **Le support de prélèvement** : ce peut être un filtre, dont la nature (téflon, quartz...) dépend de l'analyse réalisée. Il intervient peu sur l'efficacité globale du système ;
- **La méthode d'analyse** : la méthode la plus simple est la gravimétrie, utilisée pour les poussières à effet spécifique. La gravimétrie prend en compte toutes les poussières collectées. L'analyse peut être complétée par une analyse de métaux ou de minéraux, avec une technique plus spécifique.

Le sélecteur et le support de prélèvement définissent l'efficacité du prélèvement. Ils font l'objet d'une exigence de performance testée à partir des méthodes de la série des normes NF EN 13205 « Exposition sur les lieux de travail - Évaluation des performances des dispositifs de prélèvement pour le mesurage des concentrations de particules en suspension dans l'air », et basée sur une incertitude inférieure à 30 %. Il est donc demandé aux équipements de mesure « acceptables » de garantir un niveau d'incertitude inférieur à 30 %. En considérant le sélecteur, le support et la méthode, les critères de performance consistent à exiger de la méthode une étendue de mesurage entre 0,1 et 2 fois la VLEP, et une incertitude globale de 30 % au voisinage de la valeur limite, ou de 50 % pour les valeurs basses. Ces exigences sont définies par la norme NF EN 482 : « Exposition sur les lieux de travail- Procédures pour déterminer la concentration d'agents chimiques- Exigences élémentaires relatives aux performances ». Le support de prélèvement présente de nombreuses possibilités. Le filtre doit être compatible avec le sélecteur et la méthode d'analyse. Ainsi, devant la diversité des situations, il semble important de ne pas fermer les méthodes d'essai, afin d'assurer leur adaptabilité à un ensemble de composés et de techniques analytiques, tout en présentant des exigences de performance acceptables.



01.03.2023

Beaucoup de possibilités // Possibilité de contraintes normatives et d'accréditation

Page 11

SOURCE : AFNOR

Enfin, la commission a souhaité instruire la faisabilité de l'hypothèse consistant à permettre d'évaluer en une seule prise les VLEP ACD et les poussières inhalables. Il ressort de l'expertise de l'AFNOR qu'il est possible de mutualiser dans un grand nombre de cas les poussières inhalables et les poussières avec une VLEP spécifique en réalisant un seul prélèvement puis deux analyses successives (gravimétrie puis analyse spécifique). Le sélecteur choisi doit être adapté au type de filtre et présenter un débit suffisant pour répondre aux exigences de performance des deux valeurs limites. Cette pratique est courante et ne pose pas de difficulté pour les minéraux et les métaux.

Les normes existantes permettent déjà de traiter les poussières inhalables et celles à effet spécifique en mutualisant la première partie du prélèvement. Il peut donc être préconisé aux entreprises concernées par les deux catégories de poussières de recourir à cette méthode sans qu'un travail normatif préalable soit requis dans un grand nombre de cas. Il serait toutefois pertinent de rendre ces normes plus flexibles pour qu'elles puissent couvrir l'ensemble des situations et permettre au préleveur d'adapter la combinaison filtre-sélecteur. L'AFNOR pourrait dans un premier temps produire un guide ou des recommandations en vue de lancer une révision des normes existantes (la norme NF X43-259 est en cours de révision et la norme NF X43-262 récemment révisée, n'a pas été publiée dans l'attente de travaux complémentaires). Les laboratoires peuvent aussi recourir à cette méthode via une méthode interne publiée et accréditée.

La commission constate donc que les laboratoires disposent d'une certaine autonomie, et peuvent, dans le contexte des normes actuelles, répondre simultanément aux deux mesures dans de nombreux cas. Les poussières sont ensuite analysées individuellement, en fonction de leurs exigences propres, seule la méthode de prélèvement étant commune.

#### **Recommandation à l'égard des pouvoirs publics**

##### **Simplification et sécurisation des méthodes de prélèvement et d'analyse**

Sécuriser le cadre de mutualisation permettant que les prélèvements opérés pour le contrôle des valeurs limites d'exposition professionnelle ACD et celui des poussières inhalables et alvéolaires soient réalisés en une seule prise.

#### **2.1.7. Le recours à la photométrie**

Un certain nombre d'entreprises et de secteurs, notamment celui des industries extractives, recourt à la photométrie pour mesurer la fraction alvéolaire par diffusion lumineuse sur une plage qui fonctionne de 0 à 200 mg/m<sup>3</sup>. Ce dispositif permet une visualisation des pics de concentrations et met en évidence les variations de la concentration au cours du temps. Utilisé directement sur un opérateur, le photomètre analyse en temps réel l'air chargé de poussières. Il peut également être utilisé pour simuler certaines activités ou pour établir une cartographie. Les données collectées peuvent ainsi être utilisées pour :

- Identifier les zones émissives et définir leur concentration<sup>11</sup> ;
- Définir les tâches exposantes d'une activité donnée (cf. maintenance) ;
- Mettre en évidence les sources d'émission (fuites, etc.) ;
- Déterminer l'utilité d'un appareil de protection respiratoire en fonction des tâches réalisées ;
- Réaliser des études de postes comparatives ;

---

<sup>11</sup> Un exploitant a par exemple recouru au système pour évaluer le temps au bout duquel une émission de poussières ne présentait plus de danger pour intervenir, en effectuant des mesures à différents endroits de son installation afin d'identifier les zones les plus exposées.

- Conduire des actions de sensibilisation, en montrant par exemple que deux personnes effectuant le même travail ne subissent pas les mêmes expositions en fonction du mode opératoire mis en œuvre.

Le photomètre<sup>12</sup> peut être associé à une caméra pour pallier l'impossibilité de noter en permanence ce que fait l'opérateur. L'ajout de la vidéo réduit les interprétations et a en outre une grande portée pédagogique auprès des travailleurs. Il permet de visualiser les situations d'exposition, leur fréquence et leur durée, et de les associer à des activités, des gestes professionnels et des modes opératoires identifiés, ce qui est propice à la prévention<sup>13</sup>.

Au final, la photométrie apparaît avoir toute son utilité en matière de diagnostic et de cartographie mais le fabricant de l'appareil préconise de la compléter par une mesure faite avec le CIP10, en sorte de tenir compte de la réponse photométrique spécifique de chaque aérosol.

## MESURAGE DE LA CONCENTRATION PAR PHOTOMÈTRE



### Caractéristiques

Mesure par diffusion lumineuse de la fraction alvéolaire  
 Plage de concentration de 0 à 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Période d'intégration de 1 seconde à 30 minutes  
 Durée de l'enregistrement 12 heures (pour 1 seconde)

### Avantage par rapport au CIP 10 :

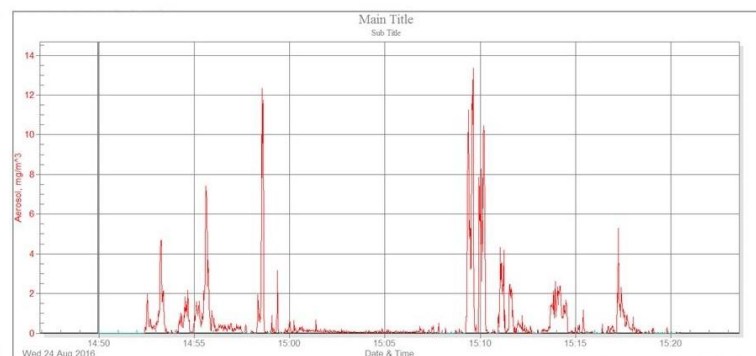
- Lecture graphique
- Visualisation des pics de concentrations
- Possibilité de faire des mesures très courtes
- Mesures illimitées
- Résultats en 15 minutes
- Filmer la mesure pour une vision précise des zones sensibles (lecture de la vidéo et de l'évolution de la concentration en simultanée)



SOURCE : PREVENCEM

## MESURAGE DE LA CONCENTRATION PAR PHOTOMÈTRE

### Visualisation des résultats par graphique simple



SOURCE : PREVENCEM



<sup>12</sup> Le coût d'un photomètre est d'environ 2 300 euros. Les travailleurs peuvent être formés à son utilisation. Certains exploitants effectuent désormais des mesures en toute autonomie.

<sup>13</sup> Les mesures du photomètre ont été comparées avec celles d'un CIP10. Une correction est ainsi appliquée sur la valeur fournie par le photomètre, en sorte de transmettre les résultats les plus exacts possibles.

## MESURAGE DE LA CONCENTRATION PAR PHOTOMÈTRE

### Remplissage de big-bag

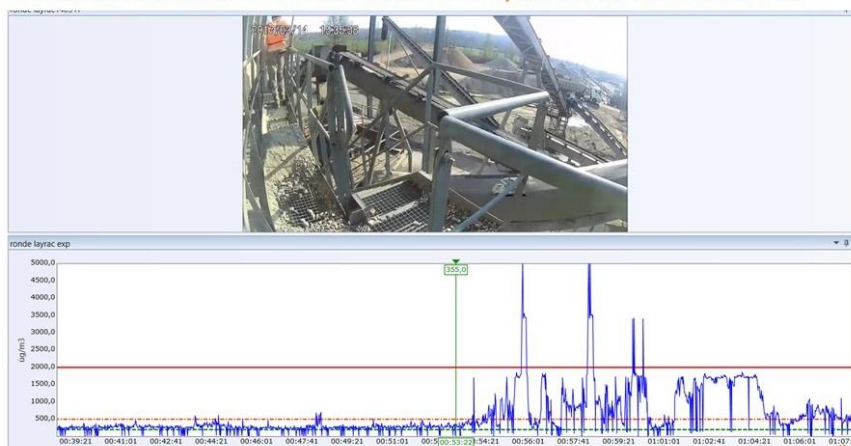


SOURCE : PREVENCEM



## MESURAGE DE LA CONCENTRATION PAR PHOTOMÈTRE

### Visualisation des résultats avec vidéo par lecture simultanée



SOURCE : PREVENCEM



### 2.1.8. Le cas de la formule d'additivité pour la silice cristalline

La réglementation européenne fixe, pour la silice cristalline, une VLEP de 0,1 mg/m<sup>3</sup> dans la directive 2004/37/CE qui couvre toutes les formes de cette substance. Il n'est donc pas nécessaire d'introduire au niveau européen une approche d'additivité pour tenir compte de la différence de toxicité des formes de silice cristalline.

En France, le Code du travail indique que la poly exposition doit être prise en compte mais ne propose pas de moyen pour le faire à l'exception de la silice cristalline alvéolaire et des poussières inhalables qui sont les seules substances pour lesquelles une approche quantitative est demandée. L'article R. 4412-7 prévoit ainsi que « L'évaluation des risques inclut toutes les activités au sein de l'entreprise ou de l'établissement, y compris l'entretien et la maintenance. **Dans le cas d'activités comportant une exposition à plusieurs agents chimiques dangereux, l'évaluation prend en compte les risques combinés de l'ensemble de ces agents** ». Ce principe a été précisé dernièrement avec les décrets d'application de la loi du 2 août 2021, l'article R. 4412-6 prévoyant que, « **Pour l'évaluation des risques, l'employeur prend en compte, notamment : (...) 6° En cas d'exposition simultanée ou successive à plusieurs agents chimiques, les effets combinés de l'ensemble de ces agents (...)** ».

S'agissant de la silice cristalline en présence de poussières inhalables, la règle d'additivité permettant de prendre en compte le risque cumulé de l'exposition du travailleur à trois formes de silice cristalline (quartz, tridymite et cristobalite) et à la poussière inhalable visée par l'article R. 4422-10 a été créée par le décret n°97-331 du 10 avril 1997 relatif à la protection de certains travailleurs exposés à l'inhalation de poussières siliceuses sur leurs lieux de travail. Elle a été recodifiée dans le Code du travail en 2008 aux articles R. 4412-154 et R. 4412-155. La rédaction actuelle est identique à celle de 1997.

L'article R. 4412-154 énonce la formule mathématique permettant le calcul de la VLEP du mélange et l'article R. 4412-155 définit les composantes de la formule. Le principe est de calculer un indice de risque pour chacune des substances en divisant sa concentration par sa VLEP, puis de faire la somme des indices de risques. Cette somme doit être inférieure ou égale à 1.

$$\frac{\text{Concentration en poussière non silicogène}}{\text{VLEP poussière}} + \frac{C_{\text{quartz}}}{\text{VLEP quartz}} + \frac{C_{\text{cristobalite}}}{\text{VLEP cristobalite}} + \frac{C_{\text{en tridymite}}}{\text{VLEP tridymite}} = \text{VLEP}_{\text{mélange}}$$

Les poussières non silicogènes sont les poussières alvéolaires mesurées sans prise en compte des trois formes de silice cristalline.

Exemple : sur un poste de travail sont mesurées les concentrations dans les trois formes de silices et les poussières totales (Tableau 4 ci-dessous)

Tableau 4 : Exemple de mesure des concentrations dans les trois formes de silices et les poussières totales

	Concentration en mg/m <sup>3</sup>	Concentration / VLEP	
Concentration en quartz	0,04	0,04/0,1 =	0,4
Concentration en cristobalite	0,002	0,002/0,05 =	0,04
Concentration en tridymite	0,01	0,01/0,05 =	0,2
Concentration en poussière alvéolaire non silicogène	0,8	0,8 / 5 (VLEP actuelle) = 0,8 / 0,9 (VLEP à venir) =	0,16 0,9
Somme des ratios de risque avec la VLEP poussière actuelle			0,4+0,04+0,2+0,16 = 0,8 Respect de la VLEP
Somme des ratios de risque avec la VLEP poussière Anses			0,4+0,04+0,2+0,9 = 1,5 Dépassement de la VLEP

Le changement du niveau d'une des VLEP des substances prise en compte dans la règle d'additivité, dans le cas présent celui des poussières, a un impact direct sur le résultat de cette règle d'additivité.

Aussi, le décret poussières a-t-il figé la concentration en poussières alvéolaires actuelle dans la formule d'additivité, à savoir 5 mg/m<sup>3</sup> d'air, afin de ne pas impacter mécaniquement de manière prépondérante la formule d'additivité par l'abaissement de la VLEP poussière. Cette solution a vocation à perdurer dans l'attente des résultats de la saisine complémentaire évoquée en tête de ce rapport, adressée par la DGT à l'Anses, et visant à réinterroger la formule.

Il est à noter que la VLEP fixée par l'article R. 4412-154 n'est citée ni par l'article R. 4412-76 fixant les obligations de contrôles des expositions pour les agents chimiques CMR ni par l'article R. 4412-77 fixant les obligations des employeurs en cas de dépassement d'une VLEP contraignante.

### 2.1.9. Les limites de concentrations applicables en Europe

Le tableau ci-dessous dresse une comparaison des concentrations réglementaires des poussières inhalables en Europe.

Tableau 5 : Comparaison des concentrations réglementaires des poussières inhalables en Europe.

<u>PAYS</u>	<u>VALEUR FRACTION INHALABLE</u> <u>mg/m<sup>3</sup></u>	<u>VALEUR FRACTION ALVEOLAIRE</u> <u>mg/m<sup>3</sup></u>
<b>Recommandations Anses</b>	<b>4</b>	<b>0,9</b>
<b>Comparaisons européennes</b>		
Finlande	10	N/A
Slovaquie	10	N/A
Lituanie	N/A	10
Roumanie	N/A	10
Luxembourg	10	6
Suisse	N/A	6
<b>France en 2021</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
Autriche	10	5
Norvège	10	5
Grèce	10	5
Portugal	10	5
Pays-Bas	10	5
Danemark	10	5
Irlande	10	4
Royaume-Uni	10	4
Bulgarie	N/A	4
<b>France au 1<sup>er</sup> janvier 2022 à -30 %</b>	<b>7</b>	<b>3,5</b>
Belgique	10	3
Espagne	10	3
Italie	10	3
Allemagne	10	1,25
Suède	5	2,5
<b>France au 1<sup>er</sup> juillet 2023 à -60 %</b>	<b>4</b>	<b>0,9</b>

SOURCE : DGT

## 2.2. L'état de santé : les effets des poussières sur la santé

### 2.2.1. Toxicocinétique des poussières

#### 2.2.1.1. Pénétration pulmonaire des poussières par inhalation

L'appareil pulmonaire est subdivisé en deux grandes régions : la **région extra-thoracique** comprenant les voies aériennes supérieures (sphère naso-pharyngée), et la **région thoracique, avec sa partie trachéo-bronchique et sa partie bronchiolo-alvéolaire** (appelée poumon profond). Les poumons comportent 300 millions d'alvéoles tapissées chacune de cellules épithéliales alvéolaires : les pneumocytes de type I impliqués dans les échanges gazeux, les pneumocytes de type II capables de métaboliser les xénobiotiques, de permettre le renouvellement des pneumocytes de type I en se différenciant et de sécréter le surfactant.

La **pénétration pulmonaire et la profondeur de la déposition d'une poussière au niveau trachéo-bronchique ou bronchiolo-alvéolaire dans le poumon profond après inhalation, sont conditionnées par ses caractéristiques physico-chimiques, notamment son diamètre aérodynamique** [Andujar et Nemery, 2009].

#### 2.2.1.2. Déposition pulmonaire des poussières

La **déposition des particules dans l'organisme va dépendre de leurs caractéristiques physico-chimiques** (diamètre aérodynamique, forme, charge électrique, masse...). Les mouvements de déposition sont l'impaction, la sédimentation, l'effet électrostatique et la diffusion ou mouvement brownien pour les nanoparticules. En effet, le mouvement brownien fait que les particules oscillent sur elles-mêmes. Ainsi, les poussières de taille de 10 à 100  $\mu\text{m}$  sont retenues au niveau des fosses nasales, celles de 0,1 à 10  $\mu\text{m}$ , appelées également « **particules fines** » pénètrent dans la trachée, les bronches puis les bronchioles et peuvent aller jusqu'aux alvéoles. Les **particules très fines appelées « ultrafines »** (< 0,1  $\mu\text{m}$  ou 100 nm) ou **nanoparticules** se comportent comme un gaz dans l'organisme peuvent se déposer tout le long de l'arbre trachéo-bronchique du fait de leur mouvement brownien [Oberdörster et al, 2005].

#### 2.2.1.3. Clairance pulmonaire des poussières

Il existe trois grands modes de clairance pulmonaire également appelée « épuration pulmonaire ». La **clairance muco-ciliaire**, très rapide dans les 24 premières heures grâce au tapis muco-ciliaire, puis très lente. Il existe ainsi une possible rétention pulmonaire selon les caractéristiques physico-chimiques des particules, notamment pour les particules très peu solubles ou insolubles qui sont dites « biopersistantes ». Il est important de noter qu'il existe un **passage de particules vers le carrefour aérodigestif en lien avec la clairance muco-ciliaire**. Les poussières, les gaz, les vapeurs ou les fumées inhalés dans un contexte professionnel, ainsi que la fumée de tabac, ont un impact sur le bon fonctionnement de la clairance muco-ciliaire. En effet, ces toxiques inhalés causent notamment un remaniement et/ou une destruction de cellules ciliées, avec pour conséquence la survenue à terme d'une bronchite chronique voire une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) (cf. plus loin).

L'**épuration macrophagique** est une rétention des poussières par des cellules phagocytaires liées à leur internalisation à l'intérieur de ces cellules, comme les macrophages alvéolaires. Ce procédé d'épuration pulmonaire touche essentiellement des particules de taille micrométrique et de façon plus anecdotique pour les nanoparticules. En effet, ces dernières du fait de leur très petite taille sont plus volontiers épurées par une rétention intraépithéliale dans les cellules alvéolaires [Oberdörster et al, 2005]. Ainsi, des particules de dimension nanoparticulaire peuvent pour certaines d'entre elles passer dans la circulation sanguine et être distribuées dans différents organes, on parle alors de translocation

systémique [Raftis et Miller, 2019]. Les polynucléaires neutrophiles sont d'autres cellules immunitaires permettant à l'organisme de lutter contre par exemple une infection bactérienne, mais aussi à l'instar des macrophages alvéolaires, de phagocyter des particules. L'**épuration lymphatique** des particules dans le poumon profond est possible grâce au réseau lymphatique allant du poumon profond vers la circulation sanguine *via* des ganglions lymphatiques. Il existe par ailleurs une possible **translocation olfactive** avec un passage des voies nasales vers le système nerveux central, en empruntant de façon rétrograde les nerfs olfactifs (ceci a été montré pour des nanoparticules d'oxydes de manganèse chez l'animal) [Caudle, 2017].

**Au total, il existe :**

- Une **réétention pulmonaire pour une fraction des particules inhalées en fonction de leur caractéristiques physico-chimiques** (taille, solubilité, etc.), **phénomène aggravée par la présence d'une pathologie respiratoire préexistante** (BPCO, asthme, etc.),
- Une **translocation systémique de particules vers d'autres organes** du fait de leur passage au travers de la membrane alvéolo-capillaire et/ou **une translocation olfactive possibles pour les nanoparticules.**

Ainsi, les particules inhalées peuvent exercer localement au niveau pulmonaire des **effets toxiques directs** au niveau pulmonaire par contact direct avec une cellule, associée ou non à une phagocytose de celle-ci par une cellule, comme le macrophage, **associés ou non à des effets toxiques indirects** du fait du relargage par exemple de métaux de transition ou des molécules présents à la surface des particules, avec pour conséquence une cascade inflammatoire (sécrétion de protéines de l'inflammation par des cellules de l'immunité) et/ou un processus de stress oxydatif. Les particules inhalées peuvent exercer des **effets toxiques directs à distance en cas de translocation particulaire**, et/ou des **effets toxiques indirects à distance** par passage dans la circulation sanguine de protéines de l'inflammation par exemple [Puisney et al, 2018]. La rétention pulmonaire est d'autant plus importante qu'il existe une pathologie pulmonaire obstructive préalable comme une maladie asthmatique ou une BPCO.

**Les conséquences biologiques de l'inhalation de particules dans l'organisme vont dépendre de très nombreux paramètres physico-chimiques (taille, solubilité de la particule...), de l'existence de pathologies respiratoires pré-existantes, mais aussi de la dose inhalée** [Riediker et al, 2019].

**La dose inhalée de poussières dépend notamment de l'importance de la concentration en particules dans l'air, de la durée d'exposition, de la ventilation pulmonaire du sujet** (plus importante au cours d'un effort physique) **et de la présence d'équipement de protection collectif et/ou le port de protection individuelle** [Andujar et al, 2011]. La problématique de l'expression de la dose est importante. Du point de vue de la réglementation, l'expression des concentrations en poussières actuellement employées par la réglementation pour les VLEP est la concentration massique. Or, il est important de souligner que dans le domaine des nanoparticules, l'expression de la dose en concentration massique ne permet pas de refléter l'importance en nombre de particules et la surface de contact possible développée engendrant des effets toxicologiques démultiplier par rapport à une concentration massique équivalente si ces poussières étaient micrométriques. En effet, leur dimension nanométrique confère à celles-ci de nouveaux effets toxicologiques à composition chimique égale et structure égale. A tel point que des particules considérées antérieurement comme relativement inerte, comme par exemple la silice amorphe ou le dioxyde de titane dépourvus de VLEP, représente à l'échelle nanométrique un risque émergent pour la santé. Ceci est expliqué par le fait qu'à concentration massique égale, plus la taille des particules est petite, plus le nombre de particules est important et plus la surface particulaire totale développée est démultipliée, avec pour conséquence des effets toxiques plus importants ou nouveaux [Nel et al, 2006 ; Rapport Anses Proposition VLEP

TiO<sub>2</sub>, 2020]. En 2020, l'Anses a proposé pour le dioxyde de titane nanométrique une VLEP en concentration massique restrictive pour mieux tenir compte de ce phénomène. D'autres pays comme la Grande-Bretagne ou les Etats-Unis avaient antérieurement établi des VLEP spécifiques pour les nanotubes de carbone ou le dioxyde de titane nanométrique.

### **2.2.2. Effets sur la santé humaine des poussières**

De manière générale, **les poussières sont toutes considérées comme gênantes ou dangereuses pour la santé humaine**. Il est important de bien garder à l'esprit que toute poussière, quelles qu'elle soit présente la caractéristique de pouvoir fixer des molécules irritantes ou nocives (substances chimiques, vapeurs, fumées ou gaz) présentes dans l'atmosphère de travail, et aggraver sa propre nocivité.

#### **2.2.2.1. Effets dits « spécifiques » des poussières sur la santé humaine**

Comme vu plus haut, les particules inhalées sont à l'origine d'une toxicité directe ou indirecte locale ou à distance par différents processus toxiques cellulaires comme du stress oxydant ou de l'inflammation à des degrés divers en fonction de leur nature, de la dose inhalée et de l'individu, Le stress oxydant peut être à l'origine d'effets délétères sur l'ADN (Acide désoxyribonucléique) et être à l'origine d'une sénescence accélérée, d'un phénomène inflammatoire, voire d'un remodelage tissulaire aboutissant par exemple à des phénomènes de fibrose, d'emphysème, de cancer, d'allergie ou de pathologies dysimmunitaires.

**Certaines particules ont des effets dits « spécifiques » sur la santé humaine bien connus** [Cullinan et al, 2017], avec selon les cas des pathologies non tumorales ou tumorales, avec quelques exemples non exhaustifs ci-dessous.

**Parmi les pathologies non tumorales**, les particules inhalées peuvent à l'origine de **pathologies allergiques respiratoires ou ORL** : asthme, pneumopathie d'hypersensibilité (PHS), rhinite allergique en lien avec une sensibilisation à un allergène, comme la farine de blé (asthme, rhinite) ou les persulfates alcalins (asthme, rhinite), maladie du poumon de fermier ou de l'éleveur d'oiseaux (PHS liées à la présence de moisissures), des **pneumoconioses** (silicose, sidérose, asbestose...), **des pathologies non allergiques ORL** (comme des perforations de la cloison nasale en lien avec une exposition aux poussières de chrome), et des **pathologies extra-pulmonaires**, comme des **pathologies neurotoxiques** à la suite d'une exposition des poussières d'oxyde de manganèse à l'origine de syndrome de Parkinson, ou comme des **pathologies auto-immunes**, en lien par exemple avec la silice cristalline : sclérodermie systémique, lupus érythémateux disséminé, polyarthrite rhumatoïde [Rapport Anses silice, 2019].

**Parmi les pathologies tumorales**, les particules inhalées peuvent à l'origine de **cancers pulmonaires** en lien par exemple avec l'inhalation de fibres d'amiante, ou de particules de silice cristalline, de chrome VI ou de suies de combustion, de **cancers ORL** (cancer de l'ethmoïde en lien avec une exposition aux poussières de bois par exemple).

#### **2.2.2.2. Effets « non spécifiques » ORL et respiratoires des poussières**

**Les poussières inhalées sont à l'origine de gênes ou pathologies oto-rhino-laryngologiques (ORL) et respiratoires sans caractère spécifique du type de poussière**, lié principalement un **phénomène irritatif** dont l'importance est fonction de la concentration en poussière.

La **gêne irritative ORL** peut être caractérisée par des **rhinites irritatives avec des éternuements plus ou moins sales**, avec à terme des **rhinites irritatives chroniques**, des **sinusites chroniques** et/ou une **hyposmie** (perte partielle de l'odorat).

La **gène irritative respiratoire** associe une **toux irritative**, des **expectorations sales** et une **dyspnée**, voire dans des cas extrêmes des phénomènes d'asphyxie ; à terme peuvent survenir une **bronchite chronique** (toux et expectoration plus de 3 mois par an, 2 années consécutives), voire une **BPCO** (pathologie obstructive conduisant notamment à un épaissement des parois des bronches, une diminution de leur calibre, une fibrose péribronchique et une hypersécrétion de mucus), une **fibrose pulmonaire** (production excessive de collagène notamment) ou un **emphysème** (destruction des parois alvéolaires).

Une **gène irritative oculaire** peut également exister à l'origine de kératite irritative associée ou non à une surinfection oculaire.

### **2.2.2.3. Effets de la surcharge pulmonaire**

La **surcharge pulmonaire en particules est la conséquence de l'accumulation de particules libres dans l'appareil respiratoire liée** à une rétention pulmonaire excessive en particules.

La surcharge pulmonaire en particules est un **phénomène déterminant pour les effets pulmonaires des particules inhalées quelles qu'elles soient**. Ce phénomène survient dans le poumon profond, lorsque les macrophages alvéolaires phagocytent des particules, à tel point que leur capacité de phagocytose se retrouve complètement dépassée. **Ce phénomène génère un processus inflammatoire** à l'origine d'une cascade inflammatoire avec une sécrétion de protéines de l'inflammation, appelées cytokines, dont certaines d'entre elles sont chémo-attractantes attirants ainsi d'autres macrophages et d'autres cellules de l'immunité pour migrer vers les bronches et les alvéoles, mais ceci en vain [Oberdörster, 1995]. En effet, les macrophages ne vont pas pouvoir faire face à l'afflux de particules libres et vont s'endommager, puis mourir par apoptose (mort cellulaire programmée, suicide cellulaire) émettant également une cascade inflammatoire. Les particules vont s'accumuler sous forme libre dans le poumon et aggraver la situation, avec un véritable cercle vicieux. L'effet de surcharge pulmonaire appelé « *overload effect* » en anglais peut être à l'origine notamment d'effets pro-fibrosants ou d'effets génotoxiques indirects, admis dans la définition d'une PSES [Schins & Knaapen, 2007 ; Rapport Anses PSES, 2019]. **Cet effet de surcharge pulmonaire peut survenir aussi bien lors d'expositions aiguës et très élevées que faibles et répétées.**

#### **2.2.2.3.1. Effets de surcharge pulmonaire - Données chez l'animal**

Chez l'animal, ce phénomène de surcharge pulmonaire a bien été décrit notamment chez le rat, ceci à des niveaux de concentration très élevés de particules peu solubles ou insolubles et « peu toxiques », avec une rétention pulmonaire en poussières stable dans le temps. Plusieurs auteurs ont montré l'existence d'une inflammation chronique et d'une fibrose pulmonaire, puis successivement une prolifération de cellules épithéliales (hyperplasie), des mutations génétiques, une métaplasie et enfin des lésions tumorales pulmonaires [Morrow, 1988 ; Mossman, 2000]. Un stress oxydant a été également retrouvé lors de surcharges pulmonaires en particules peu solubles en fonction des espèces animales [Mossman, 2000]. En effet, les particules peu solubles et « peu toxiques » sont associées non seulement au développement d'une inflammation, mais aussi d'une fibrogénèse et de la carcinogénèse chez le rat. Les données examinées par Mossman et collaborateurs suggèrent que la production d'oxydants (stress oxydatif) par des particules peu solubles est un facteur clé dans le déclenchement de l'inflammation et la production de chimiokines et de cytokines inflammatoires chez le rat. Ces substances oxydantes et ces protéines inflammatoires provoquent ensuite une hyperplasie des cellules épithéliales pulmonaires (pneumocytes) et des fibroblastes (cellules synthétisant le collagène). La diminution ou l'absence de réponse proliférative aux particules peu solubles chez les souris et les primates, par rapport aux rats, peut se traduire par des différences intrinsèques dans leurs capacités à générer des oxydants ou à réparer les lésions causées par les oxydants ou les dommages à

l'ADN [Mossman, 2000]. En effet, par le passé et plus récemment, plusieurs expérimentations animales sur des poussières antérieurement étiquetées comme des PSES (NB : pouvant contenir des nanoparticules) ont montré le développement par exemple de tumeurs pulmonaires chez les rats (mais pas chez la souris) [Nikula, 2000] pour le dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>) [Lee et al, 1985 ; Heinrich et al 1995 ; Trochimowicz et al, 1985], pour le noir de carbone [Mauderly et al, 1994 ; Nikula et al., 1995; Heinrich et al 1995], pour le talc [NTP et al, 1995] et pour le toner [Muhle et al, 1989 et 1991]. Alors que les toners étaient considérés comme « sans effet spécifique », deux études chez le rat ont montré que les poussières de toner inhalées pouvaient générer un stress oxydant, et être à l'origine de lésions génotoxiques de l'ADN (marqueur 8OHdG), de l'apparition de granulomes pulmonaires et de fibrose pulmonaire [Tomonaga et al. 2017 ; Morimoto et al. 2013]. Il est important de noter que, depuis, certaines de ces particules, considérées comme des PSES à l'époque, ont fait l'objet d'une classification comme agent cancérigène, comme le noir de carbone (IARC : groupe 2B) et TiO<sub>2</sub> (IARC : groupe 2B ; ECHA : catégorie 2), avec une prise en compte uniquement de la survenue de tumeurs pulmonaires chez le rat en réponse à un effet de surcharge pulmonaire. L'autre point à noter est l'absence de prise en compte de la fraction nanoparticulaire dans ces études, sachant que les nanoparticules sont exclues des PSES.

#### ***2.2.2.3.2. Effets de surcharge pulmonaire - Données chez l'Homme***

Chez l'Homme, ce phénomène de surcharge pulmonaire a été démontré, notamment à partir de plusieurs séries autopsiques chez des mineurs de charbon. D'importantes rétentions pulmonaires en particules ont été retrouvées allant de 10,3 à 24,2 mg/g de poumon dans une première étude, et de 12 à 15 mg/g de poumon dans une seconde étude [Mauderly, 1993 ; Kuempel et al. 2001]. La pertinence chez l'Homme de l'importance du phénomène de surcharge pulmonaire en particules associée au cancer du poumon montrée chez le rat a été remise en question, notamment par Warheit et collaborateurs [Warheit et al., 2016]. Toutefois, aucune étude n'a réellement montré que la surcharge pulmonaire en PSES pouvait être à l'origine de la survenue de cancers chez l'Homme à ce jour. En effet, les conditions expérimentales chez l'animal et les réalités d'exposition chez l'Homme diffèrent de façon importante. Basé sur deux publications d'Oberdörster en 1993, un tableau récapitulatif réalisé par Hervé-Bazin permet de comparer les volumes de macrophages alvéolaires [Hervé-Bazin, 2005 ; Oberdörster, 1993a et 1993b]. Chez l'Homme, le volume moyen d'un macrophage alvéolaire est 2,5 fois plus élevé que chez le macrophage alvéolaire chez le rat. Souvent, les rongeurs sont exposés à des doses uniques massives, soit répétées de plusieurs mg, tandis que l'Homme est exposé de façon répétée et chronique sur une période beaucoup plus longue. Les auteurs ont néanmoins conservé la notion d'effet de surcharge pulmonaire pour essayer d'établir, à l'aide de modèles mathématiques, des valeurs à partir desquelles, de façon hypothétique, cette surcharge pulmonaire pourrait être délétère pour l'Homme.

#### ***2.2.2.4. Déclin de la fonction respiratoire chez l'Homme et exposition aux poussières***

Concernant le déclin de la fonction respiratoire évaluée par le déclin du volume expiratoire maximal en 1 seconde (VEMS) lors d'une spirométrie (exploration fonctionnelle respiratoire), il existe très peu de données concernant les PSES au sens strict, du fait que les aérosols particuliers sont ordinairement très complexes. Dans son rapport, l'Anses a retenu des études sur la fonction respiratoire chez des travailleurs exposés à des « poussières à effet spécifique » (aluminium ; poussières de charbon à très bas taux de quartz, de HAP et de métaux ; pental ; dioxyde de titane). La revue de la littérature de Cherrie et collaborateurs rapporte une diminution de la fonction respiratoire chez des salariés exposés à des particules de PVC (-52 mL de la VEMS pour 20 ans d'exposition à 0,7 mg/m<sup>3</sup> moyenne cumulée) ou du noir de carbone (-142 mL du VEMS pour 40 ans d'exposition à 1 mg/m<sup>3</sup> [Cherrie et al, 2013]. À titre comparatif, une baisse du VEMS de -70 ml pour exposition de 20 ans à 30 mg/m<sup>3</sup> est constatée chez les mineurs de charbon exposés notamment à la silice, au charbon (-70 mL du VEMS pour 20 ans

d'exposition à 3 mg/m<sup>3</sup>). Il existe donc une relation entre une exposition aux poussières inhalées et le déclin de la fonction respiratoire, ce qui sous-tend un risque de développement ultérieur d'une BPCO.

### 2.2.3. BPCO chez l'Homme et exposition aux poussières

La BPCO est une maladie respiratoire chronique, insidieuse et lentement progressive et très fréquente, puisque 5 % de la population adulte de plus 40 ans serait atteinte en France soit 3,5 millions de personnes. Elle est caractérisée fonctionnellement par un trouble ventilatoire obstructif irréversible (défini par un rapport VEMS/CVF (capacité vitale forcée) < 70 % après administration de bronchodilatateur) et histologiquement par une métaplasie épithéliale, une hypersécrétion de mucus, un épaissement de la paroi musculaire lisse, une fibrose péribronchique et une diminution du calibre bronchique [Agusti et al, 2023a]. La BPCO est souvent associée à une destruction d'alvéoles, appelée emphysème pulmonaire, mais aussi à des atteintes systémiques à distance indépendamment du tabagisme, son principal facteur causal (cancer bronchique, ostéoporose, sarcopénie (perte musculaire), maladies cardio-vasculaires maladies métaboliques comme le diabète notamment) [Agusti et al, 2023b].

La principale étiologie de la BPCO est sans conteste le tabagisme actif comme dit précédemment, mais il existe indéniablement d'autres étiologies comme la grande prématurité, des infections virales respiratoires dans l'enfance, le tabagisme passif, l'exposition à la pollution atmosphérique ou la pollution de l'air intérieur (cuisine à foyer ouvert), des facteurs génétiques (déficit en  $\alpha$ 1-antitrypsine par exemple), et des facteurs professionnels (exposition aux gaz, poussières organiques/minérales, vapeurs et fumées (GPVF)). **Les relations épidémiologiques entre une exposition professionnelle antérieure à des poussières et la survenue d'une bronchite chronique et/ou d'une BPCO sont les mieux établis et indéniables** (par rapport aux gaz, fumées et vapeurs) **dans la littérature scientifique** [Yang et al, 2022]. Les facteurs professionnels (GPVF) représentent à eux seuls environ 14 % de la fraction de risque attribuable (FRA) d'une BPCO, c'est à dire que 14 % cas de BPCO sont directement lié aux facteurs professionnels (GPVF) que le sujet ait une intoxication tabagique [Blanc et al, 2019]. Si cette FRA internationale est appliquée de façon abrupte, en France, l'estimation du nombre de cas prévalents de BPCO d'origine professionnelle chez les adultes de plus de 40 ans (y compris les retraités, tout régime de protection social confondu), serait d'environ 490 000 cas, chiffre à prendre avec prudence. Le rapport au parlement et au gouvernement de la Commission instituée par l'article L. 176-2 du Code de la sécurité sociale, portant sur l'« Estimation du coût réel pour la branche maladie, de la sous-déclaration des accidents du travail et des maladies professionnelles » en juin 2017, estime la prévalence de la BPCO d'origine professionnelle entre 18 000 et 54 000 sujets BPCO en âge de travailler et affiliés au régime général de la Sécurité sociale (RGSS), soit 1 à 1,5 % de la population des 17,9 millions de salariés au RGSS en 2015 [Rapport Commission sous-déclaration AT/MP, 2017].

Les **principaux secteurs professionnels à risque avéré de BPCO** sont l'industrie minière et d'extraction, le bâtiment et les travaux publics, le secteur des fonderies-sidérurgies, l'industrie textile (coton, chanvre, jute, soie notamment), le milieu céréalier (ouvriers des silos), la production laitière et l'élevage des porcs. **D'autres secteurs ou activités professionnels sont associés à un risque probable ou possible de BPCO**, comme les cimenteries et les travaux du bois, de soudage et d'usinage des métaux, ou l'exposition à des fumées de gaz d'échappement de fumées de moteurs Diesel notamment [Andujar et Dalphin, 2016].

#### 2.2.4. Effets combinés de la fumée de tabac et des poussières inhalées chez l'Homme

**Des effets synergiques entre la fumée de tabac et l'exposition à des toxiques inhalés GPVF ont été montrés essentiellement pour le déclin de la fonction respiratoire, la bronchite chronique ou la survenue d'une BPCO.** En effet, à titre d'exemple, une étude cas-témoins chinoise chez des 712 ouvriers de deux cokeries chinoises et 200 sujets témoins a montré cette synergie, avec une augmentation statistiquement significative du nombre de cas de bronchite chronique et un déclin du VEMS avec une relation dose-effet en fonction de l'exposition cumulée, avec pour le déclin du VEMS les résultats suivants : un Odds Ratio (OR) de référence à 1 pour les sujets non-fumeurs et non-exposés aux poussières, un OR à 5,9 [Intervalle de confiance à 95 % (IC95%) : 1,2 -29,3] pour les sujets les plus fumeurs et non-exposés aux poussières, un OR à 7,5 [IC95% : 1,1-50,9] pour les sujets non-fumeurs et les plus fortement exposés aux poussières et un OR à 58,1 [11,1-305,1] pour les sujets les plus fumeurs et les plus fortement exposés aux poussières [Hu et al, 2006]. De même, une étude cas-témoins nichée dans l'étude FLOW (Function, Living, Outcomes & Work) a permis, à partir de 1202 sujets atteints de BPCO âgés de 40 à 65 ans et 742 sujets témoins appariés sur l'âge, le sexe et l'ethnie, d'observer un effet synergique du tabagisme et de l'exposition professionnelle aux GPVF pour le risque de survenue de BPCO, avec les résultats suivants : un OR de référence à 1 pour les sujets non-fumeurs et non-exposés aux GPVF, un OR à 2,0 [IC95% : 1,3-3,1] pour les sujets non-fumeurs et -exposés aux GPVF, un OR à 6,7 [IC95% : 4,6-9,8] pour les sujets fumeurs et non-exposés aux GPVF, et un OR à 14,1 [9,3-21,2] pour les sujets fumeurs et exposés aux GPVF [Blanc et al, 2009a]. De plus, point très intéressant du point de la prévention en milieu de travail, à partir de la compilation des données de 3 cohortes (17 pays et 19094 sujets), les auteurs ont montré qu'une baisse de 5,4 % de la prévalence du tabagisme ou une baisse de 8,8 % des expositions professionnelles aux GPVF permettraient de diminuer de 20 % du nombre des BPCO au niveau mondial avec une prévalence de la BPCO passant de 3,4 à 2,7 % [Blanc et al, 2009b].

#### 2.2.5. Données épidémiologiques à partir de cohortes françaises

La Commission a auditionné Mme le Pr Marie ZINS et M. le Pr Marcel GOLDBERG au sujet de la cohorte épidémiologique « Constances » (CONSULTANTS des Centres d'Examens de Santé). Cette cohorte a été structurée de manière à favoriser le partage des données autour de la santé au travail. A cet égard, elle s'appuie sur un groupe d'experts très important, ainsi que sur l'agence Santé Publique France. L'objectif était de constituer une plateforme polyvalente au service de la recherche de santé publique et de la recherche biomédicale. Le ministère de la Santé a soutenu la démarche afin de répondre à des enjeux de santé publique. De grande dimension, « Constances » doit permettre de réaliser des études sur toutes les maladies et tous les facteurs de risque. Elle s'articule autour de nombreux domaines de recherche : surveillance épidémiologique, analyses de l'étiologie des maladies, définition de marqueurs précoces, étude des effets indésirables des médicaments, évaluation des services de santé. La cohorte « Constances » est une infrastructure du ministère de la Recherche, avec une gouvernance s'appuyant sur un conseil scientifique international pour l'évaluation des projets, et un comité de pilotage institutionnel (Inserm, Caisse nationale d'assurance maladie (Cnam), Caisse nationale d'assurance vieillesse (Cnav), Université de Paris Saclay, Université de Paris Cité, Université Versailles Saint-Quentin), ainsi que le comité éthique de l'Inserm. La cohorte « Constances » a été financée dans le cadre des investissements d'avenir à hauteur de 50 millions d'euros, mais la Caisse nationale d'assurance maladie (Cnam) demeure le financeur principal. La cohorte a fait l'objet de plus d'une centaine de collaborations au niveau national et international (programme de travail en cours avec le Centre international de recherche contre le cancer, et dernier partenariat institutionnel français, dont le dernier en date avec la Haute Autorité de Santé). La cohorte est sans réel équivalent sur le plan international, sachant que la cohorte britannique UK BIOBANK a très peu de données en santé au travail.

Cette cohorte est constituée d'un échantillon aléatoire de 220 000 volontaires conçu de telle sorte à pouvoir calculer des prévalences non biaisées [<https://www.constances.fr/>]. La population est âgée de 18 à 69 ans à l'inclusion (inclusion réalisée entre 2012 et 2019), les volontaires étant suivis à partir des centres d'examen de santé de la Sécurité sociale, lesquels sont ouverts à toute personne affiliée au RGSS (les travailleurs indépendants et les agriculteurs en sont donc exclus, sauf si changement de régime de protection sociale à l'inclusion). Dès l'inclusion, les volontaires doivent remplir un certain nombre de questionnaires, dont un autour de la santé au travail. Le suivi se fait par le biais de questionnaires en ligne et par appariement à deux bases, à savoir le Système national de données de santé (SNDS) (pour un suivi depuis 2007) et l'Assurance retraite (pour un suivi depuis le premier emploi). Chaque sujet bénéficie d'un examen de santé tous les 5 ans et répondent à des questionnaires tous les ans comportant des données de santé et des données professionnelles, notamment. Comme une personne volontaire ne présente pas les mêmes problèmes de santé et n'appartient pas toujours à la même catégorie sociale qu'une personne non volontaire, une cohorte de référence de 400 000 personnes a également été mise en place. Ces personnes sont suivies *via* le SNDS et l'Assurance retraite avec le même niveau de profondeur. Parmi les données recueillies figurent des données de base (consommation d'alcool et de tabac, activité physique, poids, taille, etc.), mais aussi des données plus spécifiques (exposition professionnelle, environnement, tests des fonctions cognitives, etc.).

Concernant en particulier les risques professionnels, l'objectif étant de créer une sorte d'observatoire s'appuyant sur les données de la cohorte « Constances ». D'une manière générale, la plupart des catégories socioprofessionnelles sont représentées, y compris des travailleurs manuels exposés à des nuisances physiques ou chimiques, dont les poussières. De même, les secteurs économiques représentés affichent une grande diversité. Lors de l'inclusion, les volontaires doivent remplir un certain nombre de questionnaires, dont un sur l'exposition professionnelle telle que rapportée par les intéressés, et ce sur leur vie entière. Tous les risques sont couverts : physiques, chimiques, biomécaniques, biologiques, organisationnels, etc. Un deuxième volet du questionnaire porte plus particulièrement sur l'emploi occupé au moment de l'inclusion. Toujours à l'inclusion, les volontaires doivent compléter un calendrier professionnel retraçant l'ensemble de leur carrière, avec une description des emplois occupés (en précisant le secteur d'activité et le type de contrat). A ce stade, environ 200 000 calendriers professionnels ont été complétés, qui couvrent près de 600 000 épisodes professionnels. Ces calendriers seront appariés avec des matrices emplois-expositions, dont celles du programme Matgéné de l'agence Santé Publique France, mais aussi des matrices développées à l'international, comme la matrice canadienne CANJEM qui couvre 256 nuisances, dont l'exposition aux poussières organiques et aux poussières minérales. Grâce à l'appariement aux bases de données de la Cnav, toutes les périodes de travail sont connues, avec le type de contrat et la liste des employeurs, de même que les périodes d'interruption (grossesse, maladie, chômage). Par ailleurs, le consortium EPHOR centré sur les risques professionnels au niveau européen est en train de développer une matrice européenne. La jeune cohorte « Constances » représente un atout majeur en santé au travail de par son importance, sa robustesse et sa richesse en données professionnelles. Elle a pour ambition de créer un observatoire des risques professionnels en y associant les principales institutions concernées — DGT, Anses, branche Accidents du travail/Maladies Professionnelles (AT/MP), Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares), notamment.

**A la demande de la Commission, des travaux préliminaires ont été effectués sur l'exposition aux poussières à partir du questionnaire sur l'exposition professionnelle en vie entière et les données de santé ORL et respiratoire.** Ces résultats doivent être appréciés avec prudence, car ils portent sur l'ensemble de la carrière professionnelle et reposent sur des données déclaratives, mais avec le système de cohorte de référence permettant tout de même de corriger la sous-représentation des catégories les moins favorisées dans la cohorte « Constances ».

Les **résultats préliminaires permettent** de dresser un premier aperçu des données d'exposition aux poussières et de leur impact sur la santé respiratoire (BPCO) et ORL (rhinite) à partir de 85 480 participants après application de critères d'exclusion (exclusion des sujets ayant peu ou pas travaillé,

avec une PCS inexploitable, notamment). La sélection des participants par sondage se veut représentative de l'ensemble des affiliés au RGSS. Toutefois, la participation à cette cohorte s'effectue sur la base du volontariat. La composition de la cohorte ne s'avère donc pas strictement représentative de la population. Certaines catégories, comme les gros fumeurs ou les ouvriers, participent moins. Ainsi, un important travail statistique a permis d'obtenir des prévalences pondérées ou corrigées, représentatives de la population cible, c'est-à-dire les salariés du RGSS, qui constituaient 86 % de la population française lors de la mise en place de Constances. Toutefois, ces prévalences peuvent uniquement être obtenues de manière générale ou en fonction de l'âge ou du sexe.

Les résultats préliminaires à partir de prévalences pondérées montrent que **les hommes s'avèrent plus exposés que les femmes pour toutes les catégories d'exposition et tous les âges**, ce qui semble cohérent avec la nature des emplois occupés. **L'exposition à tout type de poussière atteint 20 % de manière générale et est de 30 % chez les hommes. Pour les poussières issues de matériaux de construction ou de métaux, la prévalence d'exposition est de 13 % chez les hommes, mais celle-ci est 6 à 7 fois moins élevée chez les femmes.**

**Si l'on considère les tranches d'âge, les prévalences d'exposition aux poussières s'avèrent moins élevées avant 40 ans qu'après, et celles-ci restent proches pour les tranches 40-59 ans et plus de 60 ans.** Cependant, il est à noter que ces résultats doivent être interprétés avec prudence, car ils ne représentent que l'exposition considérée de façon binaire « oui/non ». En effet, une personne plus âgée peut présenter davantage de risque d'être exposée qu'une personne plus jeune, car elle a pu occuper un plus grand nombre de postes. L'exposition associée à un poste donné évolue également dans le temps.

**Les sujets issus de secteurs d'activité comme la construction ou les industries déclarent des prévalences d'exposition pour plus d'un tiers d'entre eux.** Cet effet lié à la catégorie socio-professionnelle (CSP) se retrouve également dans la **forte exposition des ouvriers, qui sont 68 % à déclarer une exposition à l'inclusion.** Les employés, artisans et professions intermédiaires présentent des prévalences d'exposition comprises entre 27 et 30 % chez les hommes. Les cadres s'avèrent moins exposés de façon attendue. Il est important de noter que la CSP retenue est la CSP au moment de l'inclusion ou la CSP maximale pour les retraités. Ainsi, parmi les cadres, certaines personnes peuvent avoir travaillé comme ouvriers à un moment de leur vie.

La CSP présente un fort gradient avec le niveau d'études. **Les ouvriers sont généralement les mêmes que les personnes avec un niveau d'étude inférieur au bac, pour lesquelles la prévalence d'exposition atteint 50 %.** Celle-ci descend à 30 % pour les bac à bac+2 et à 11 % pour les bac+2 et plus. Il convient également de prendre en compte le cumul plus fréquent chez les ouvriers de comportements de santé défavorables. Y figurent ainsi davantage de gros fumeurs ou de personnes en surpoids.

Sur les 85 480 participants, environ 9600 sujets présentent une BPCO, soit plus de 11 %. Sur les 53 000 personnes de plus de 40 ans, 7400 présentent une BPCO, soit 13 %. Après analyse multivariée et prise en compte de ces facteurs de confusion (tabagisme, antécédent d'asthme, notamment), le **sur-risque de survenue d'une BPCO est de +38 % chez les hommes avec au moins une exposition aux poussières dans leur carrière sur leur vie entière, de +19 % chez les hommes exposés aux poussières de métaux et de 40 % chez les hommes exposés aux poussières issues de matériaux de construction.** Les mêmes tendances se retrouvent chez les femmes mais de façon non statistiquement significative pour les poussières issues de matériaux de construction et de métaux.

Sur les 85 480 participants, environ 40 000 sujets présentent une rhinite, soit plus de 48 %. Après analyse multivariée et prise en compte de ces facteurs de confusion (âge, toux chronique, asthme, niveau d'étude et l'exposition à d'autres produits), le **sur-risque de survenue d'une rhinite est de +26 % chez les hommes avec au moins une exposition aux poussières dans leur carrière sur leur vie entière.** Des vérifications s'avèrent nécessaires, car la population présentant une rhinite allergique se

confond avec la population asthmatique, qui pourrait induire un sur-ajustement. Néanmoins, les résultats obtenus pour la rhinite demeurent cohérents avec ceux de la BPCO. **Chez les femmes, des résultats similaires sont retrouvés chez les femmes, avec +33 % chez celles ayant au moins une exposition aux poussières dans leur carrière sur leur vie entière.** Comme pour la BPCO, les résultats chez les femmes demeurent statistiquement non significatifs pour la poussière de métaux et issues de matériaux de construction. D'autres facteurs associés comprennent l'asthme ou l'exposition aux autres produits chimiques. Les limites restent identiques à celles de la BPCO.

Il est important de noter que pour ces deux pathologies (BPCO et rhinite) les facteurs de confusion associés dans la littérature sont bien retrouvés, ce qui tend à valider le modèle employé. Toutefois, les facteurs liés à l'inclusion n'ont pas nécessairement été pris en compte parmi les biais de confusion, ce qui pourrait engendrer un biais non différentiel et amener à sous-estimer les résultats.

**Nota bene :** Il est à noter que la **cohorte française Coset-MSA** (Cohorte de surveillance épidémiologique en milieu de travail - Mutualité sociale agricole) de l'agence Santé publique France et de la Caisse centrale de la mutualité agricole (CCMSA), est complémentaire sur le plan de l'affiliation aux organismes de protection sociale, et comportant des données de santé et des données professionnelles, particulièrement intéressantes également pour la question de l'impact sur la santé respiratoire des poussières. La **cohorte Coset-MSA** concerne les affiliés du régime agricole et est basée sur un consortium multi-partenarial : Santé publique France, MSA, Agence pour la biodiversité (ministère de l'Environnement), Ministère du Travail et Ecophyto [<https://www.coset.fr/>].

### Définition d'une PSES dans le rapport ANSES

Dans le rapport de l'Anses, les PSES sont définies comme des « poussières » (donc solides) présentant les caractéristiques physico-chimiques suivantes :

- 1) **Insolubilité ou très faible solubilité.** Par convention, un composé sera dit « pratiquement insoluble » ou insoluble si sa solubilité est inférieure en proportion à 1/10.000 (CRC, 2016). Différents facteurs influencent la solubilité : la nature du solvant, les réactions d'oxydoréduction, la surface spécifique (granulométrie), la température, le pH, la durée d'exposition au solvant, la vitesse d'agitation ou de renouvellement du milieu... Dans le cas des PSES, la détermination de la solubilité dans un solvant sera mieux appréciée en tenant compte du contexte pulmonaire : ex. choisir des surfactants de synthèse ou d'origine animale plutôt que de l'eau.
- 2) **Propriété de surface :** les PSES ne présentent **pas d'activité de surface** (ex. propriété oxydo-réductrice ou catalytique telle que la génération d'espèces réactives de l'oxygène, ROS).
- 3) **Forme particulaire et non pas fibreuse.**
- 4) **Taille :** sont **exclus, les particules ultrafines, les agrégats et agglomérats de particules nanométriques »**

« En particulier, les PSES :

- 1) **sont composées d'agents chimiques qui n'ont pas de VLEP spécifiques applicables ;**
- 2) **sont insolubles ou très faiblement solubles dans l'eau ou les fluides biologiques notamment le fluide pulmonaire ;**
- 3) **ne sont en particulier ni cytotoxiques, génotoxiques, radioactives, immunogènes ou réactives chimiquement dans le tissu pulmonaire ; elles sont en revanche, susceptibles d'exercer une génotoxicité indirecte via un processus inflammatoire (ILSI, 2000).**
- 4) **Les particules ultrafines issues de procédés ou manufacturées ainsi que leurs agrégats et agglomérats sont exclus** de ce groupe en raison de leurs propriétés spécifiques (probables ou avérées) y compris s'ils sont de même composition chimique que les PSES ».

A défaut, la poussière est dite à « effet spécifique ». Ainsi, de façon théorique, deux types de poussières sont décrits en fonction de leurs types d'effets sur la santé, les **poussières dites « à effets spécifiques »** (PES) et les **poussières dites « sans effets spécifiques »** (PSES). **Les PES ont, en plus de leurs effets spécifiques, les mêmes effets non spécifiques que les PSES.**

**La définition d'une PSES n'est pas un réel consensus au niveau international**, il existe en effet de grandes disparités avec bien souvent peu de détails sur la nature chimique, physique et toxicologique de la poussière considérée [ILSI 2000 ; Greim et al. 2001 ; NIOSH 2011 ; MAK 2014 ; ECHA 2017]. La notion de « solides peu solubles » est certes la plus employée dans la littérature scientifique et réglementaire. Cependant, cette notion soulève toujours de nombreuses questions. En effet, certains auteurs parlent de « faiblement toxique et faiblement soluble » [Morrow, 1988], d'autres de « faiblement solubles » [Pauluhn, 2014], certains évoquent même des « particules biopersistantes à effets spécifiques non connus » [Morfeld et al, 2015] et « particules granulaires biopersistantes » [MAK 2014] et, enfin d'autres parlent de particules « non classées par ailleurs » [<https://www.acgih.org/appendix-b/>], etc.

Un groupe de travail international sur le « danger et risques des PSES » s'est réuni en 2019 avec un soutien financier par des partenaires industriels. Il a réuni un panel international de 23 experts toxicologues de renom spécialistes des effets particuliers sur la santé. Les experts ont souligné la nécessité d'une réévaluation des lignes directrices pour l'évaluation et la classification des particules inhalées, en tenant compte de l'état des connaissances scientifiques sur la surcharge pulmonaire en particules ainsi que des définitions, des orientations et des opinions consensuelles du groupe d'experts et une réévaluation des classifications de danger des PSES pour déterminer si elles restent appropriées [Driscoll & Borms, 2020].

## Conclusion :

Au total, au-delà de la définition des PSES qui n'apparaît pas consensuelle, la notion théorique de PSES pose plusieurs questions d'ordre scientifique, technique et pratique :

- 1) Le fait qu'une PSES puisse être reclassée en PES en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques ou d'une reconsidération de la définition d'une PSES apparaît louable. Cependant, quels sont les critères scientifiques qui permettront en pratique d'opérer ce point de bascule ? Existe-t-il un risque d'inertie en termes de temporalité entre l'évolution des connaissances scientifiques, le reclassement de la PSES en PES et l'impact réel en milieu de travail ?
- 2) Dans l'immense majorité des cas, un aérosol particulaire dit poly-dispersé, c'est-à-dire avec un spectre large granulométrique avec des particules de taille très différente allant de quelques dizaines de nanomètres (nm) à 100 micromètres ( $\mu\text{m}$ ). Ainsi, un aérosol particulaire étant que très rarement mono-dispersé, c'est-à-dire comportant des particules de taille strictement identique, il ne semble pas garanti qu'un aérosol d'une PSES ne comporte pas une fraction significative de particules ultrafines (PUF), sachant que celles-ci ne sont pas mesurées dans la réglementation ? Or, les PUF sont exclues dans la définition d'une PSES.
- 3) Concernant la métrologie d'un aérosol particulaire complexe contenant des PSES, comment distinguer les PSES des PES et mesurer en pratique les PSES dans un tel aérosol ?
- 4) Comment tenir compte du fait que toute poussière, qu'elle soit une PES ou une PSES, présente la caractéristique de pouvoir fixer des molécules irritantes ou nocives (substances chimiques, vapeurs, fumées ou gaz) présentes dans l'atmosphère de travail, et aggraver sa propre nocivité ?
- 5) La surcharge pulmonaire de PSES chez l'animal peut être à l'origine d'un processus inflammatoire et d'un stress oxydatif pouvant être à l'origine d'effets génotoxiques indirectes et donc possiblement d'une pathologie pulmonaire tumorale, ou à l'origine d'une BPCO notamment, avec ainsi un impact sur la santé respiratoire très notable, ce qui pose la question *in fine* de la pertinence pratique de faire ou non le distinguo entre poussières inhalables et PSES étant donné le retentissement potentiel.

### **Recommandation à l'égard des pouvoirs publics**

#### **Amélioration des connaissances**

Approfondir, *via* des études complémentaires, les connaissances toxicologiques et épidémiologiques sur les poussières inhalables, en particulier sur les poussières nanoparticulaires et leur impact sur la santé.

## 2.3. Recueils sur la réalité des expositions en contexte professionnel

### 2.3.1. Du point de vue des acteurs intervenant dans l'entreprise

#### 2.3.1.1. Des expositions globalement peu documentées

La commission s'est enquis dans un premier temps de la manière dont les institutions et organismes en charge du contrôle, de la vérification, du conseil ou de l'installation dans le domaine de l'aération/assainissement des lieux de travail s'emparaient ou étaient saisis de la problématique des poussières inhalables. Elle s'est penchée, à travers ses auditions, sur les pratiques du terrain, qu'elle a tentées d'objectiver en les croisant avec les données d'expositions disponibles. Il en ressort un faible niveau d'interventions ou de sollicitations des différents acteurs sur le champ spécifique des poussières inhalables, qui peut être expliqué de diverses manières et ne permet pas de déduire une absence de problèmes ou de préoccupations.

#### 2.3.1.2. Des vérifications par l'inspection du travail centrées sur les poussières disposant d'une VLEP

L'inspection du travail s'assure du respect des dispositions de l'article R. 4222-10 du Code du travail dans le cadre plus général du contrôle des installations d'aération/assainissement des locaux de travail.

Selon le système d'information de l'inspection du travail (Wiki'T), entre janvier 2017 et mars 2022, les dispositions de l'article R. 4222-10 ont été rappelées aux employeurs à plus de 920 reprises par les services d'inspection du travail en France. Ces rappels se répartissent comme suit :

- 67 demandes de vérification et de mesurage, sur le fondement des arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 relatifs au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail et aux contrôles pouvant être prescrits par l'inspecteur du travail en vue de vérifier l'efficacité des installations de ventilation mises en place dans l'entreprise ;
- 90 mises en demeure préalables à procès-verbal de se conformer aux dispositions des articles en question, en cas d'absence d'installations d'aération/assainissement ou d'installation non conformes ;
- 744 courriers d'observations ;
- 3 procès-verbaux.

Dans la très grande majorité des cas, il s'agissait de rappeler l'ensemble des obligations relatives à l'aération/assainissement, et pas uniquement le respect des niveaux de concentration moyenne des poussières dans l'atmosphère. Les procès-verbaux, en particulier, concernent des situations d'exposition à des substances chimiques dangereuses et cancérigènes sans mise en place de ventilation ou de captage à la source.

La démarche de contrôle des agents de l'inspection du travail consiste également à vérifier le respect de la réglementation portant sur les poussières soumises à Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP), qui viennent donc s'ajouter ou compléter les contrôles généraux sur l'exposition aux poussières inhalables. Plus de 820 courriers ont ainsi été adressés aux employeurs sur le respect des VLEP. Enfin, l'investissement sur les poussières à VLEP se traduit par le nombre de contrôles relatifs à l'exposition à l'amiante : 11 700 en 2018, 15 600 en 2019 et encore plus de 9 700 en 2020 malgré la crise sanitaire.

Les témoignages recueillis par la commission convergent avec ces données. La problématique des poussières, de la ventilation et de l'aération/assainissement des locaux de travail est jugée importante mais n'est « qu'une » parmi de nombreuses que l'inspection du travail doit traiter ». Elle nécessite par

ailleurs un investissement particulier, avec une connaissance et une appropriation réglementaire et technique importantes. L'inspection du travail intervient néanmoins sur les poussières, en particulier d'amiante, pour lesquelles elle dispose d'un outillage juridique et méthodologique robuste, ainsi que sur les poussières à VLEP dont l'évaluation des risques de l'entreprise révèle la présence. Les ingénieurs de prévention des direction régionales de l'économie, de l'emploi du travail et de la solidarité (DREETS) interrogés confirment ce point et observent que l'inspection du travail effectue des demandes de mesurages d'empoussièrément principalement en présence de polluants ayant une VLEP, pour des expositions mono-produit caractéristiques d'une exposition connue dans des secteurs d'activité bien identifiés : la silice cristalline dans l'industrie de la pierre, la poussière de bois dans les menuiseries ou les scieries, la poussière de plomb dans le secteur de la construction, du bâtiment et des travaux publics (BTP), etc. En revanche, les interventions sur les poussières dites sans effet spécifique (PSES) restent limitées. Les ingénieurs orientent eux-mêmes peu les agents de contrôle sur les poussières alvéolaires.

L'inspection recourt également aux documents disponibles dans l'entreprise, notamment des mesurages de poussières inhalables réalisés par les installateurs de ventilation. La stratégie de mesurages semble cependant rarement explicitée et ceux-ci ont souvent été effectués sur poste fixe, sans identification d'un ou de groupes d'exposition homogènes (GEH), et non directement sur opérateur au moyen d'une sonde portative. N'entrant pas dans le cadre du contrôle de l'exposition à des ACD, l'inspecteur doit alors se positionner pour déterminer si ces mesurages sont suffisants. Par ailleurs, certains préventeurs remarquent que les rapports de vérification des systèmes d'aération et de ventilation, quand ils existent, ne correspondent pas toujours à la demande initiale et ne sont pas conformes aux textes.

La pandémie de Covid-19 a été l'occasion pour l'inspection du travail de mettre à jour la question plus générale de la ventilation des locaux de travail. À titre d'exemple, l'inspection est intervenue auprès d'une association de tri de vêtements, d'objets et de jouets de seconde main. Si l'intervention initiale portait sur la Covid-19, les inspecteurs ont relevé trois problématiques générales : le poste de tri des dons s'effectuait dans des locaux sans système d'aération ou de ventilation, non dotés d'ouvrant donnant sur l'extérieur ; les salariés étaient exposés à des polluants variés et à des risques liés aux agents pathogènes potentiellement présents sur les objets provenant de dons multiples, sans connaissance de leur origine. L'employeur n'avait entrepris aucune démarche d'évaluation des risques ni déployé de moyens de prévention à ce sujet.

En résumé, les inspecteurs du travail ciblent en priorité l'action sur les poussières dites à VLEP. Dans les autres situations, il existe une incertitude sur les expositions réelles et de nombreuses questions sur la représentativité des résultats existants. Les inspecteurs vérifient davantage l'efficacité des captages que les concentrations. Cependant, dans les faits, ils sont confrontés à des systèmes de ventilation dépourvus de dossier d'installation et de valeurs de référence. Enfin, les organismes accrédités eux-mêmes ne mesurent pas exactement ce qui est prévu par l'arrêté de 1987 (cf. § 2.3.1.4 infra).

Il reste que les demandes de vérifications effectuées par l'inspection du travail sont peu nombreuses et ne permettent pas d'étayer une vision d'ensemble des niveaux d'empoussièrément et d'exposition courants dans divers milieux de travail.

### 2.3.1.3. Des interventions des Carsat ciblées et centrées sur les poussières soumises à VLEP ACD

Les laboratoires des caisses d'assurance retraite et de santé au travail (Carsat, ou CRAMIF en île de France) interviennent à la demande des contrôleurs de sécurité ou de médecins du travail, notamment lorsqu'ils ont un doute sur l'exposition des travailleurs, afin d'évaluer leur niveau d'exposition à des agents chimiques. Ils interviennent également pour apprécier l'efficacité des mesures de prévention mises en œuvre, notamment dans le cadre de contrats de prévention.

S'agissant des poussières inhalables, ils sont amenés à réaliser des prélèvements sur les chantiers, complétés par d'autres de poussières de plomb, de silice cristalline ou éventuellement de fibres d'amiante. Il s'agit de chantiers de démolition, de restauration ou de rénovation. Ils interviennent également dans différents secteurs, tels que la boulangerie industrielle, la marbrerie, ou pour des activités telles que le polissage dans l'optique<sup>14</sup>, etc.

L'activité des laboratoires est avant tout guidée par les actions prioritaires du programme national « Risques Chimiques Pros », avec un certain nombre de polluants identifiés. En parallèle, les laboratoires interviennent à la demande des contrôleurs de sécurité et dans le cadre d'études.

Les résultats des mesures réalisées par les laboratoires des Carsat et l'INRS sont regroupés dans la base de données Colchic, exploitée par l'INRS<sup>15</sup>).

Une étude réalisée à la demande de la DGT, issue des mesures effectuées par les huit laboratoires interrégionaux des Carsat, de la CRAMIF et de l'INRS sur la période 2014-2018, regroupe les statistiques des mesures de poussières inhalables ou alvéolaires réalisées selon un prélèvement individuel, avec pour objectif de les comparer aux limites de concentrations en vigueur et à venir. L'exploitation statistique a été réalisée à partir des résultats bruts correspondant à la durée de prélèvement non pondérée sur 8 heures, et non corrigés par un facteur de correction. Sur la période considérée, la base COLCHIC contient 614 résultats quantitatifs d'exposition aux poussières alvéolaires et 3 419 résultats pour les poussières inhalables. 572 résultats en poussières alvéolaires (93 % du total) et 5 résultats en poussières inhalables (<1 % du total) étaient en fait associés à une détermination de la concentration en silice cristalline<sup>16</sup>. Il est ressorti de cette étude que :

- **Pour les poussières alvéolaires, un total de 5,4 % des enregistrements est supérieur à la VLEP de 5 mg/m<sup>3</sup> et 29,7 % à la VLEP de 0,9 mg/m<sup>3</sup> ;**
- **Pour les poussières inhalables, 11,1 % des enregistrements sont supérieurs à la VLEP de 10 mg/m<sup>3</sup> et 27,3 % à la VLEP de 4 mg/m<sup>3</sup>.**

Il est par ailleurs ressorti des auditions de la commission que la problématique des poussières inhalables est bien identifiée par les laboratoires des Carsat dans la mesure où ils constatent encore des expositions importantes. Le cas a été cité d'un travailleur exposé à 11 mg/m<sup>3</sup> de poussières inhalables dans une marbrerie. En outre, les laboratoires soulèvent que la stratégie d'échantillonnage des organismes de mesures n'est pas toujours optimale et qu'une maîtrise est nécessaire pour évaluer le risque de manière précise. Il n'est pas rare de constater par exemple qu'une pompe a été placée dans le sens contraire de l'émission d'un panache de poussières ou qu'une intervention a été conduite

---

<sup>14</sup> Ce cas du polissage, opération courante qui n'est pas le propre de l'optique, met en évidence l'intérêt d'une approche non exclusivement sectorielle mais axée sur la nature des tâches ou activités transverses susceptibles de produire des poussières. Le polissage, ou ponçage, concerne en effet également des matériaux comme le béton, les minéraux, les surfaces métalliques, etc.

<sup>15</sup> Les résultats des mesures réalisées par les organismes accrédités sont quant à eux rassemblés dans une autre base appelée Scola, également exploitée par l'INRS pour le compte de la DGT. Les données de cette base sont développées au § 2.3.1.6.1 infra.

<sup>16</sup> La majorité des poussières alvéolaires (91 %) ont été prélevées à l'aide d'un cyclone 10 mm à un débit de 1,7 L/min, tandis que 86 % des concentrations en poussières inhalables ont été échantillonnées sur une cassette fermée à un débit de 2 L/min.

un jour de forte humidité, etc., ce qui a pour effet de biaiser les résultats. Beaucoup de paramètres entrant en jeu, la minimisation des valeurs d'une activité habituellement très génératrice de poussières est donc toujours possible et la lecture et l'interprétation des rapports des organismes elles-mêmes requièrent une certaine expertise.

#### 2.3.1.4. Une activité des organismes accrédités peu tirée par la demande

La commission a examiné l'activité des organismes accrédités (OA) pour réaliser des mesures en matière de poussières en 2021. L'analyse des données fournies par quatre organismes représentant entre 80 et 90 % des mesures réalisées au sein de l'organisation professionnelle regroupant 34 d'entre eux met en évidence les résultats synthétisés dans le tableau suivant.

**Tableau 6 : Typologie des mesures « poussières » réalisées par les organismes accrédités**

	<b>Somme des données des quatre organismes représentant jusqu'à 90 % des mesures</b>
Nombre de collaborateurs qualifiés	<b>480</b>
Nombre de missions réalisées de contrôles périodiques (CP) et de DVR (Dossier de Valeurs de Référence <sup>17</sup> )	<b>14677 CP</b> <b>453 DVR</b>
Nombre de missions réalisées sur demande de l'inspection du travail	<b>72</b>
Nombre de mesures de concentrations en poussières inhalables <sup>18</sup>	<b>1948</b>
Nombre de mesures de concentrations en poussières alvéolaires (hors silice) <sup>19</sup>	<b>2383</b>

SOURCE : FILIANCE

Les interventions des OA ont lieu aussi bien dans le secteur tertiaire que dans l'industrie, les secteurs d'activité les plus fréquemment contrôlés étant les laboratoires, les établissements recevant du public, les locaux tertiaires des groupes industriels, les administrations, et les entreprises de la chimie, de la métallurgie de la pharmacie et de l'aéronautique. Elles concernent tous types d'entreprises : PME, PMI, grands groupes industriels et, dans une moindre mesure, les artisans. Bien qu'il existe des clients récurrents, la plupart refusent de s'engager sur des contrats pluriannuels - alors qu'ils le font pour d'autres contrôles – seuls 10 à 15 % d'entre eux recourant à de tels contrats pour réaliser des contrôles périodiques.

Ces derniers représentent l'activité majoritaire des organismes<sup>20</sup>. Les dossiers de valeurs de référence (DVR), en comparaison, sont très peu réalisés, puisqu'ils concernent moins de 10 % des clients.

<sup>17</sup> Dossier réalisé et remis en principe lors de la mise en service de l'installation de ventilation

<sup>18</sup> Valeurs extraites de Scola potentiellement sous-estimées en l'absence d'obligation de saisie des résultats des mesures de poussières non assorties de VLEP, non concernées par l'arrêté du 15 décembre 2009.

<sup>19</sup> Idem

<sup>20</sup> De nombreux intervenants possèdent une double qualification : en matière de mesure de flux d'air et de mesure de polluants.

Par ailleurs, ces dossiers sont rarement disponibles (moins de 10 % des cas). Il en résulte que les points caractéristiques de l'installation de ventilation et les valeurs réputées satisfaisantes pour son fonctionnement (vitesses aux points caractéristiques) sont non connues des organismes au moment de réaliser des contrôles périodiques<sup>21</sup>. Cette carence oblige les organismes à rechercher des informations dans les documents de l'INRS ou les conduit à utiliser la campagne de mesures comme de point de référence.

Au total, force est de constater un niveau faible de sollicitations des OA par les entreprises mais aussi par l'inspection du travail (en général pour vérifier l'efficacité de captage) au sujet des poussières inhalables, alors même que la réglementation prévoit une obligation de contrôle périodique annuelle. Plusieurs centaines de mesures sont en fin de compte réalisées chaque année, le plus souvent demandées dans le cadre du contrôle du risque chimique et non de la ventilation.

Les OA connaissent bien entendu la différence de statut juridique entre les limites de concentrations des poussières inhalables et les VLEP figurant à l'article R. 4412-149 du Code du travail ou dans l'arrêté du 30 juin 2004 mais déclarent leur réserver un traitement identique. Selon eux, les contrôles périodiques annuels, ou semestriels en cas de recyclage, sont de moins en moins réalisés.

Les normes et méthodes généralement appliquées pour la mesure des concentrations de poussières sont les normes NF X43-257, NF X43-259 ou NF X43-262 en cas d'usage du CP10. Certaines d'entre elles sont anciennes (citées dans l'arrêté du 8 octobre 1987), d'autres, le plus souvent européennes, pouvant être utilisées ou étant parfois imposées par certains clients. En matière d'efficacité de captage, qui constituent la plupart des contrôles réalisés, lorsque le polluant est particulaire, il est appliqué un indice d'assainissement. Cette technique est utilisée pour les mises en demeure de l'inspection du travail et les dossiers de valeurs de référence, mais pas pour les contrôles périodiques<sup>22</sup>. Par ailleurs, comme il n'existe de paramètres réglementaires que pour les cabines de peinture, les OA se réfèrent aux dossiers de ventilation de l'INRS pour les autres équipements. Cependant, aucune valeur n'est attachée aux différents équipements. En menuiserie, par exemple, il existe 10 à 15 machines différentes, ce qui rend les contrôles très complexes. Il en résulte qu'en matière de ventilation, aucun pourcentage de conformité ne peut actuellement être communiqué. En outre, l'absence des dossiers de valeurs de référence rend impossible un jugement de conformité par rapport à la réception de l'installation de ventilation. **Finalement, les OA souhaitent davantage de précisions quant à la manière de réaliser ces contrôles, notamment lorsqu'il s'agit d'appliquer l'indice d'assainissement.**

Enfin, la commission a recueilli au cours de ses auditions plusieurs témoignages mettant en cause la qualité des résultats de mesures obtenus. Ainsi, ceux relatifs à des laboratoires accrédités dont on a constaté que les cassettes étaient montées à l'envers ou dont l'utilisation des appareils durant l'activité mesurée n'était pas surveillée. Ces situations ont été signalées comme fréquentes, mais aucune donnée ne permet de l'étayer, et pourraient résulter d'un turnover important parmi les *préleveurs*<sup>23</sup>, qui n'auraient pas le temps d'acquérir suffisamment d'expérience. Or, les accréditations délivrées par le Cofrac aux laboratoires le sont sur la base de normes de mesures européennes ou françaises dans lesquelles les méthodes de prélèvement sont décrites. Le Cofrac réalisant des audits réguliers, il est donc possible de lui faire remonter les signalements de non-respects constatés. La commission constate toutefois que, hormis dans le cas de l'amiante, il n'existe pas de canal organisé pour faire remonter de telles informations.

---

<sup>21</sup> Selon Filiance, le coût d'un dossier de valeurs de référence est supérieur d'un coefficient de 1,5 à 2,5 à celui d'un contrôle périodique.

<sup>22</sup> Selon les OA, le courrier de mise en demeure de l'inspection du travail mentionne généralement l'efficacité de captage, sans préciser quelle technique doit être retenue. Or, sur certains équipements de ventilation, il est quasiment impossible de contrôler l'efficacité de captage, ce qui nécessite de fournir des explications techniques à l'inspection du travail.

<sup>23</sup> Selon le syndicat professionnel Filiance, leurs adhérents ne recourent pas à la sous-traitance et les salariés disposent tous au minimum d'un niveau BAC+2 (technicien supérieur).

### **Recommandation à l'égard des pouvoirs publics**

#### **Harmonisation des pratiques/objectif : fiabilité des données**

Organiser le canal par lequel les anomalies constatées lors des opérations de prélèvement et d'analyse des laboratoires accrédités sont communiquées au Comité français d'accréditation (Cofrac).

#### **2.3.1.5. L'absence de données centralisées au niveau des services de prévention et de santé au travail**

La commission a souhaité savoir s'il existait des données statistiques centralisées sur l'exposition aux poussières inhalables issues des éventuelles mesures réalisées par les services de prévention et de santé au travail sur le territoire national (SPST). Ni la DGT, ni PRESANSE (Organisme représentatif des Services de prévention et de santé au travail Interentreprises de France), dont le groupe de travail « toxicologie » n'a rien produit de récent sur ce sujet, ne disposent de telles données.

La commission signale toutefois l'existence des fiches médico-professionnelles mises en ligne par PRESANSE, présentant les nuisances de toute nature rencontrées par métier ou par type d'activité au sein de ces métiers, et susceptibles à ce titre de contenir des informations et des préconisations en matière d'expositions aux poussières [<https://www.presanse.fr/ressources-sant%C3%A9-travail/un-outil-unique-pour-laproche-des-risques-par-metier/>].

Elle signale également les fiches du site associatif internet Bossons futé, animé par des médecins du travail et des préventeurs, contenant des fiches de métiers, des fiches de dangers et des grilles d'étude de poste. [<http://www.bossons-fute.fr/>].

#### **2.3.1.6. Des bases de données limitées et ciblées**

##### **2.3.1.6.1. La base SCOLA**

La base de données SCOLA a été mise en service par l'INRS en 2007 pour répondre aux besoins de la DGT qui souhaitait faciliter la lecture des rapports annuels transmis par les organismes agréés (OA), désormais accrédités par le Cofrac. La base a donc été instaurée pour collecter l'ensemble des informations communiquées par les laboratoires. Elle a été ouverte dans un premier temps aux organismes accrédités en matière de mesures d'amiante. Sur la base du volontariat, tout organisme accrédité pour des mesurages de benzène, de plomb, de poussière de bois ou de silice pouvait également saisir des données relatives à ces substances. Finalement, le décret du 15 décembre 2009 a étendu la saisie à l'ensemble des mesures des substances ayant une VLEP réglementaire.

En 2012, une interface a été développée pour permettre aux organismes accrédités de rapporter automatiquement les données dans SCOLA. Des mises à jour ont ensuite suivi au fil des évolutions réglementaires. Actuellement, la huitième version de SCOLA intègre de nouvelles variables, telles que le groupe d'exposition homogène et le procédé de production qui permet de savoir si l'activité concernée par le mesurage est liée à un procédé potentiellement émissif. SCOLA vise donc à recueillir et centraliser les résultats des mesures d'exposition pour l'ensemble des substances qui disposent d'une VLEP réglementaire contraignante ou indicative, dont la silice. Ces substances sont définies aux articles R. 4412-149 et 150 du Code du travail. Aujourd'hui, 182 substances sont soumises à une saisie obligatoire dans la base et des rapports d'activité annuels sont transmis au ministère du Travail.

Pour chaque intervention réalisée dans un établissement, l'OA renseigne dans SCOLA un dossier contenant l'ensemble des mesures réalisées. Dans le cadre de mesures d'ACD, l'organisme doit

préciser s'il s'agit d'une mesure quantitative individuelle ou ambiante et ce bien que la réglementation vise uniquement la réalisation de mesures individuelles. En outre, des informations métrologiques doivent être renseignées concernant le type de dispositif et la méthode de prélèvement, la durée de la mesure et le débit auquel le prélèvement a été réalisé. L'OA doit ensuite renseigner le groupe d'exposition similaire, la tâche réalisée par le travailleur au moment de la mesure, le métier exercé par le travailleur (en utilisant le répertoire opérationnel des métiers et des emplois de Pôle emploi), le type de lieu de travail où les prélèvements ont été réalisés, la ventilation globale, les protections collectives et le type de procédé.

L'OA doit ensuite caractériser le port éventuel d'un appareil de protection respiratoire. Cinq cas de figure peuvent ainsi apparaître (absence de protection respiratoire ; protection inefficace ou inappropriée ; protection efficace et appropriée, l'organisme devant alors caractériser le type de protection ; protection efficace et appropriée et les personnes ont suivi une procédure de formation et de gestion des appareils de protection respiratoire). Il renseigne le résultat brut, qui correspond à la concentration mesurée sur la durée du prélèvement, puis calcule l'exposition, qui correspond au résultat brut pondéré sur huit heures. Si le port de l'appareil respiratoire est pris en compte, l'exposition est pondérée par le facteur de protection assigné de l'appareil. L'exposition correspond donc à une concentration pondérée exprimée par rapport à la période de référence de la VLEP<sup>24</sup>. Enfin, si pour une tâche particulière le salarié porte un appareil de protection pour lequel une procédure de gestion et de formation a été respectée, l'organisme peut utiliser le facteur de protection assigné pour réduire la concentration réellement inhalée en proportion du temps de port de l'appareil de protection respiratoire.

#### *2.3.1.6.2. Les résultats de l'étude INRS demandée par la DGT*

En 2019, la DGT a souhaité connaître les niveaux d'exposition professionnelle aux poussières inhalables et alvéolaires sans effet spécifique dans divers secteurs d'activité, pour la période allant de 2014 à 2018. Toutefois, les concentrations exploitées dans le rapport transmis par l'INRS à la DGT ne répondent pas à la notion de poussière sans effet spécifique car la caractérisation de ces poussières n'existe pas dans SCOLA. Vu l'impossibilité de déterminer s'il s'agit de poussières sans effet spécifique ou non, les termes de poussières inhalables et de poussières alvéolaires ont donc été utilisés dans le rapport.

Les recherches ont uniquement pris en compte les prélèvements individuels, avec un objectif de comparaison entre les concentrations moyennes de 10 et 5 mg/m<sup>3</sup> en vigueur jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2022 et les concentrations de 4 et 0,9 mg/m<sup>3</sup> à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023, qui découlaient de l'avis de l'Anses émis en 2019, respectivement pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires. Seuls les prélèvements d'une durée comprise entre 60 et 540 minutes ont été pris en compte. L'ensemble des mesures ont été nettoyées sur la base de méthodes reconnues, telles que MétroPol (MétroPol est le recueil des méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle validées par l'INRS, pour le prélèvement et l'analyse d'agents chimiques et biologiques déposés sur les surfaces ou présents dans l'air et dans certains matériaux) ou des normes publiées. Un croisement a été réalisé pour pouvoir identifier les mesures associées à des analyses de silice cristalline et celles qui ne l'étaient pas. Seuls les résultats bruts, réalisés sur la durée du prélèvement, non pondérés sur huit heures, et non corrigés par un facteur de protection, ont été exploités. S'agissant des poussières alvéolaires, 72 % des 37 000 résultats sont associés à de la silice cristalline.

---

<sup>24</sup> Par exemple, lorsqu'une concentration brute a été mesurée sur une période de six heures et demie, une seconde concentration doit être définie sur une durée d'une heure et demie pour parvenir finalement à une durée de huit heures. Cette seconde concentration, qui généralement n'est pas mesurée, doit être documentée par l'organisme accrédité pour justifier de la valeur utilisée.

Il en est ressorti que :

- **2,6 % des mesures d'exposition étaient supérieures à 5 mg/m<sup>3</sup> et 14,6 % à 0,9 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières alvéolaires ;**
- **5,1 % des expositions étaient supérieures à 10 mg/m<sup>3</sup> et 12,8 % supérieures à 4 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières inhalables.**

L'ensemble des résultats concernaient à la fois les mesures avec et sans évaluation de silice cristalline.

Dans cet ensemble, l'industrie manufacturière représente 43 % des mesures alvéolaires et 68 % des mesures inhalables. L'industrie extractive représente 42 % des mesures alvéolaires. La construction constitue 3 % des mesures alvéolaires. L'industrie manufacturière comprend notamment :

- La fabrication d'autres produits minéraux non métalliques (64 % des mesures alvéolaires et 27 % des mesures inhalables) ;
- La métallurgie (13 % des mesures alvéolaires et 16 % des mesures inhalables) ;
- L'industrie chimique (7 % des mesures alvéolaires et 13 % des mesures inhalables).

#### **En entrant par les métiers :**

- L'industrie représente 45 % des mesures alvéolaires et 61 % des mesures inhalables ;
- La construction, les bâtiments et les travaux publics représentent 30 % des mesures alvéolaires et 11 % des mesures inhalables ;
- L'installation et la maintenance représentent 12 % des mesures alvéolaires et 11 % des mesures inhalables.

Parmi les métiers de l'industrie, le pilotage de centrale à béton prêt à l'emploi, ciment, enrobés et granulats représente 26 % des mesures alvéolaires ; la mécanique, le travail des métaux et l'outillage représentent 23 % des mesures alvéolaires et 45 % des mesures inhalables ; la préparation et le conditionnement représentent 12 % des mesures alvéolaires et 11 % des mesures inhalables.

Parmi les métiers de la construction, du bâtiment et des travaux publics (BTP), la conduite d'engins de chantier représente 44 % des mesures alvéolaires et 37 % des mesures inhalables, l'extraction représente 22 % des mesures alvéolaires ; la conduite et l'encadrement de chantier et de travaux représentent 22 % des mesures alvéolaires ; les catégories du second œuvre et des travaux et gros travaux représentent chacune 20 % des mesures inhalables.

#### **En entrant par les tâches :**

- Le contrôle, la stérilisation, le nettoyage et la réparation représentent 30 % des mesures alvéolaires et 22 % des mesures inhalables ;
- Les opérations de stockage et transport des matières premières, produits intermédiaires et produits finis représentent 20 % des mesures alvéolaires et 13 % des mesures inhalables ;
- La conduite et la surveillance d'installations de broyage et de tri représentent 13 % des mesures alvéolaires.

Les lieux de travail les plus caractérisés sont les lieux en plein air, qui comprennent les plateformes de chimie, les postes de chargement ou encore les carrières à ciel ouvert et le local standard industriel, couvert, muni de portes et de fenêtres, quelle que soit sa taille.

Il résulte de ces résultats que les données de concentrations en poussières en provenance de SCOLA sont très majoritairement associées à des mesures de silice et concentrées en conséquence sur un faible nombre de métiers et d'industries. Elles ne sont pas représentatives des expositions susceptibles d'être rencontrées dans l'ensemble des activités générant des poussières inhalables (industrie agroalimentaire, etc.) et ne permettent pas d'avoir une représentation des niveaux d'exposition prédictifs selon les types d'activité et tâches en France au regard des limites de concentrations

actuelles et applicables à compter du 1er juillet 2023. **On remarque toutefois que, pour les résultats rendus par l'étude diligentée par la DGT, seuls 14,6 % étaient supérieures à 0,9 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières alvéolaires et 12,8 % supérieures à 4 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières inhalables.**

#### *2.3.1.6.3. Les résultats de la saisine complémentaire*

La commission a donc demandé à l'INRS, *via* une saisine complémentaire de la DGT, de procéder à une nouvelle interrogation de la base SCOLA. La demande portait sur un état des lieux des concentrations en poussières inhalables et alvéolaires, en fonction des secteurs d'activité, des professions, des tâches et des types de lieux de travail. Les substances recherchées étaient :

- Les poussières inhalables sans détermination de silice cristalline ;
- Les poussières alvéolaires avec et sans détermination de silice cristalline.

Deux périodes d'interrogations ont été retenues :

- La période complète couverte par SCOLA, qui court de 2007 à 2021, pour présenter la distribution annuelle des concentrations ;
- La période 2017 à 2021, pour une exploitation statistique approfondie sur des prélèvements individuels, correspondant à des mesures d'exposition réalisées au niveau des voies respiratoires des travailleurs.

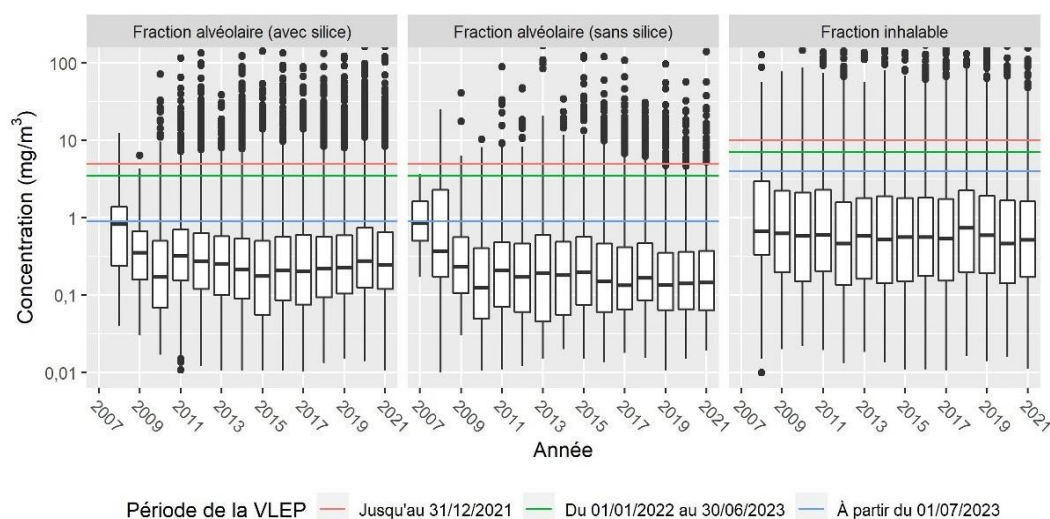
Sur la période de 2007 à 2021, il a été procédé à une distribution annuelle des concentrations. Pour la période de 2017 à 2021, une approche globale par secteur d'activité, sur la base de la nomenclature d'activité française de 2008 (NAF 2008), a été retenue. Une analyse statistique par métier, par tâche et par lieu de travail a alors été réalisée, en écartant les mesures provenant de l'industrie extractive. Pour des raisons de lisibilité des figures, les concentrations inférieures à 0,01 ou supérieures à 100 mg/m<sup>3</sup> ont été écartées. Enfin, l'ensemble des paramètres statistiques ont été définis dès lors qu'il existait *a minima* 10 mesures par critère et par type de variable.

Le résultat portant sur la période globale présente la distribution annuelle des concentrations concernant la fraction alvéolaire avec silice, la fraction alvéolaire sans silice et la fraction inhalable sans silice. Le graphique ci-dessous présente, pour chacune de ces trois catégories, la concentration applicable jusqu'au 31 décembre 2021, la concentration en vigueur jusqu'au 30 juin 2023, et celle qui sera applicable au 1<sup>er</sup> juillet 2023. On relève une certaine stabilité des concentrations de 2007 à 2021 avec, pour la fraction alvéolaire sans silice, une légère diminution des niveaux sur les dernières années.

## Résultats - Période 2007-2021



- Distribution annuelle des concentrations en poussières



On observe ensuite dans le tableau ci-dessous, avec l'abaissement de la VLEP<sup>25</sup>, une augmentation de la proportion de mesures la dépassant. La proportion de mesures inférieures à 10 % de la VLEP diminue. **Avec la concentration prévue au 1<sup>er</sup> juillet 2023, des dépassements sont projetés à hauteur de :**

- **18 % pour la fraction alvéolaire avec silice ;**
- **14 % pour la fraction alvéolaire sans silice ;**
- **14 % pour la fraction inhalable.**

<sup>25</sup> Dans le présent paragraphe, le terme VLEP désigne la valeur limite de concentration prévue à l'article R. 4212-10

## Résultats - Période 2007-2021



- Nombre et pourcentage de mesures dépassant les VLEP

		Nombre de mesures	Indice d'exposition	VLEP jusqu'au 31/12/2021	VLEP du 01/01/2022 au 30/06/2023	VLEP à partir du 01/07/2023
Fraction alvéolaire	avec silice	55 492	<10 % VLEP	39 367 (71 %)	34 715 (62 %)	12 905 (23 %)
			10 % à <100 % VLEP	14 306 (26 %)	18 084 (33 %)	32 716 (59 %)
			≥100 % VLEP	1 819 (3 %)	2 693 (5 %)	9 871 (18 %)
	sans silice	20 597	<10 % VLEP	15 887 (77 %)	14 427 (70 %)	6 084 (29 %)
			10 % à <100 % VLEP	4 231 (21 %)	5 428 (26 %)	11 685 (57 %)
			≥100 % VLEP	479 (2 %)	742 (4 %)	2 828 (14 %)
Fraction inhalable	30 079	<10 % VLEP	18 862 (63 %)	16 573 (55 %)	12 762 (42 %)	
		10 % à <100 % VLEP	9 572 (32 %)	11 136 (37 %)	13 222 (44 %)	
		≥100 % VLEP	1 645 (5 %)	2 370 (8 %)	4 095 (14 %)	



**S'agissant de l'exposition par secteur d'activité**, l'industrie extractive et l'industrie manufacturière sont les plus mesurées. Le graphique ci-dessous montre que dans l'industrie extractive, plus de 25 % des mesures de la fraction inhalable sont supérieures à la VLEP définie jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 2023. Des dépassements importants ont également été relevés dans le secteur des activités financières et des assurances, où les mesures sont cependant peu nombreuses et associées à des activités de nettoyage et de maintenance.

Un classement des trois secteurs comportant les dépassements les plus importants de la VLEP applicable au 1<sup>er</sup> juillet 2023 a été réalisé :

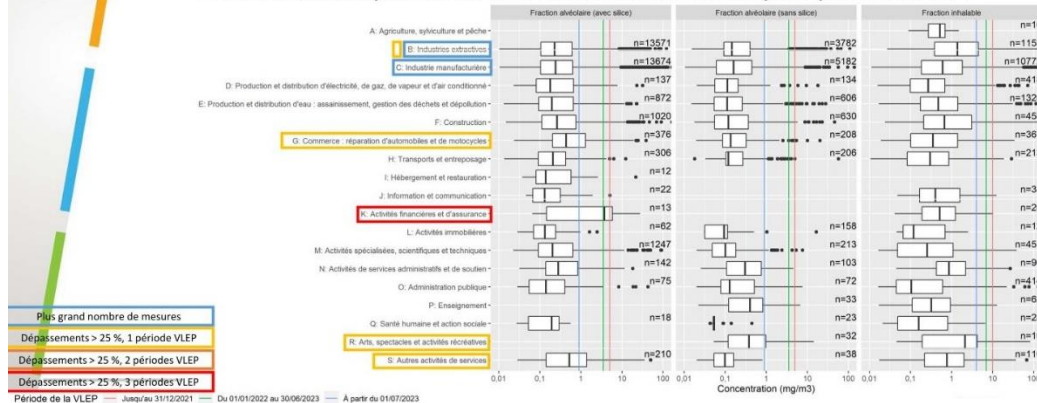
- Pour la fraction alvéolaire avec silice, il s'agit :
  - Des activités financières et d'assurance (62 % de dépassements) ;
  - Des autres activités de service (38 %) ;
  - Du commerce : réparation d'automobiles et de motocycles (32 %) ;
- Pour la fraction alvéolaire sans silice, il s'agit :
  - Des arts, spectacles et activités récréatives (28 %) ;
  - De l'enseignement (24 %) ;
  - Des activités de services administratifs et de soutien (21 %) ;
- Pour la fraction inhalable, il s'agit :
  - Des industries extractives (27 %) ;
  - De la construction (21 %) ;
  - Des autres activités de services (18 %).

## Résultats - Période 2017-2021



### • Exposition par **secteur d'activité**

- Industrie manufacturière et industrie extractive les plus mesurées
- Dépassements les plus importants dans les activités financières et d'assurance, mais n faible et expositions liées à des activités de nettoyage et de maintenance
- 5 secteurs ont plus de 25 % de leurs concentrations qui dépassent la VLEP



SOURCE : INRS

**S'agissant de l'exposition par métier**, les métiers rattachés à l'industrie, à la construction, au BTP, à l'installation et à la maintenance ont été les plus mesurés. Le graphique ci-dessous montre que pour deux métiers, plus de 25 % des concentrations dépassent la VLEP :

- Hôtellerie-restauration, tourisme, loisirs et animation, où les dépassements sont liés à des transports de matières premières, à l'animation et aux loisirs de plage ;
- Installation et maintenance.

Le classement des trois métiers comportant les dépassements les plus importants de la VLEP applicable au 1<sup>er</sup> juillet 2023 est le suivant :

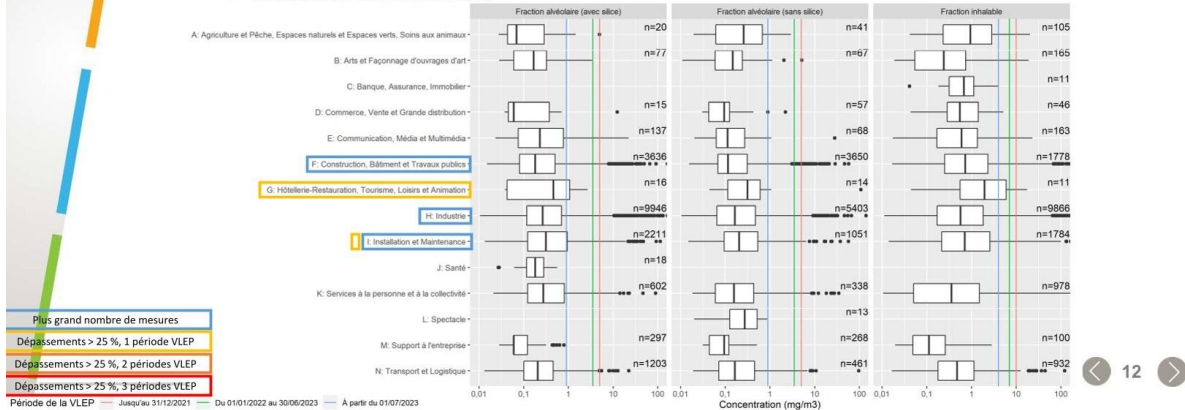
- Pour la fraction alvéolaire avec silice :
  - Hôtellerie-restauration, tourisme, loisirs et animation (44 % de dépassements) ;
  - Installation et maintenance (26 %) ;
  - Communication, média et multimédia (24 %), où les dépassements sont principalement identifiés dans des métiers en lien avec l'industrie graphique, lors de tâches de réparation ou de maintenance ;
- Pour la fraction alvéolaire sans silice :
  - Installation et maintenance (18 %)
  - Services à la personne et à la collectivité (15 %), où les dépassements sont principalement liés à des tâches de traitement et de tri des déchets ou de nettoyage ;
  - Industrie (15 %) ;
- Pour la fraction inhalable :
  - Hôtellerie-restauration, tourisme, loisirs et animation ;
  - Agriculture et pêche, espaces naturels et espaces verts, soins aux animaux (20 %) ;
  - Installation et maintenance (19 %).

## Résultats - Période 2017-2021



- Exposition par **métier**

- Industrie ; construction, BTP ; installation et maintenance → les plus mesurés
- 2 métiers ont plus de 25 % de leurs concentrations qui dépassent la VLEP
  - > Hôtellerie-restauration, tourisme, loisirs et animation (transport de matières premières, loisirs de plage...)
  - > Installation et maintenance



**S'agissant de l'exposition par tâche**, les tâches les plus mesurées par les organismes accrédités sont celles du BTP ainsi que les tâches de contrôle, de stérilisation, de nettoyage, de réparation et les opérations de stockage et transport des matières premières. Le graphique ci-dessous montre que quatre types de tâches ont plus de 25 % de leurs concentrations dépassant la VLEP. Parmi elles, les tâches regroupées dans la catégorie « cas particuliers » comprennent la conduite et la surveillance d'installations de broyage et de tri, l'embouteillage, l'enfûtage, le bobinage et le dosage.

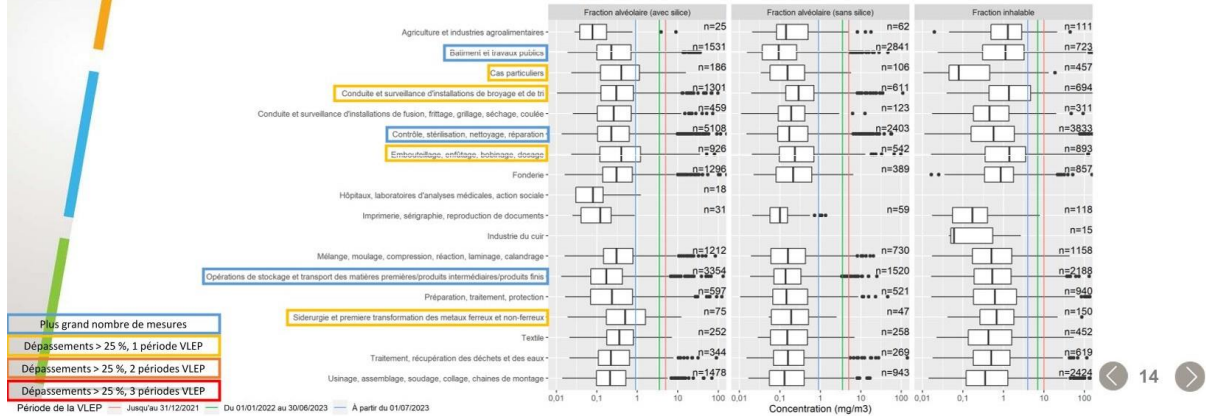
Le classement des trois tâches comportant les dépassements les plus importants de la VLEP applicable au 1<sup>er</sup> juillet 2023 est le suivant :

- Pour la fraction alvéolaire avec silice :
  - Les tâches de la sidérurgie et première transformation des métaux ferreux et non-ferreux (35 % de dépassements) ;
  - L'embouteillage, enfûtage, bobinage et dosage (31 %). Les activités d'ensachage et de pesage sont principalement concernées ;
  - Les cas particuliers (31 %) dont principalement des activités de maçonnerie, de production de pâte à papier ou encore de production d'énergie.
- Pour la fraction alvéolaire sans silice :
  - La conduite et la surveillance d'installations de broyage et de tri (21 %) ;
  - L'embouteillage, enfûtage, bobinage, dosage (19 %) ;
  - La fonderie (18 %), principalement en lien avec l'élaboration du métal et la coulée, la finition des moules et les noyaux de fonderie ;
- Pour la fraction inhalable :
  - La conduite et surveillance d'installations de broyage et de tri (28 %) ;
  - Les activités du BTP (23 %) ;
  - L'agriculture et les industries agroalimentaires, où les dépassements sont principalement liés à la production, à la fabrication et aux activités des boulangers et pâtisseries.

## Résultats - Période 2017-2021



- Exposition par **tâche**
  - BTP ; Contrôle, stérilisation, nettoyage et réparation ; Opération de stockage et transport des matières premières... → les plus mesurés
  - 4 tâches ont plus de 25 % de leurs concentrations qui dépassent la VLEP



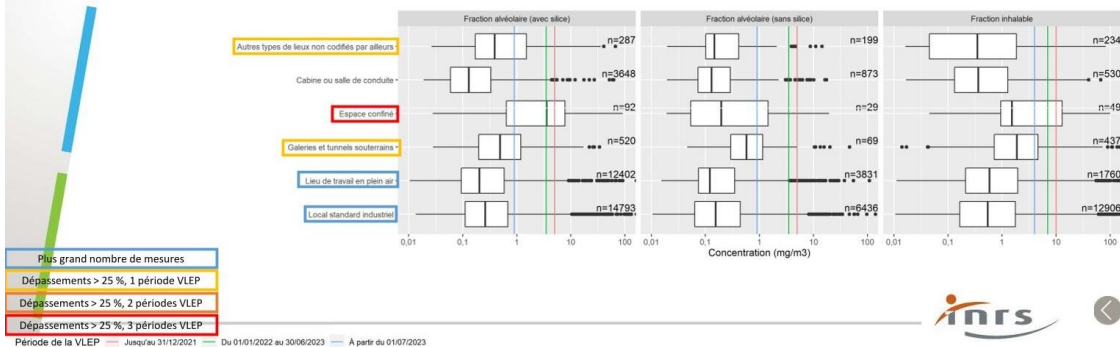
SOURCE : INRS

S'agissant des expositions selon le lieu de travail, les lieux en plein air et en local standard industriel ont été les plus mesurés par les organismes accrédités. Les dépassements les plus importants ont été observés dans les espaces confinés. Trois lieux de travail ont plus de 25 % de leurs concentrations dépassant la VLEP. Il s'agit, outre les espaces confinés, des galeries et tunnels souterrains et d'autres lieux non codés.

## Résultats - Période 2017-2021



- Exposition par **type de lieu de travail**
  - Lieu de travail en plein air et local standard industriel → les plus mesurés
  - Dépassements les plus importants dans les espaces confinés
  - 3 lieux de travail ont plus de 25 % de leurs concentrations qui dépassent la VLEP



En conclusion, cette exploitation complémentaire des données a permis de brosser un portrait général des expositions aux poussières alvéolaires avec et sans silice et des poussières inhalables enregistrées dans SCOLA de 2017 à 2021. Plus de 30 000 mesures de poussières inhalables et plus 76 000 mesures de poussières alvéolaires, dont 73 % avec de la silice cristalline, ont été réalisées depuis 2007. La proportion de concentrations dépassant la VLEP croît avec l'évolution des valeurs limites. Ainsi, en ce qui concerne la fraction alvéolaire avec silice, le nombre de dépassements augmente de 15 % entre le 31 décembre 2021 et le 1<sup>er</sup> juillet 2023 (3 % de dépassement VLEP avant le 31 décembre 2021 et 18 % de dépassement VLEP à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023). **Cette augmentation atteint 12 % en ce qui concerne la fraction alvéolaire sans silice (2 % de dépassement VLEP avant le 31 décembre 2021 et 14 % de dépassement VLEP à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023) et 9 % pour la fraction inhalable (5 % de dépassement VLEP avant le 31 décembre 2021 et 14 % de dépassement VLEP à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023).**

La commission estime au vu de ces données que le nombre d'entreprises qui dépassent les futures limites n'est pas catastrophique. Elle note que la distribution annuelle des concentrations de 2007 à 2021 met en évidence une certaine stagnation des niveaux et se demande toutefois si cette stagnation est liée à un respect suffisant de la réglementation de la part des entreprises ou si ces dernières ont atteint, à travers les moyens de prévention mis en place, un niveau en dessous duquel il est difficile d'évoluer. Elle considère par ailleurs que l'analyse par tâches et par activités est au moins aussi pertinente que l'analyse par branches, par secteurs ou par métiers, de nombreux secteurs d'activité étant *in fine* concernés par des tâches similaires et récurrentes exposant aux poussières. Certains secteurs apparaissent toutefois plus documentés que d'autres, ce qui rend l'exploitation des données moins robuste lorsque les mesures sont moins nombreuses. Par ailleurs, nonobstant les protocoles de prélèvement rigoureux issus du décret du 15 décembre 2009 et de son arrêté d'application, la base SCOLA ne comporte pas suffisamment d'éléments descriptifs pour savoir s'il existe des valeurs de référence pour chaque tâche, afin de vérifier si les mesures correspondent à ce qui est attendu, même s'il est permis de penser que les biais existants sont couverts par le volume des mesures enregistrées.

### 2.3.2. Du point de vue de quelques secteurs ou activités particulièrement concernés

Pour les raisons expliquées aux paragraphes précédents, la commission n'était pas en capacité de dresser un état des lieux détaillé de l'exposition des travailleurs aux poussières inhalables dans l'ensemble des secteurs d'activité ni, par conséquent, de faire une projection précise de l'impact socio-économique de la nouvelle réglementation sur ces secteurs. Elle a néanmoins identifié quelques activités professionnelles réputées exposer par nature à l'émission de poussières dont elle a souhaité entendre les acteurs.

Il s'agit des secteurs de l'agriculture, de l'industrie agroalimentaire, du BTP ainsi que des mines et carrières. Le secteur de la transformation du bois a été en partie inclus au travers des activités agricoles (première transformation) mais n'a pas donné lieu à des investigations auprès des professionnels du secteur car il est régi par une VLEP réglementaire liée au caractère cancérigène de ses poussières dont la commission considère, comme elle l'expliquera plus loin, qu'elle couvre en pratique la problématique des poussières inhalables (Cf. § 2.3.2.3 infra). Cette liste, comme en attestent les données examinées aux paragraphes précédents, ne couvre pas toutes les activités susceptibles d'exposer à des poussières inhalables telles que la chimie, la métallurgie, la plasturgie, la logistique, les secteurs du ramassage et du tri des déchets, etc. Mais la commission a largement communiqué au cours de ses travaux auprès des secteurs intéressés afin qu'ils puissent, s'ils le souhaitent, faire part de leurs spécificités et des difficultés auxquelles ils estimaient de leur point de vue être confrontés.

La commission a par ailleurs mis en ligne des questionnaires socio-économiques « de branche » ou d'entreprise à destination des organisations professionnelles ou des entreprises désireuses de faire valoir leur contexte (Cf. § 2.5 infra).

Les développements qui suivent ne sont par conséquent nullement exhaustifs. Ils visent à identifier la nature des activités émissives des secteurs précités, la manière dont leurs acteurs s'en sont emparés à ce jour, leur appréhension de la réglementation, les éventuelles difficultés qu'ils anticipent et les caractéristiques socio-économiques de leur champ d'activité à prendre en compte. Les éléments recueillis mettent en évidence une typologie des principales circonstances d'exposition rencontrées et des contraintes techniques et organisationnelles qui en rendent la prévention plus ou moins complexe. Elles permettent d'identifier trois grandes catégories de situations prévisibles lors de l'entrée en vigueur des nouvelles limites de concentration au 1<sup>er</sup> juillet 2023, dont la commission estime qu'elles valent et peuvent être transposables à tous les secteurs (Cf. § 2.5 infra).

### ***2.3.2.1. Le milieu agricole***

#### ***2.3.2.1.1. Des circonstances d'exposition très variées***

Le milieu agricole se caractérise par une très grande variabilité des activités, des opérations et des exploitations. Une grande partie de ces activités se déroulent à l'extérieur et ne sont, à ce titre, pas concernées par la problématique des locaux à pollution spécifique. Pour autant, le secteur produit ou disperse des poussières. Les activités concernées sont principalement la production agricole animale ou végétale, certains services d'appui à l'agriculture (travaux agricoles, coopératives de machines agricoles, travaux paysagers), la coopération céréalière (stockage et conditionnement de céréales ou de semences, dont l'éventuel enrobage peut engendrer un polluant supplémentaire à la sortie des sacs ou pendant l'ensachage), la transformation de matière première agricole (sciage du bois).

Il n'est pas possible ici de dresser une liste exhaustive des situations exposant à la poussière en milieu agricole, mais il ressort des auditions réalisées qu'il existe une bonne connaissance, notamment par la MSA, des circonstances d'exposition, mais pas nécessairement de leur niveau, et que des initiatives, notamment locales et infra-sectorielles, sont prises pour les documenter et les prévenir. Il est par conséquent permis de dresser quelques lignes de force transversales au secteur, illustrées ci-après par des exemples tirés de domaines d'application particuliers.

#### ***2.3.2.1.2. Des polluants de natures diverses et de composition parfois complexes***

Omniprésentes, les poussières en milieu agricole peuvent avoir une composition complexe et variée conduisant à des situations de poly-expositions.

Les semences, par exemple, sont parfois enduites de produits de traitement contre les moisissures et les maladies. Les graines sont ensuite ensachées, stockées en coopérative et livrées aux agriculteurs qui vont ouvrir les sacs et charger les semences dans des semoirs. L'exploitant ou les opérateurs sont par conséquent exposés à une pollution spécifique au-delà de celle engendrée par la seule poussière de semence, rendant le port d'EPI indispensable. Une étude réalisée entre 2016 et 2018 par un groupe de travail composé d'entreprises de la filière "semences" et de membres de l'équipe de Prévention des Risques Professionnels de la Mutualité Sociale Agricole Maine-et-Loire (Cf. [« Prévention du risque lié aux poussières de semences - Guide des pratiques à destination des professionnels » - MSA Maine-et-Loire ; Mars 2019](#)), avec des mesures effectuées aux postes ou dans les environnements de travail, a mis en évidence une concentration et une exposition plus importantes au moment de l'entretien des machines et des locaux ainsi que du battage ou lors de tâches plus classiques de nettoyage, triage,

calibrage, échantillonnage et de conditionnement. Les expositions résultent de l'abrasion, des frottements, du taux d'humidité des plantes après la récolte, du niveau d'aération et d'isolation des locaux, des systèmes de ventilation, etc. Les trémies sont génératrices de fractionnement du polluant et de dispersion dans l'air. Les cylindres alvéolaires, constitués d'un tambour qui tourne et d'un système de grille, séparent la semence de ses enveloppes. Les phases d'ensachage et de désensachage sont également génératrices de poussières et rendent difficile l'extraction des polluants à la source.

Dans les élevages porcins et avicoles, les éleveurs et les travailleurs sont exposés aux risques engendrés par les particules fines et l'ammoniaque, documentées par l'association AIR ELEVEUR (cf. [Chaîne Youtube](#)), dont la MSA est partenaire<sup>26</sup>. Dans la production avicole, des poussières peuvent provenir des animaux eux-mêmes. Certaines phases d'intervention dispersent des particules plus ou moins fines de plumes, mais aussi des déchets organiques. Un projet financé par le CASDAR (Compte d'affectation spéciale développement agricole et rural), la Région Bretagne et soutenu par les réseaux mixtes technologiques (RMT) consacrés respectivement aux problématiques « Travail en élevage », « Elevage et environnement » et « Bâtiment du futur », propose une vidéo de synthèse d'une enquête menée auprès de 20 élevages de porcs et 21 élevages de volaille. Elle présente l'impact de l'exposition des travailleurs aux gaz et aux particules sur leur santé, leur pénétration dans l'appareil respiratoire en fonction de la granulométrie et l'importance de se protéger des agents infectieux comme des poussières<sup>27</sup>.

Dans la filière bois, les tâches les plus exposantes apparaissent ne pas toujours se situer au plus près de la source d'émission des poussières. Les travaux effectués par l'INRS ont ainsi établi que les postes de fin de process de transformation (tri, classement et empilage) sont exposés à une importante dispersion des particules dans l'air, due à un phénomène de séchage et de fractionnement, mais aussi probablement aux manipulations des opérateurs. Ainsi, les mesures effectuées ont révélé que les premiers dépassements de VLEP sont rencontrés sur ces postes alors qu'ils ne sont *a priori* pas générateurs de poussières. Les principes de prévention primaire ne sont toutefois pas applicables, à moins d'intervenir sur les process de transformation en ajoutant une étape de brossage. Cette modification est toutefois extrêmement complexe et coûteuse. Par ailleurs, le stockage qui succède à cette phase de brossage présente des risques de dispersion, car l'usinage en première transformation est brut et n'empêche pas le bois de générer de la poussière.

Enfin, même les produits naturels tels que le foin ou les grains contiennent des micro-organismes ou des allergènes qui font que ces poussières ne sont pas nécessairement sans effet spécifique. [Le réseau REPRAN](#) (Réseau national de prise en charge des pathologies respiratoires professionnelles agricoles), qui vise à favoriser la connaissance, le dépistage, la prise en charge et la prévention des pathologies respiratoires agricoles non cancéreuses et réalise des publications reprises par le site documentaire en Santé Sécurité au Travail de la MSA, a été mandaté par la Caisse centrale de la MSA pour mener des études et un suivi d'expositions. Il a confirmé l'existence de maladies respiratoires dues à une exposition professionnelle. L'exposition aux poussières dans le cadre de la production de canards gras a également été étudiée, révélant que les phases de nourrissage et de transformation sont effectuées dans des environnements poussiéreux. À noter également le repérage de silice cristalline dans certains travaux agricoles exposant par exemple les ouvriers paysagers ou l'utilisation de terres de diatomée (silice amorphe naturelle d'origine biogénique, issue de squelettes de microalgues unicellulaires, appelées diatomées) comme agent de filtration du vin (phase de clarification) engendrant à la fois un risque « poussières » et un risque chimique au sein de la filière viticole.

---

<sup>26</sup> Des vidéos courtes ont été mises en ligne sur la [chaîne YouTube AIR ELEVEUR](#) afin d'apporter de l'information et des solutions de prévention secondaire, qui dans ce domaine est plus envisageable que la prévention primaire (conception des bâtiments, dispositifs d'entretien, port des EPI dans les phases de production ou de dispersion de poussières).

<sup>27</sup> Deux autres vidéos abordent en outre les spécificités des élevages avicoles et porcins.

### *2.3.2.1.3. Des solutions de prévention essentiellement de nature secondaire*

Bien que le sujet des poussières soit bien identifié par le secteur, la thématique n'y était pas prioritaire dans le plan santé au travail en agriculture 2016-2020 et ne l'est toujours pas dans le plan 2021-2025<sup>28</sup>. Elle se situe donc très en retrait par rapport aux risques jugés prioritaires liés aux machines agricoles ou aux animaux, aux troubles musculosquelettiques, aux risques psychosociaux et au risque chimique (phytosanitaires, etc.) par exemple. Ceci ne signifie pas une absence de prévention dans le champ de l'exposition aux poussières, mais une approche pragmatique qui donne un poids prioritaire aux actions de prévention secondaire.

Il est en effet admis en premier lieu par les préventeurs que, compte tenu des caractéristiques de l'activité, les objectifs de prévention primaire ne permettent pas toujours de répondre à l'objectif de réduction des poussières<sup>29</sup>. Une prévention secondaire est alors requise et les préventeurs de la MSA sont souvent conduits à promouvoir le port d'équipements de protection individuelle (EPI) lors d'activités exposant aux poussières. De manière générale, les acteurs de la prévention des risques professionnels de la MSA (conseillers en prévention, médecins du travail, infirmiers de santé au travail), observent ou promeuvent plusieurs dispositifs selon les circonstances. Ils constatent que les dispositifs de captage sont volontiers utilisés lorsqu'ils sont possibles mais s'avèrent plus complexes à mettre en œuvre dans certaines situations. Est par exemple évoquée la problématique des scies de tête en scieries, qui génèrent des copeaux. Ceux-ci ne se situent certes pas dans la fraction inhalable des particules mais le circuit, le stationnement, le séchage, voire les mouvements des planches, portent ces particules grossières très difficiles à collecter. La création d'un mouvement d'air et la récupération par la gravité sont alors privilégiées et ce d'autant plus que le positionnement d'une buse d'extraction est complexe à réaliser car ces machines ne peuvent être totalement capotées. Le respect du principe de captage au plus près de la source d'émission est donc limité selon les machines agricoles.

Le transport aéraulique *via* un réseau de conduits raccordés est rencontré sur certaines lignes de transformation, de même que la collecte des connexes émetteurs de poussières par gravité dans certains dispositifs de transports. Les produits connexes sont récupérés et mis en mouvement pour être sortis du bâtiment afin d'éviter le stationnement, le séchage, le fractionnement et la remise en suspension dans l'air des polluants. L'abattage des poussières peut également être utilisé, notamment dans la transformation du bois ou encore dans la filière équine, où un dispositif d'humidification par le sol a été expérimenté. Habituellement, il s'agit d'arrosage, d'aspersion ou de brumisation.

Il est également possible, dans les installations fixes, d'isoler les opérateurs des zones de production de poussières avec l'utilisation de cabines de pilotage lorsque le risque ne peut pas être réduit à la source, ce qui induit des problématiques de température et de renouvellement d'air dans la cabine et donc d'efficacité de l'isolation. Sans dispositif de filtration d'air, les polluants ne sont alors pas arrêtés, ce qui peut être problématique, en particulier lorsque des produits phytosanitaires sont employés.

Dans les engins agricoles modernes, les évolutions technologiques ont permis aux opérateurs d'être mieux protégés mais il reste à être vigilant quant à la périodicité du changement des filtres et des

---

<sup>28</sup> Il existe en contrepartie de nombreuses productions d'initiative locale donnant lieu à la réalisation de brochures de sensibilisation résultant d'une approche empirique et d'une analyse ergonomique (MSA du Maine et Loire pour les semences par exemple).

<sup>29</sup> Travailler le bois par voie humide présente par exemple des limites. Un excès d'humidité est néfaste et s'il importe de maintenir un taux d'humidité favorable à la première découpe, les opérations de sciage ultérieures, beaucoup plus fin, sont réalisées sur un bois séché émettant des particules plus propices à la dispersion dans l'air. Le guide ED 6029 de l'INRS sur les poussières de bois rappelle par exemple que des techniques de prévention primaire ne peuvent être mises en œuvre en première transformation du bois et doivent être remplacées par d'autres solutions. Il présente l'organisation et les équipements utilisés en scierie, les niveaux d'exposition observés, rappelle les principes de prévention, les mesures de prévention collective, le stockage et la gestion des produits connexes, les protections individuelles, la formation et l'information ainsi que le suivi individuel de l'état de santé. Il émet également des préconisations telles que, pour la scie de tête, l'utilisation d'un dispositif de collecte de la matière par gravité avec l'assistance d'un système d'aide à l'extraction.

vérifications de l'efficacité des dispositifs techniques dans le temps. En outre, de nombreux matériels agricoles anciens ne sont toujours pas équipés et le port d'un EPI est alors nécessaire. Des mesures organisationnelles peuvent également être prises pour protéger les travailleurs des polluants, telles que l'alternance des tâches entre opérateurs, ou à titre individuel, pour permettre la redépose des polluants.

Il est par ailleurs possible de concevoir des modes opératoires limitant ou supprimant la mise en suspension des poussières, en évitant notamment des circulations d'air malvenues, ou d'exercer une surveillance de certains postes à distance. En outre, des mesures d'hygiène, d'entretien et de nettoyage des locaux et des équipements de travail sont largement promues : lavage des mains et des vêtements, abandon de l'usage de la soufflette et du balai au profit d'aspirateurs industriels, entretien régulier des espaces, des équipements et des postes de travail. En scierie, par exemple, il est proposé des nettoyages de fin de journée, hebdomadaires et parfois annuels (par aspiration et potentiellement assuré par des entreprises spécialisées). Par ailleurs, le stockage de produits limitant l'émission de poussières peut être observé, au moyen de bennes alimentées par transporteurs, de cases de stockage dont le contenu peut être manipulé par des engins à godets ou de silos.

Une ventilation naturelle, une extraction d'air assistée ou une limitation de flux d'air peuvent être privilégiées au travers de bâtiments et de locaux semi-ouverts et bien orientés. Les scieries, en première transformation du bois, sont traditionnellement ouvertes sur un à deux côtés et sont positionnées de manière à ne pas être exposées au vent. Le même système est observé dans les bâtiments d'élevage, où les locaux sont cependant davantage organisés de manière traversante.

Les dispositifs de prévention passent également par l'information et la formation des opérateurs au risque « poussières » et aux mesures appropriées pour s'en prémunir. En dernier lieu, le port d'EPI adaptés à l'activité et au risque et bien entretenus, jugé indispensable dans 80 % des cas, est très souvent promu auprès des travailleurs agricoles. L'efficacité de filtration des appareils en fonction des polluants est un sujet souvent abordé, les filtres existants étant très variés. Les documentations disponibles préconisent les durées d'utilisation mais des questions sont souvent posées sur le renouvellement des équipements en fonction de l'activité de chacun. Or, du fait de l'alternance des tâches, la filtration n'est pas continue et rend difficile la mesure de la durée et du volume d'exposition.

En résumé, malgré toutes les spécificités du milieu agricole, il ressort de ce rapide panorama que tous les moyens de préventions classiques peuvent être déployés, avec plus ou moins d'intensité. Dans l'exemple des semences évoqué plus haut, il est en effet possible de placer les sources d'émission de poussières sous aspiration par captage localisé avec une efficacité permettant de capter l'ensemble des poussières de semences. Le système doit bien entendu être régulièrement nettoyé, entretenu et contrôlé, et la ventilation générale peut être utilisée lors des phases de nettoyage des locaux et des machines en l'absence de ventilation mécanique. Le recours encore très souvent nécessaire aux EPI ne signifie pas l'impossibilité de réaliser des marges de progrès en matière de protection collective dans le cadre de la planification de la prévention à laquelle doit procéder l'employeur (Cf. § 2.4).

### [2.3.2.2. L'industrie agroalimentaire](#)

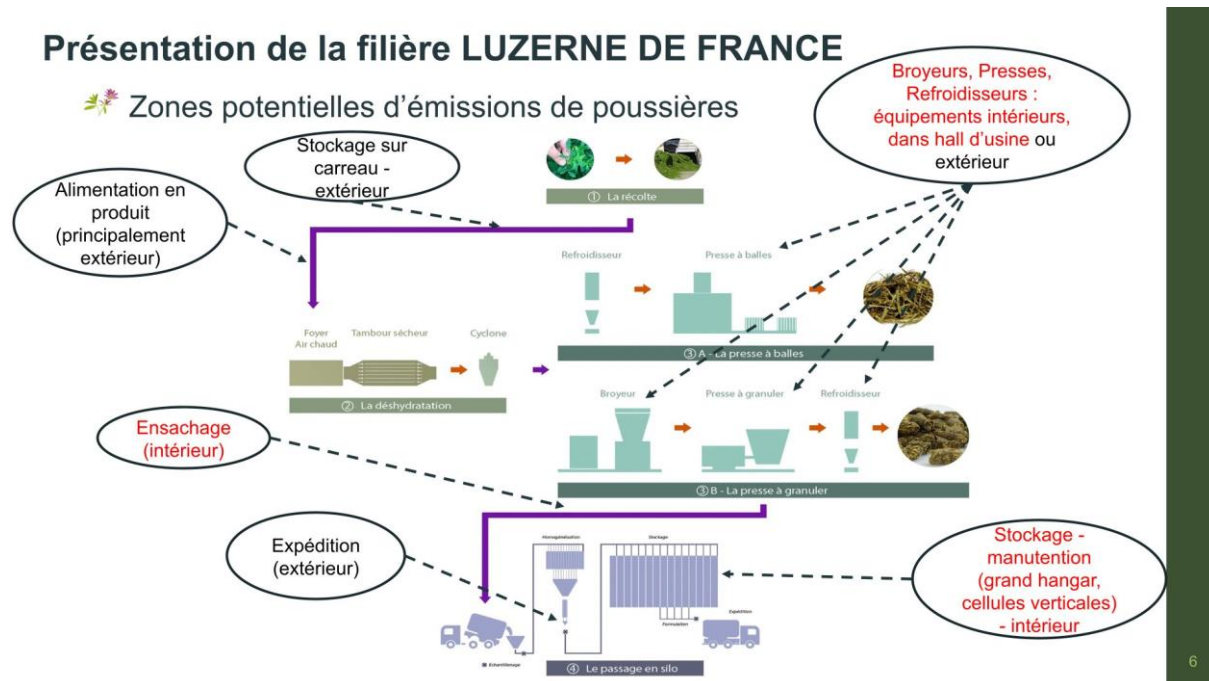
L'industrie agroalimentaire, qui rassemble environ 450 000 emplois selon les derniers chiffres de la Dares (octobre 2022), constitue la première industrie en France en termes de chiffre d'affaires et d'emploi. Représentée par l'Association nationale des industries alimentaires (ANIA), qui rassemble 31 syndicats de métiers, elle compte 17 000 entreprises alimentaires dont 98 % sont des TPE ou PME. Dès lors, il convient de souligner la grande diversité des métiers du secteur et la difficulté de restituer une photographie représentative de toutes les réalités du secteur. Aussi, les développements ci-dessous se borneront à effectuer un focus sur quelques-unes d'entre elles, illustratives de la problématique des poussières.

### 2.3.2.2.1. La filière de la luzerne

La filière luzerne est une activité de déshydratation et de granulation de différents types de fourrages (luzerne, bois, maïs, pulpe de betterave, etc.) dont les unités de séchage sont réparties sur tout le territoire français. Les produits finis sont principalement destinés à la nutrition animale. La France compte 24 usines de production, dont une bonne partie en Champagne-Ardenne, ce qui représente 6 500 fermes et 8 500 emplois.

Le process type de travail est décrit ci-après.

La récolte arrive sur le site de production et fait l'objet d'un stockage sur le carreau en extérieur. Une opération de séchage est effectuée dans des tambours sécheurs avant la fabrication de balles (après refroidissement et passage dans des presses à balles pour la luzerne) ou de granulés (après broyage puis passage dans des presses à granuler puis refroidissement pour les autres fourrages) dans des halls d'usine ou en extérieur. Certains produits sont ensuite ensachés en intérieur puis stockés dans des hangars et cellules verticales en intérieur et expédiés.



SOURCE : COOPERATIVE AGRICOLE LUZERNE DE FRANCE

Les poussières peuvent être émises à différents moments du process : lors du stockage (extérieur), de l'alimentation en produits (extérieur et intérieur), du passage en broyage, presse et refroidissement (extérieur et intérieur), de l'ensachage (intérieur), de la manutention (intérieur) et de l'expédition (intérieur). Des moyens de protection collective sont mis en œuvre sur quelques sites, notamment le captage très localisé en sortie de presse ou de refroidisseur et aux postes d'expédition. Des moyens de protection individuelle sont également mis en œuvre, mais plutôt sur des opérations de maintenance. Par ailleurs, la concentration peut être importante dans certains locaux sans que l'exposition le soit au même niveau pour les travailleurs car le temps de séjour y est limité. Les postes de séchage et de manutention peuvent être occupés plusieurs heures, mais jamais sur toute la journée. De même, l'ensachage ne fonctionne ni toute la journée ni tous les jours de la semaine. Les chefs de poste sont en général installés dans des salles closes. En cas d'intervention sur une machine les travailleurs portent en général des EPI (demi-masques et masques complets de type FFP2 et FFP3).

Des mesures annuelles sont réalisées annuellement dans les usines qui fabriquent des pellets de bois en période de production car elles sont soumises à la VLEP des poussières de bois. Une vingtaine de mesures seulement ont par ailleurs été réalisées sur quatre sites, en poussières inhalables et alvéolaires mais elles datent pour la plupart de 2014 et n'intègrent pas les effets du préfanage à plat<sup>30</sup> introduit depuis. Pour les poussières inhalables, 100 % de ces mesures sont conformes et l'indice d'exposition maximum (CEP<sup>31</sup>/VLEP) est de 31 %. Pour les poussières alvéolaires, 60 % des mesures sont conformes et l'indice d'exposition (CEP FPA/VLEP) est de 143 % (154 % au regard de la future réglementation). Ces mesures ont été réalisées dans des installations où les opérateurs portent des EPI et tiennent donc compte de leur présence. Toutefois, le nombre des mesures est insuffisant pour conclure à une non-conformité de la filière, qui a déjà identifié une difficulté à respecter la VLEP pour certains groupes d'exposition homogènes (GEH) à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023 malgré le port des EPI. Les postes en cause concernent notamment la maintenance, le nettoyage, l'ensachage et la manutention.

Pour finir, le secteur se caractérise par une absence d'uniformité dans l'identification et la mise en œuvre de moyens de protection, peu de sites étant équipés. Le principal frein induit par l'application de la nouvelle réglementation semble concerner les locaux à grand volume (plusieurs milliers de m<sup>3</sup>) où il est difficile de mettre en place des moyens de protection collective (ventilation générale), notamment au regard de la consommation énergétique, des incertitudes sur les performances, des risques d'encombrement, de nuisance sonore et des coûts induits. La filière pourrait étudier les possibilités de captage à la source dans les situations pertinentes mais est plutôt favorable, au vu des incertitudes sur le respect des futures valeurs d'exposition, à l'emploi d'EPI<sup>32</sup>.

#### *2.3.2.2.2. La nutrition animale*

La nutrition animale représente 20 millions de tonnes d'aliments produits en France chaque année. Elle comprend deux grands métiers : la fabrication d'aliments composés (304 sites de production) et la fabrication d'aliments complémentaires (80 sites de production et 70 entreprises).

La fabrication d'aliments composés se fait essentiellement à partir de matière première végétale et la fabrication d'aliments complémentaires à partir de matière première minérale. Le schéma de production est assez simple : les matières premières sont livrées à l'usine, déversées dans une fosse de réception, remontées dans les silos de stockage, dosées, broyées, mélangées, puis expédiées, ensachées ou bien envoyées vers un poste de granulation.

En prévision du nouveau décret, la profession a pris la décision de mener en 2022<sup>33</sup> une campagne de mesures dans les usines de fabrication de prémélanges et d'aliments composés pour animaux de rente

---

<sup>30</sup> L'opération du pré-fanage à plat consiste à laisser la luzerne sécher sur le champ après fauchage. Cette opération permet de pré-sécher le produit et de consommer moins d'énergie pour le séchage en usine, mais elle génère davantage de poussières, à la fois sur la matière première et sur le produit fini.

<sup>31</sup> CEP = concentration d'exposition professionnelle

<sup>32</sup> La filière a indiqué à la commission ne pas pouvoir s'inscrire dans la campagne de mesures susceptible d'alimenter ses travaux en raison de son activité saisonnière dépendante des récoltes. Les principales matières produites sont des produits à base de luzerne et de pulpe de betterave. La luzerne étant récoltée d'avril-mai à septembre-octobre et la betterave de septembre-octobre à décembre-janvier, ces dates étaient incompatibles avec le calendrier et les échéances de transmission des résultats de la campagne fixée à fin avril par la Commission. Elle a néanmoins fait savoir qu'une démarche avait été engagée afin de dresser un état des lieux sur le sujet des poussières inhalables.

<sup>33</sup> La profession ayant engagé une campagne de mesures dès 2022, les résultats globaux de cette dernière ont été présentés lors de son audition par la commission. Bien que non réalisées selon le cahier des charges de l'Anses, ces mesures ont été effectuées par des organismes accrédités, selon les normes en vigueur et un protocole précis. Dans ce contexte, les trois syndicats du secteur ont informé la commission qu'ils n'étaient pas en capacité de mobiliser leurs adhérents pour une nouvelle campagne quelques mois seulement après une première campagne. Ils ont en revanche communiqué tous les résultats de cette campagne dont :

- La trame utilisée pour récolter les données par site (fichier Excel) avec un onglet par fonctions opérationnelles étudiées ; - Le « Fichier données » ayant permis la mutualisation de l'ensemble des données de chaque site. Il récapitule les données sans modification ni traitement ; - La synthèse des données issues du « Fichier données ». Les données du fichier ont été harmonisées puis travaillées lorsque les 2 VLEP en poussières inhalables et alvéolaires étaient disponibles simultanément, pour comparaison. Lorsque la comparaison entre poussières inhalables et alvéolaires n'était pas nécessaire, l'ensemble des données a été présenté.

(prélèvements individuels), sur la base du volontariat auprès de ses adhérents. Environ 10 % des sites ont répondu et 160 résultats ont été produits. Les résultats de l'étude montrent que 49 % des sites ne seraient pas en conformité avec les limites de concentrations en poussières inhalables et alvéolaires applicables au 1<sup>er</sup> juillet 2023, contre seulement 24 % avec les limites de 2022<sup>34</sup>, compte non tenu des facteurs de protection des masques respiratoires. Pour les poussières inhalables, le taux de conformité reste élevé, malgré le changement de réglementation (88 % en 2022 et 81 % en 2023). Une fois les mesures accidentelles retranchées, il apparaît que l'ancien seuil est respecté dans la majorité des cas. Pour les poussières alvéolaires, le constat est le même. L'étude montre également que l'âge de l'usine n'impacte pas la qualité de l'air et donc le taux de conformité. Les activités de fabrication d'aliments composés semblent les plus exposées aux poussières, mais aussi celles où les taux de conformité sont très élevés, car ces activités manipulent des substances dangereuses encadrées par des normes très strictes. Les travailleurs y sont *in fine* mieux protégés que dans les usines manipulant des matières végétales. Les opérations de broyage, de maintenance et de nettoyage sont les plus exposées à la poussière. Dans les laboratoires, les taux de conformité atteignent parfois les 100 %. Les participants à l'étude étant les sites les plus sensibilisés au sujet des poussières, il est raisonnable de supposer que leurs taux de conformité sont certainement plus élevés que dans d'autres entreprises. Pour autant, la moitié d'entre eux ne seront pas conformes aux seuils prévus en 2023.

L'étude portait aussi sur l'effet des mesures et moyens de prévention. Elle a montré que les zones fermées avec flux d'air mécanisé et filtres d'air ont le taux de conformité le plus élevé. L'étude n'a pas révélé de tendance particulière pour les zones passantes. En revanche, elle a montré que la propreté des lieux a un impact - modéré - sur le taux de conformité. Sur le plan organisationnel, dans les petites usines du secteur, les travailleurs tournent à leur poste de travail alors que dans les plus grandes usines ils ont tendance à rester à leur poste de travail toute la journée mais la profession reconnaît que le changement de poste de travail pourrait être considéré comme une mesure organisationnelle pour réduire l'exposition aux poussières. S'agissant des tâches qui se révèlent particulièrement exposées, les broyeurs sont situés généralement dans des enceintes closes où les personnes n'entrent que très occasionnellement. Les concentrations ont par ailleurs été mesurées sans l'influence des EPI.

### 2.3.2.2.3. La production laitière

La transformation laitière représente 700 sites de production et 70 000 salariés en France. Le processus commence par la collecte du lait dans les exploitations agricoles et aboutit à la production des produits laitiers pour la restauration et la grande distribution. Les produits laitiers comptent le lait, le fromage, le beurre, la crème et la poudre de lait.

Les limites de concentrations transitoires étant appliquées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022, les entreprises ont déjà mené quelques campagnes de mesures (réalisées sur des points fixes), qui ne sont toutefois pas représentatives du secteur. La plupart des opérations sont automatisées, mais il existe encore des opérations semi-automatisées qui nécessitent la présence d'un opérateur. Pour la profession, son enjeu ne porte pas sur les poussières alvéolaires mais sur les poussières inhalables<sup>35</sup>, notamment les postes qui ont été identifiés comme potentiellement dangereux (conditionnement des sacs de poudre et mélange d'ingrédients à sec). Selon elle, il pourrait être difficile pour les entreprises de respecter les seuils de juillet 2023, leur respect ne dépendant pas de l'ancienneté du site mais plutôt de l'installation

---

Les normes retenues pour les organismes accrédités étaient les normes NF X43-257 et NF X43-262 (conditions fixées par l'arrêté du 8 octobre 1987 modifié).

<sup>34</sup> Représentativité des résultats. D'après les données remises, 37 sites ont communiqué deux données (poussières inhalables et alvéolaires). En moyenne, chaque site a transmis 3,5 données. Les taux de conformité sont répartis également parmi les sites, peu important le nombre de données transmises, sans surreprésentation apparente d'un site en particulier

<sup>35</sup> Faire varier la granulométrie des poussières émises pourrait constituer un levier de prévention conforme aux principes généraux de prévention, mais la faisabilité d'un changement de granulométrie dans les usines pourrait être freinée par le fait que si la poudre de lait n'est pas assez fine, elle peut être difficile à hydrater.

elle-même. Les travailleurs portent par conséquent des masques FFP3 et des masques à pression positive.

La transformation laitière (coopératives et industrie laitière) renouvelle ses conventions d'objectifs de prévention avec la CCMSA et la CNAM. Néanmoins, elle craint que l'échéance de juillet prochain soit difficile à tenir pour les entreprises qui ne sont pas encore sensibilisées.

#### **2.3.2.2.4. La meunerie**

La meunerie compte 387 sites de production et à peu près 6 100 emplois en France. Ces entreprises sont soumises à différentes réglementations : Atmosphères explosives dites ATEX, arrêtés préfectoraux et BREF (*Best REFerences* : document de référence sur les meilleures techniques disponibles). Des contrôles sont effectués sur les sites à cet effet. Le process de fabrication de la farine est le suivant : le blé est réceptionné, nettoyé, préparé et ensaché ou directement expédié. La farine étant un produit pulvérulent par nature, sa préparation se fait dans un circuit fermé et automatisé avec un système d'aspiration (les poussières sont la plupart du temps aspirées vers le haut, les machines étant reliées au système d'aspiration). Les postes identifiés comme étant les plus exposés sont ceux qui sont en lien avec l'extérieur (réception et ensachage/expédition). Il est par exemple plus difficile de capter les poussières lorsque les camions versent le blé dans les fosses. Les postes les plus difficiles à maîtriser sont manifestement la réception des blés et l'ensachage. Le nettoyage du sol se fait principalement par aspiration mais aussi parfois par balayage. Mais les salariés occupent plusieurs postes par jour et ne sont pas toujours exposés de la même manière (l'opérateur est par exemple présent uniquement lorsque le camion déverse le blé, il occupe d'autres fonctions le reste de la journée).

Seulement 16 mesures ont été réalisées avant l'entrée en vigueur des limites de concentrations intermédiaires. Les résultats laissent penser que près de la moitié des entreprises auront du mal à atteindre les seuils de 2023<sup>36</sup>.

La branche de la meunerie met en œuvre un plan de prévention qui s'appuie sur trois piliers :

- Fournir aux adhérents des outils pour procéder à l'évaluation des risques professionnels ;
- Mettre en place un module de formation intégré à toutes les formations et mettre en place une formation à destination des référents hygiène et sécurité ;
- Pérenniser les mesures par le biais d'un groupe de travail des référents formation.

La profession estime que les entreprises de la branche sont déjà sensibles au sujet et cite à cet effet un webinaire auquel 75 entreprises se sont inscrites.

#### **2.3.2.2.5. La boulangerie**

Le secteur de la boulangerie/viennoiserie/pâtisserie rassemble une très grande variété d'adhérents (ateliers de fabrication, chaînes de magasins et artisans entrepreneurs). Il signale que la farine, matière première de la boulangerie, est en soi déjà une poussière et que l'augmentation de sa granulométrie impacterait tout le processus de fabrication. La farine de fleurage, par exemple, doit avoir une granulométrie très précise pour remplir sa fonction.

Tous les locaux de production et les postes de pétrissage utilisent de la farine et sont exposés. Les entreprises industrielles sont toutes équipées d'une ventilation générale, ne serait-ce que pour

---

<sup>36</sup> Le secteur de la meunerie est l'un de ceux qui a accepté de procéder à la campagne de mesures initiée par la commission avec l'appui des Carsat. Leurs résultats n'ont pas pu encore être exploités à la date de conclusion du présent rapport.

maintenir une température suffisamment basse pour le travail du pain, mais leur rôle n'est pas de supprimer les poussières à l'intérieur des locaux. La quasi-totalité des installations de boulangerie industrielle utilisent un système d'alimentation gravitaire de sorte que, lorsque la farine tombe, même d'une hauteur très basse, elle génère des particules alvéolaires qui restent longtemps en suspension. Des mesures réalisées avec un capteur photométrique posé sur un opérateur ont révélé des pics d'exposition très élevés, par exemple lorsque l'opérateur utilise une balayette pour nettoyer le local : entre 2 et 4 mg/m<sup>3</sup> de poussières alvéolaires pour la farine classique et entre 20 et 50 mg/m<sup>3</sup> de poussières alvéolaires pour les composés améliorants.

Une entreprise industrielle qui travaille sur les trois secteurs de la brioche, de la pâtisserie et de la biscotte expose un process similaire pour ces trois activités : pétrissage-fabrication, cuisson, emballage-expédition. Environ 150 mesures de poussières inhalables et alvéolaires ont été réalisées et restent à exploiter sur approximativement l'ensemble des sites. Elles ont été effectuées sur l'opérateur selon un protocole conseillé par les Carsat et les inspections du travail. Pour les poussières alvéolaires, la quasi-totalité des mesures respectent les valeurs d'exposition. En revanche, pour les poussières inhalables, environ 5 % des mesures sont non conformes à l'ancienne réglementation et environ 20 % le seront avec les concentrations applicables au 1<sup>er</sup> juillet 2023 (parmi elles, 50 % des mesures sont comprises entre 4 et 6 mg/m<sup>3</sup> et 50 % sont supérieures à 6 mg/m<sup>3</sup>). Les phases de pétrissage et de préparation de la matière première (pesée et insertion des cuves) sont les plus exposées. Des mesures de prévention ont dès lors été déployées sur les sites comme le port d'EPI. L'entreprise souhaite toutefois privilégier les solutions collectives sur le long terme, notamment les systèmes de dépoussiérage et d'aspiration localisée qui ont été mis en place sur certains postes. Ces solutions étant toutefois coûteuses et complexes à installer au vu du nombre de postes et de sites de production à équiper, des solutions internes ont également été étudiées, telles que les processus de recettes, les tâches de maintenance et la limitation du nombre de soufflettes afin de réduire l'empoussièrément à la source. Enfin, l'entreprise a travaillé avec ses fournisseurs de machines pour améliorer l'étanchéité et de matières premières pour réduire la volatilité et la toxicité des poudres. Finalement, l'entreprise considère avoir besoin de temps pour déployer toutes les solutions de nature collective.

En résumé, dans le secteur, les valeurs applicables depuis le mois de janvier 2022, en dehors de pics ponctuels, sont atteignables, mais elles ne peuvent être réduites sur certaines phases de production sans un investissement industriel. Or, la profession fait valoir que la mise aux normes d'un site industriel ancien coûte plus cher que la prise en compte de ces normes dans une construction neuve et que la branche comprend de nombreuses PME, notamment des boulangeries de quartier, dont les moyens d'action sont beaucoup moins importants.

Plus généralement, la profession soulève la problématique du point de mesure. Il s'avère en effet que l'exposition dans les zones de pétrissage dépend de la distance de l'opérateur par rapport au pétrin. Or, le décret ne tient pas compte de ce critère, si bien que, selon elle, si la mesure se fait à un instant *t* sur un poste de travail (logique d'exposition individuelle), aucune entreprise ne pourra être conforme alors que si elle se fait à l'échelle du local (logique d'ambiance), les entreprises pourraient être conformes. Cependant, l'objectif de santé des travailleurs ne serait pas réellement atteint, ce dont il résulte que la mise en œuvre de ce décret est problématique.

#### ***2.3.2.2.6. L'amidonnerie***

Quatre entreprises produisent des amidonnés dans dix usines réparties sur le territoire français. Plus de 6 millions de tonnes sont travaillées pour environ 3 millions de tonnes d'amidon produites chaque année (à partir de blé, de maïs, de pomme de terre et de pois). La majorité des postes de l'amidonnerie, sont situés en dehors des ateliers avec des interventions limitées dans le temps. Quelques postes

particulièrement exposés ont été identifiés : la décharge de céréales, le conditionnement et le nettoyage.

La profession s'interroge sur la pertinence d'un décret qui entraînerait des coûts supplémentaires pour l'entreprise sans apporter de bénéfice pour les salariés dès lors qu'il semblerait qu'aucun lien ne soit à ce jour établi entre les « *poussières sans effet spécifique* » et le danger sanitaire.

En conclusion, l'industrie agroalimentaire entretient un lien très fort avec l'agriculture, dont 70 % des ressources agricoles sont transformées par les entreprises de cette industrie, lesquelles utilisent des procédés strictement réglementés sur le plan sanitaire, associés à une obligation de résultat. Les représentants du secteur rappellent que celui-ci est un maillon essentiel de la chaîne alimentaire et que la crise sanitaire a démontré son caractère stratégique au regard des préoccupations alimentaires. Ils indiquent que la France est un des pays les plus performants en termes de sécurité alimentaire et que cette performance se répercute sur la santé et la sécurité des salariés. Dès lors, ils se disent soucieux de ce que les règles imposées prennent en compte les outils qui sont déjà mis en œuvre et regrettent que la baisse des seuils d'exposition aux poussières inhalables et alvéolaires ne repose sur aucun état des lieux préalable. Ils craignent que ces nouveaux seuils soient difficilement atteignables et que la mise en conformité avec la réglementation nécessite des investissements que certaines entreprises du secteur ne pourraient pas assumer, notamment au regard des crises successives auxquelles elles doivent faire face dans la période : augmentation du coût de l'énergie et des matières premières, difficultés d'approvisionnement, etc.

#### **2.3.2.3. La seconde transformation du bois**

Le secteur de la seconde transformation du bois comprend différentes activités (menuiseries, fabrication de meubles, fabrication de tonneaux...).

Les travaux exposant aux poussières de bois inhalables figurent sur la liste réglementaire des travaux et procédés cancérogènes, ce qui implique des mesures de prévention particulières, définies par le Code du travail. Les poussières de bois ont une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante sur 8 heures de  $1 \text{ mg/m}^3$  (article R. 4412-149 du Code du travail). Les entreprises sont soumises à un contrôle du respect de cette VLEP devant être effectué par un organisme accrédité au moins une fois par an. Ces contrôles d'exposition pour les poussières de bois peuvent être considérés comme suffisants pour garantir le respect de la valeur pour les poussières inhalables. Les poussières issues de l'usinage du bois étant généralement relativement grossières, le respect de la valeur pour les poussières alvéolaires ne devrait pas être problématique pour ce secteur.

Sous réserve de justification lors de l'évaluation des risques propre à chaque entreprise (réalisation de mesures par exemple), le contrôle systématique des poussières alvéolaires pourrait ne pas être nécessaire pour garantir le respect de leur valeur.

#### **2.3.2.4. Le bâtiment et les travaux publics**

La commission a constaté à nouveau le manque de données objectives disponibles sur les niveaux d'exposition aux poussières inhalables dans les différentes activités du BTP. Lorsque celles-ci existent, elles portent sur des VLEP pour des substances soumises à une limite contraignante au titre de la réglementation sur les ACD (amiante, silice, bois, plomb). Des campagnes massives de mesurage (Cartoamiante, Cartosilice, etc.) sont ainsi menées depuis une dizaine d'années.

#### 2.3.2.4.1. Une démarcation difficile entre locaux fermés et les espaces ouverts

Selon les personnes auditionnées, cette absence s'explique par le fait que l'article R. 4222-10 a toujours été considéré comme s'appliquant à un périmètre circonscrit, à savoir celui des poussières dans les locaux fermés à pollution spécifique. Or, ces derniers ne sont pas les locaux les plus présents dans le BTP où, souvent, les opérations sont même effectuées à l'extérieur de locaux, c'est-à-dire sur des chantiers dits ouverts, voire « à tout vent ».

Les critères qui permettent de distinguer un chantier ouvert d'un chantier fermé ne sont toutefois pas limpides. Selon certains, le seuil d'applicabilité doit être déclenché « à partir d'un certain seuil », c'est-à-dire « lorsque le gros œuvre a été réalisé » et que le « clos et couvert a commencé d'être posé », ce qui laisse une large marge d'appréciation. Ainsi, « le début d'un chantier de gros œuvre ouvert à tout vent se situerait hors champ d'application ». Par ailleurs, la limite relative aux PSES ne s'applique pas dans le cas particulier des travaux publics. Mais paradoxalement, les mines et carrières en extérieur sont soumises à des limites de concentrations, rappelées ci-dessus. Hormis le cloisonnement historique des régimes juridiques régissant les deux secteurs, la commission n'a pas trouvé d'explication probante à cette différence. Elle prend acte de ce que, sur le plan strictement juridique, les limites de concentrations de l'article R. 4422-10 s'appliquent à ce jour, à l'exception des mines et carrières, uniquement à des espaces fermés mais souligne qu'il est illusoire d'imaginer qu'un chantier ouvert n'expose pas à des poussières dites « sans effet spécifique ». La notion d'activité réelle paraît dès lors plus pertinente que la notion de lieu. Par ailleurs, des situations de concentrations sont également possibles en cas de masse d'air stagnante et chargée, problématique qui n'a techniquement été traitée par personne jusqu'ici. Elle considère par conséquent que, dans une logique de prévention, seule l'exposition du travailleur à l'aérosol importe *in fine*.

En tout état de cause, une typologie distinguant trois cas de figure a été proposée à la commission. Les chantiers *ouverts à tout vent* seraient exclus du champ d'application. Viendraient ensuite deux types de locaux pouvant exposer à une pollution spécifique. Le premier concernerait les locaux dans lesquels sont exercées des activités émissives par nature. Les entreprises de BTP peuvent y intervenir pour des travaux ou des opérations de maintenance. Il reviendrait alors au maître d'ouvrage d'assurer les mesurages qui s'imposent. Le deuxième type de locaux concernerait des locaux qui ne sont pas à pollution spécifique par nature mais dans lesquels les entreprises du BTP exercent elles-mêmes des activités émissives. Les mesurages incomberaient alors à l'employeur. La commission rappelle toutefois que même dans le deuxième cas, l'entreprise intervenante doit s'assurer que ses travailleurs sont exposés à des niveaux de concentrations inférieurs aux limites réglementaires.

L'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTB) propose une liste des situations les plus émissives en commençant par le milieu fermé.

Pour le bâtiment, il s'agirait :

- ✓ Des activités du gros œuvre dans l'existant : burinage, ponçage, ciment, coffrage et finition ;
- ✓ Des activités du second œuvre : ponçage de peintures ;
- ✓ Des opérations de ponçage, découpe, burinage et percement ;
- ✓ Des activités de démolition.

Pour les travaux publics, il s'agirait :

- ✓ Des travaux spéciaux : tunneliers, projection de béton en tunnel ;
- ✓ Des canalisations : opérations de remplacement ;
- ✓ Des voies ferrées souterraines : ballastage, travail sur rails ;
- ✓ Des travaux souterrains : projection de béton, tunnelier, forage ;
- ✓ Des conduites d'engins.

Le même exercice a été réalisé pour le milieu ouvert.

Pour le bâtiment, il s'agirait :

- ✓ Des activités du gros œuvre dans le neuf : travail du ciment, coffrage et finition ;
- ✓ Des activités de l'enveloppe : réfection d'étanchéités, support béton, décapage, grattage, etc.
- ✓ Des opérations de ponçage, découpe, burinage et percement ;
- ✓ Des activités de démolition.

Pour les travaux publics, il s'agirait :

- ✓ Des travaux spéciaux : projection de béton ;
- ✓ Des canalisations en tranchée ouverte ;
- ✓ Des voies ferrées ;
- ✓ De la conduite d'engins.

On observe à travers ces différentes situations que les expositions sont bien réelles en termes d'émission des poussières. C'est la raison pour laquelle la commission insiste sur les principes de prévention qui doivent prévaloir.

#### ***2.3.2.4.2. Les spécificités du secteur***

Les locaux en construction ou faisant l'objet d'aménagements importants n'étant par définition pas *en service*, et donc pas équipés de leurs installations de ventilation définitives (notion de chantiers clos et indépendants) - la pertinence des règles d'aération/assainissement des locaux de travail sur les chantiers du BTP peut être questionnée.

En outre, la plupart des chantiers fonctionnent en coactivité. Plusieurs employeurs interviennent dans un même espace avec des pratiques de mesurage potentiellement différentes. Enfin, en plus de la coactivité, les chantiers mobiles se caractérisent par leur mobilité. En effet, certains chantiers ont des périmètres de travail évolutifs. D'autres sont linéaires et se déplacent de quelques mètres chaque jour. Les protocoles de mesurage doivent effacer les effets environnementaux exogènes (proximité d'une usine, d'une exploitation agricole, etc.), ou au contraire en tenir compte.

En tout état de cause, la présence de poussières sur les chantiers est unanimement reconnue et justifie *a minima* l'application en tous lieux des principes généraux de prévention énoncés aux articles L. 4121-1 et suivants du Code du travail. Les limites de concentration des poussières inhalables sont par ailleurs applicables dans les locaux fermés.

L'OPPBTB reconnaît qu'une campagne de mesurage des poussières inhalables au sein des entreprises de BTP permettrait d'obtenir des données exploitables pour l'ensemble de la branche.

#### ***2.3.2.5. Les mines et carrières***

##### ***2.3.2.5.1. L'existence historique de mesures***

A la différence des autres secteurs d'activité examinés plus haut, celui des mines et carrières est régi par la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Il a par ailleurs l'obligation de recourir à un organisme extérieur de prévention (OEP). A ce titre, les installations de l'industrie extractive sont depuis longtemps soumises à des inspections rapprochées et disposent d'un historique significatif en matière de mesures de poussières alvéolaires non siliceuses.

Historiquement, le décret n° 94-784 du 2 septembre 1994, complétant le Règlement général sur les industries extractives (RGIE) et abrogé par le décret n° 2013-797 du 30 août 2013 actuellement en vigueur, imposait aux exploitants des mesures de poussières inhalables annuelles, mais sans VLEP définie. Le seul objectif était un objectif de réduction de l'exposition sur les postes identifiés. Pour les poussières alvéolaires, l'objectif ne s'appliquait qu'aux exploitations affichant un taux de quartz

supérieur à 1 %. L'exploitant devait alors définir des zones géographiques, qui s'apparenteraient aujourd'hui aux groupes d'exposition homogènes (GEH) également appelés groupes d'expositions similaires (GES), et devait effectuer deux mesures : une en été, une en hiver. Ces mesures permettaient de positionner ces zones géographiques sur un graphique en fonction d'une classe d'exposition (1, 2, 3 ou hors classe). Le médecin du travail se prononçait alors sur le degré d'aptitude des travailleurs à partir de leurs radiographies pulmonaires.

Aujourd'hui, les industries extractives sont régies par :

- Le décret n° 2013-797 du 30 août 2013 fixant certains compléments et adaptations spécifiques au Code du travail pour les mines et carrières en matière de poussières alvéolaires ;
- L'article R. 4222-10 sur les locaux à pollution spécifique et les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère ;
- Les règles de prévention du risque chimique des articles R. 4412-1 à R. 4412-160 dont :
  - Les règles générales de prévention des ACD (articles R. 4412-1 à R. 4412-57) ;
  - Les règles particulières applicables aux agents classés CMR (articles R. 4412-59 à R. 4412-93) (applicable depuis l'arrêté du 26 octobre 2020) ;
  - Les règles particulières à certains ACD (articles R. 4412-149 à R. 4412-160) avec la règle d'additivité.

Le décret du 30 août 2013 fixe à 5 mg/m<sup>3</sup> la valeur maximum d'exposition aux poussières alvéolaires en extérieur.

Les OEP peuvent réaliser trois types de mesures :

- Dans le cadre de l'évaluation du risque (cf. infra) : Une méthode proposée par l'Union nationale des producteurs de granulats (UNPG) distingue l'évaluation des poussières alvéolaires de celle des poussières alvéolaires siliceuses, l'évaluation se faisant ensuite par GES ;
- Dans le cadre de contrôles des poussières alvéolaires ;
- Dans le cadre de contrôles des poussières alvéolaires siliceuses.

Ainsi, entre 2014 et 2020, un OEP auditionné a indiqué avoir réalisé environ 19 000 mesures sur près de 1 200 sites appartenant à 600 entreprises. Le secteur peut par conséquent témoigner d'un long historique de mesurages lui conférant une bonne connaissance de ses circonstances d'exposition et des niveaux d'exposition.

#### *2.3.2.5.2. L'existence d'une méthode de branche*

L'UNPG, organisation professionnelle du secteur, propose à ses adhérents une méthode particulière d'évaluation du risque poussières qui repose sur des mesures systématiques préalables à la visite annuelle réglementaire de l'OEP dans l'entreprise<sup>37</sup>.

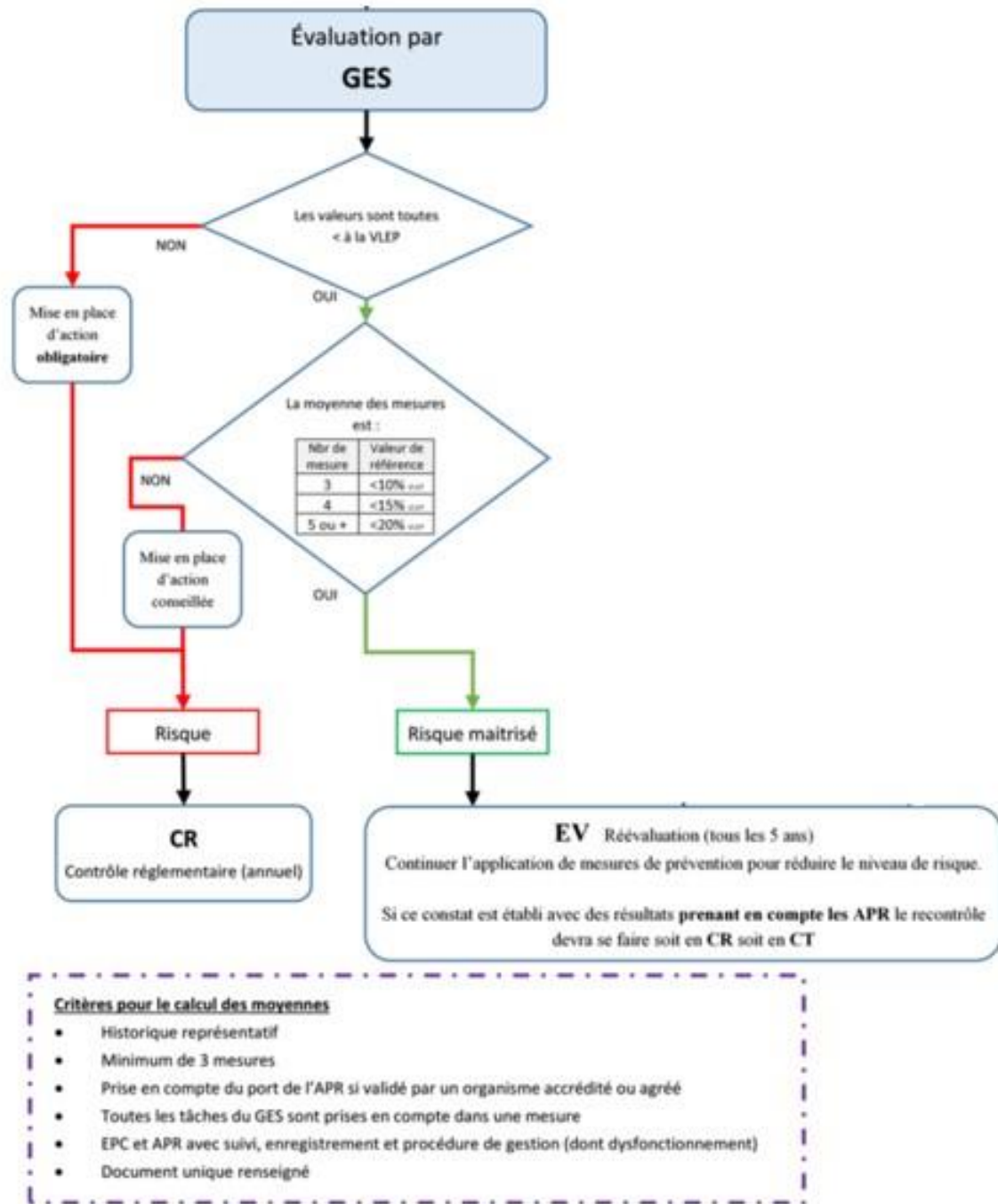
Quand il n'existe pas d'historique fiable et représentatif du GES, il est demandé à l'employeur d'effectuer au moins trois mesures. Les tâches susceptibles d'être exécutées par l'opérateur doivent toutes être prises en compte par au moins l'une des mesures. En cas de dépassement d'une VLEP sur l'une des mesures, une action doit obligatoirement être mise en place. Dans le cas contraire, la moyenne des valeurs observées doit être comparée à 10 % de la VLEP (trois mesures), 15 % de la VLEP (quatre mesures) et 20 % de la VLEP (cinq mesures et plus). Si la moyenne est conforme, le risque est considéré comme maîtrisé et une réévaluation ne sera réalisée que tous les cinq ans (sauf en cas de

---

<sup>37</sup> Guide méthodologique pour les industries extractives : prévention des risques liés aux émissions de poussières en carrières (édition mars 2017 en cours d'actualisation).

modification du poste). Ces mesures sont effectuées par des laboratoires internes, des laboratoires externes ou des organismes accrédités. Les laboratoires doivent suivre des protocoles reconnus, dont la norme NF EN 482.

## LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION



SOURCE : PREVENCEM

### 2.3.2.5.3. Des moyens de prévention adaptés aux spécificités de l'activité

Le secteur déploie l'ensemble des différentes solutions de prévention connues :

- Réduction des poussières à la source (limitation de l'émission de poussières par confinement, abattage, aspiration) ;

Exemple d'aspiration des poussières : système centralisé d'aspiration d'une criblerie



SOURCE : PREVENCEM



Exemple de confinement : capotage des cribles



Capotage arrière



Capotage latéral



Capotage par-dessus

SOURCE : PREVENCEM



Exemples d'abattage des poussières sur les pistes



SOURCE : PREVENCEM

Exemple de confinement : capotage des convoyeurs



Capotage du point de chute des matériaux sortie tapis

SOURCE : PREVENCEM



- Substitution (remplacement d'un procédé générant de la poussière par un procédé qui en génère moins : voie humide plutôt que voie sèche, travail automatisé plutôt que manuel) ;
- Intégration du risque dans les nouvelles installations (Cf. Directive machine) ;
- Planification du travail (procédures de travail, rotation des postes, commandes à distance, respect des fréquences de vérification et d'entretien des systèmes de réduction d'empoussiérage et de climatisation) ;

### Exemples de commande et suivi à distance



Commande de l'ouverture des trémies depuis la cabine du tombereau



Télesurveillance de l'installation depuis le poste de commande par PC et par vidéo

SOURCE : PREVENCEM



### Exemples de climatisation des lieux de travail (poste de travail)

Climatisation de la cabine en surpression  
Manœuvre du BRH depuis le poste de commande



SOURCE : PREVENCEM

- Protections collectives (lieu de travail confiné et climatisé, capotage des cribles et des convoyeurs, système centralisé d'aspiration des cribleries, aspiration lors des chargements sous trémie ou de la foration ou en laboratoire, aspiration des filtres à air des engins, aspiration sur les travailleurs, abattage des poussières par projection d'eau, brumisation, arrosage ou ionisation) ;

Exemple d'aspiration des poussières émises lors d'un chargement sous trémies



SOURCE : PREVENCEM

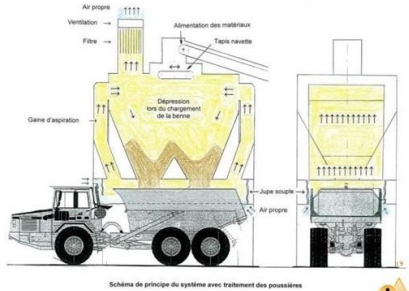


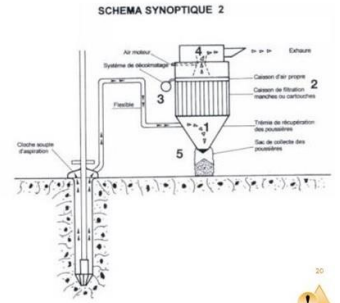
Schéma de principe du système avec traitement des poussières



Exemple d'aspiration des poussières émises lors de la foration (+ cabine climatisée)



SOURCE : PREVENCEM



Exemple d'aspiration des poussières de filtres à air des engins



SOURCE : PREVENCEM

Exemple d'aspiration des poussières sur les salariés



SOURCE : PREVENCEM



Le port du masque reste indispensable



Exemple d'abattage des poussières sortie trémie de chargement



Abattage de poussières lors du déstockage sous trémies par la projection d'eau finement pulvérisée qui crée un brouillard sous les trémies

SOURCE : PREVENCEM



- Équipements de protection individuelle.

## PROTECTION INDIVIDUELLE

### Masques anti-poussières sur batterie : Station de recharge



Armoire par salarié nominative et fermée à clé, témoin du niveau de charge, stockage des filtres et du kit de nettoyage dans l'armoire...

SOURCE : PREVENCEM



### 2.3.3. Des pratiques d'entreprises empiriques et très contrastées

#### 2.3.3.1. Un référentiel et des savoir-faire en partie décorrélés des textes

La commission s'est enquis de la manière dont les industriels du génie climatique et les installateurs de systèmes de ventilation<sup>38</sup> sont sollicités par les entreprises. Elle a examiné la façon dont ils traitent les demandes ainsi que des référentiels et normes à l'appui desquels ils le font, notamment dans le contexte nouveau des réductions énergétiques. Elle s'est particulièrement intéressée aux conditions dans lesquelles les cahiers des charges des entreprises demandeuses leur sont adressés puis à celles dans lesquelles la réception des installations est réalisée, et garantit le respect des limites de concentration réglementaires qui s'imposent à l'utilisateur.

Il en ressort en premier lieu que les installateurs interviennent surtout auprès des sociétés industrielles et peu dans les entreprises du secteur tertiaire, même si les interventions dans ce dernier tendent à croître avec la problématique montante de la qualité de l'air intérieur. Le secteur industriel recouvre une très grande variété de situations. Il couvre tout type de bâtiments, dans des secteurs d'activité très différents allant, par exemple, du dépoussiérage de plumes de canards sur un quai d'accrochage à celui d'une salle blanche de l'industrie pharmaceutique, en passant par l'industrie automobile, l'aérospatiale, l'industrie alimentaire, le bois, le ferroviaire, etc., autrement dit, toute activité génératrice de poussières.

À travers l'ensemble des éléments recueillis, la commission fait le constat d'une assez forte décorrélation entre la pratique des installateurs et les exigences réglementaires. Elle doit toutefois nuancer immédiatement son propos en précisant que cet écart ne signifie pas que les installateurs se

<sup>38</sup> Auprès d'Uniclimate, organisation professionnelle des métiers du thermique, de l'aéraulique et du frigorifique comptant environ 85 adhérents, dont plusieurs sites de production et centres de formation, de nombreuses entreprises du secteur sont de petites entreprises. Uniclimate est par ailleurs lié à d'autres métiers tels que bureaux d'études, architectes, maîtres d'ouvrage, maintenance... Uniclimate organise un salon interclimat où est présentée l'offre industrielle.

désintéressent ou s'affranchissent des objectifs réglementaires mais que le corpus juridique existant ne constitue pas à leurs yeux le référentiel à partir duquel ils peuvent répondre aux demandes de leurs clients. Un installateur important de la profession indique par exemple disposer d'une base de données de références interne, fruit de ses décennies d'expérience, pour chaque type de polluants et leurs différentes formes d'émission (vitesses d'air, de débits, performances de l'installation aéraulique). Beaucoup de témoignages soulèvent notamment les incomplétudes, incertitudes ou incohérences décelées dans les textes en vigueur parmi lesquels on retrouve de nombreux points déjà soulevés en tête du présent rapport. Ainsi, par exemple :

- ✓ « Le lexique et le champ d'application manquent de clarté pour les industriels, qui ne savent pas s'ils sont concernés ou non » ;
- ✓ « Tout d'abord, le champ lexical doit être clarifié : qu'est-ce qu'une PSES ? Une définition a été fournie, mais pas de liste. S'agit-il du complément à la liste d'ACD ? Une définition réglementaire ou légale existe-t-elle, qui pourrait être opposée aux employeurs ? » ;
- ✓ « Les clients s'interrogent de plus en plus car certains ateliers peuvent gérer deux types de poussières, y compris celles sans effet spécifique, et ne savent donc pas vers quelle réglementation se tourner ni si le respect de l'une sera pris en compte pour l'autre » ;
- ✓ « Le seuil de PSES est défini pour l'environnement et non pour le poste de travail. Or, les solutions de prévention (captage...) portent davantage sur les postes. Connaître le niveau d'empoussièrement en tout point du local, y compris où dans des zones où personne ne travaille, n'a pas de sens » ;
- ✓ « Le décret semble porter sur des valeurs d'ambiance de PSES dans les locaux à pollution spécifique, avec une tolérance si elles ne peuvent pas être mesurées, auquel cas l'exposition doit être prise en compte. Ces dispositions sont floues : l'ambiance n'est pas définie » ;
- ✓ « En cas de recyclage, il est préconisé un recyclage à 1/5<sup>ème</sup> de la VLE. Si cette valeur descend à 0,9 mg/m<sup>3</sup>, les dispositifs devront rejeter moins de 0,2 mg/m<sup>3</sup>, ce qui n'est pas accessible pour le moment, sauf à un coût particulièrement élevé mais cette préconisation émane d'une circulaire qui n'est plus en vigueur » ;
- ✓ « On s'interroge sur l'intérêt d'une absence de polluants dans une zone du local où personne ne se rend » ;
- ✓ « On n'a trouvé aucune méthodologie pour les mesures d'ambiance, comme il en existe par exemple dans l'industrie pharmaceutique pour les tests des filtres. Cette méthodologie pourrait être précisée dans un arrêté » ;
- ✓ « Les deux réglementations de prévention des risques chimiques et d'assainissement des locaux de travail entrent en collision. Même leur dimension technique n'est pas harmonieuse : l'un parle de concentration moyenne, l'autre de VLEP. Les termes ne sont pas les mêmes et les protocoles de prélèvement ne le sont sans doute pas non plus. La gestion des ateliers ayant les deux types de poussière doit être précisée, d'autant plus si deux protocoles différents sont créés, impliquant deux séries de tests et des impacts financiers » ;

Dès lors, plusieurs expressions reviennent régulièrement dans les propos illustrant la réponse des installateurs aux demandes de leurs clients : « pragmatisme, bon sens, compromis, etc. » le tout s'appuyant en revanche sur des techniques éprouvées par des retours d'expérience nombreux et les guides de ventilation de l'INRS, très souvent cités :

- ✓ « Le business repose très largement sur le bon sens, qui permet d'aller au bout d'un certain nombre de problématiques, tout en respectant la réglementation » ;
- ✓ « Les solutions se basent tant sur les besoins du client et la réglementation applicable. Les guides INRS constituent une ressource précieuse » ;
- ✓ « Un capot n'est pas toujours efficace à 100 %, mais l'ergonomie ne permet pas de faire mieux. Un capot accepté mais pas pleinement efficace est mieux qu'un capot démonté » ;

- ✓ « L'approche globale basée sur l'acceptabilité est la plus pertinente. Un simple accessoire, peu coûteux par rapport à une installation complète, peut être fourni pour permettre le nettoyage complet du poste, en complément d'un captage à la source. De telles solutions sont optimisées financièrement, critère qui rentre aussi en compte pour les clients. Un piquage sur la tuyauterie afin d'y installer un venturi fonctionnant à l'air comprimé permet que ces poussières soient envoyées dans le dépoussiéreur général sans impacter le choix et le prix du dépoussiéreur final » ;

Indépendamment des incohérences de la réglementation pointées, de nombreux témoignages d'installateurs attestent d'une assez faible maîtrise des règles et techniques essentielles applicables en matière de ventilation dans les entreprises et une chaîne d'acteurs somme toute assez peu articulée conduisant à des écueils très régulièrement soulevés :

- ✓ « La maintenance est fondamentale, mais trop d'installations ne sont pas maintenues » sachant que « Si les gaines de dépoussiérage et de ventilation ne sont pas équipées de trappes de visites, on ne peut pas les inspecter » et que « Les responsables de la maintenance doivent être impliqués, car ce sont eux qui vérifieront et nettoieront régulièrement les capots d'aspiration. S'ils ne sont pas intégrés dès le départ, la solution peut ne pas du tout correspondre à ce qu'ils attendent » ;
- ✓ « L'aspiration assainit le poste bien plus que les soufflettes, encore trop utilisées et qui remettent les poussières en suspension » ;
- ✓ « La recherche de solution doit être au plus proche des opérateurs, afin de faire prendre en compte leur manière de travailler, pour qu'ils acceptent la solution. Ne pas écouter les opérateurs représente un risque d'abandon de l'installation en quelques semaines. L'investissement a ainsi eu lieu, mais sans résultat. Leur implication est fondamentale » ;
- ✓ « Le captage à la source est priorisé, car il est plus efficace mais la conjugaison avec la ventilation générale n'est pas assurée car celle-ci est souvent gérée par le constructeur du bâtiment » Or, « de fait, capter à la source prend de l'air, chauffé l'hiver, qui doit donc être compensé ou recyclé. Dans le cas contraire, l'efficacité de l'installation est compromise » ;
- ✓ « Certains fabricants livrent des capots inadaptés, qui vont dans le sens opposé d'émission du polluant » ;
- ✓ « Les gaines de ventilation sont définies selon les débits de captage et les vitesses de transport nécessaires. Trop souvent, des clients modifient leurs installations eux-mêmes, en déplaçant un poste de travail par exemple. Même en utilisant les mêmes tuyaux, le réseau aéraulique est déséquilibré ». En effet, « Déplacer une machine et, par conséquent, un piquage, peut avoir des conséquences négatives et les gaines sont ensuite affectées par la sous-vitesse ».

### 2.3.3.2. Un besoin de cadrage des étapes clé : le cahier des charges et la réception des installations

Sans nier le pragmatisme et le savoir-faire des entreprises installatrices, la commission constate que, de manière générale, la réception des installations de ventilation n'est pas assortie d'une procédure passant par une mesure des paramètres permettant de garantir le respect des critères exigés par la loi, notamment des VLEP lorsqu'elles existent. Or, ce point lui paraît d'autant plus dommageable que seule une telle procédure, que l'on pourrait nommer le temps « T zéro » au moment de l'installation serait de nature à alléger ensuite les obligations de mesures des entreprises.

Il ressort en tout état de cause des témoignages recueillis, qu'en pratique, les niveaux de concentration en poussières sont rarement mesurés avant l'installation du système de ventilation. Ces mesures sont à la charge du client, qui les demande très rarement. Le cahier des charges de celui-ci n'indique d'ailleurs pas toujours les valeurs à respecter, notamment pour les poussières inhalables, une

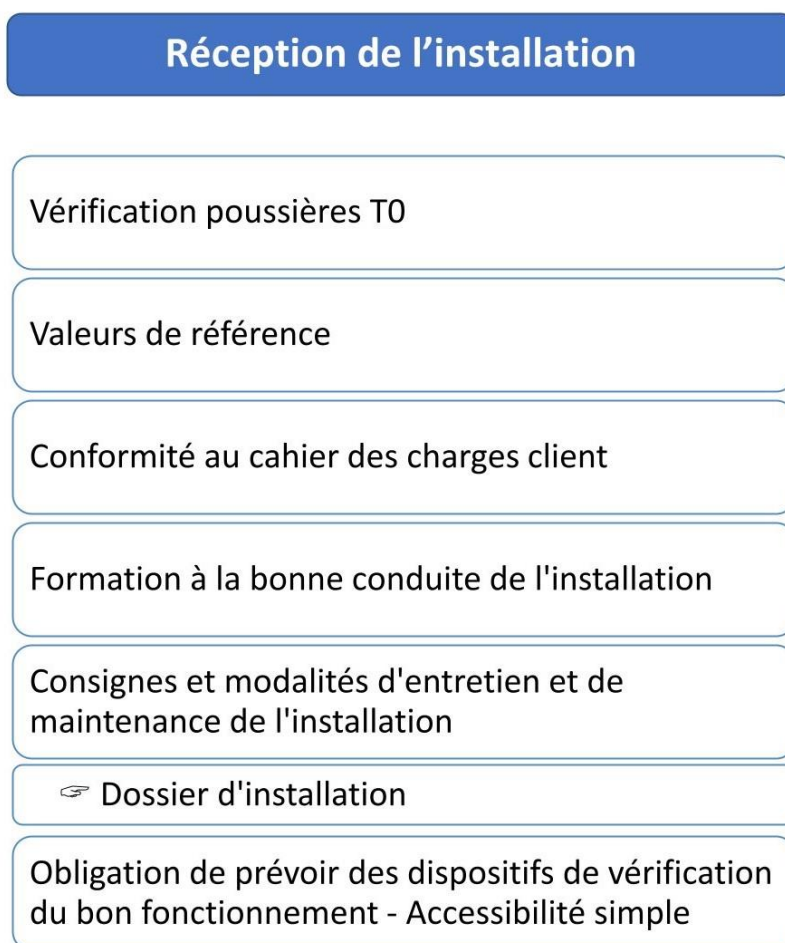
attention plus particulière étant accordée aux ACD. Il apparaît également que la corrélation entre l'installation et le respect des dispositions réglementaires résulte le plus souvent, de la part de l'installateur, d'une caractérisation de la pollution, d'un calcul des surfaces concernées et d'une analyse de l'organisation de l'atelier permettant, à partir de la documentation et de l'expérience, de définir les vitesses d'air nécessaires. Une mesure de vérification du respect des limites de concentration n'est en général pas non plus réalisée par le client après la réception de l'installation. Il est donc généralement procédé à des tests fumigènes, censés prouver l'efficacité du captage. Certains clients procèdent eux-mêmes à des mesures, bien que rarement, et font en principe remonter des valeurs conformes aux VLEP. Des cas de valeurs non conformes ont été mentionnés, notamment dans le secteur du bois, mais trouvent des explications telles que, par exemple, le non-respect des instructions par l'opérateur ou l'ouverture du bâtiment faisant entrer de la pollution ou dispersant les poussières au moment des mesures.

L'absence de procédure obligatoire de réception des installations apparaît d'autant plus surprenante que le coût de ces dernières est souvent élevé et que, dans un domaine proche, la pratique de réception préalable d'un équipement de travail neuf ou d'occasion (achat d'une machine dangereuse) par un organisme accrédité pour vérifier sa conformité réglementaire avant de la mettre en service est courante et acceptée des entreprises.

La commission suggère par conséquent d'encadrer les étapes clé d'un processus d'implantation d'un nouveau système de ventilation :

- En amont du projet, en mettant à disposition des entreprises des outils relevant du droit souple tels qu'un guide, un référentiel ou une recommandation décrivant la démarche méthodologique devant procéder à l'élaboration du cahier des charges que l'entreprise doit adresser aux installateurs. Un modèle de cahier des charges guidant l'employeur dans l'ensemble des questions qu'il doit se poser et des conditions qu'il doit préciser dans sa demande en fonction du résultat qu'il souhaite atteindre, permettrait en outre aux installateurs de répondre à des exigences précises. Ce document pourrait être établi notamment par les organismes de prévention, en lien avec des représentants des entreprises du génie climatique, puis soumis à l'examen de la CS3 du COCT avant diffusion ;
- En aval du projet, en introduisant une procédure réglementaire de réception de l'installation de ventilation de nature à garantir que les performances de cette dernière permettent d'être sensiblement en dessous des limites de concentrations légales. En contrepartie de cette procédure, de nature à sécuriser toutes les parties, l'obligation de mesures périodiques des concentrations en poussières inhalables pourra être espacée au profit d'une vérification de l'efficacité de captage. Cette procédure de réception, résumée dans le tableau ci-dessous, comprendrait les étapes suivantes :
  - 1) Une vérification des concentrations en poussières inhalables globales lors de la mise en service de l'installation ;
  - 2) La constitution d'un dossier des valeurs de référence permettant de vérifier ultérieurement le maintien de la performance du système de ventilation dans le temps ;
  - 3) Le respect du cahier des charges initial du client ;
  - 4) La formation par l'installateur des personnes désignées par le client pour assurer une bonne conduite de l'installation ;
  - 5) L'élaboration des consignes d'entretien ;
  - 6) La vérification de la faisabilité des actions d'entretien et de contrôle requises (accessibilité, etc.).

Figure 1 : Schéma d'une procédure de réception d'une installation de ventilation



### 2.3.3.3. Des vérifications périodiques peu réalisées malgré un cadre prescrit détaillé

L'ensemble des éléments recueillis par la commission tend à montrer que les dispositions relatives au contrôle périodique des systèmes de ventilation destinés au captage et à l'évacuation des poussières inhalables sont peu ou très imparfaitement mis en œuvre en pratique, malgré l'existence d'un cadre prescrit détaillé : « *En définitive, les entreprises réalisent peu ou pas les dossiers de valeurs de référence (constats partagés par plusieurs d'entre nous) et lorsqu'il y a un semblant de dossier, la mesure d'efficacité de captage est absente, notamment lorsqu'il s'agit de poussière* ».

Pourtant, aux termes de l'arrêté du 8 octobre 1987, l'employeur doit tenir à jour un dossier d'installation du système de ventilation comprenant :

- Une notice d'instruction pour les nouvelles installations et celles ayant fait l'objet de modifications notables ; cette notice doit notamment comporter un dossier de valeurs de référence (DVR) fixant les caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'installation qui garantissent le respect de l'application des spécifications réglementaires et permettent les contrôles ultérieurs par comparaison.
- Une consigne d'utilisation des installations.

La notice doit aussi comporter un dossier de maintenance où sont mentionnés les dates et les résultats des contrôles périodiques et des différentes opérations d'entretien et de nettoyage ainsi que les aménagements et les réglages qui ont été apportés aux installations.

Le DVR, indispensable pour le bon déroulement des contrôles périodiques ultérieurs, doit être établi, au plus tard, un mois après la première mise en service des installations. Dans les installations existantes, il l'est soit lors de contrôles à l'initiative de l'employeur, soit lors de contrôles prescrits par l'inspecteur du travail. En outre, dans les locaux à pollution spécifique, le DVR doit comporter :

- L'indication du ou des polluants représentatifs de la pollution ambiante ;
- Le débit d'air extrait par chaque système de captage ainsi que les pressions statiques ou les vitesses d'air, en différents points caractéristiques de l'installation, associées à ces débits ;
- Le débit global d'air extrait ;
- L'efficacité de captage minimale des systèmes d'aspiration, obtenue par conformité à des normes en vigueur (compte tenu des débits et de la géométrie des capteurs) ou par mesure lorsqu'il n'existe pas de norme ou lorsque cette efficacité est susceptible d'être réduite par l'existence de mouvements de l'air perturbateurs ;
- Les caractéristiques des systèmes de surveillance mis en œuvre et des moyens de contrôle de ces systèmes ;
- Lorsque les installations comportent un système de recyclage : le débit d'air neuf introduit dans les locaux, l'efficacité minimale des systèmes d'épuration et dans le cas de poussières, l'efficacité par tranches granulométriques, ces indications étant celles fournies par les constructeurs ou par des mesures initiales, la concentration en poussières inhalables ou en autres polluants en différents points caractéristiques de la pollution dans l'atelier et dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé, et le système de surveillance mis en œuvre et moyens de contrôle de ces systèmes.

Les contrôles périodiques doivent être effectués au moins annuellement. Ils portent sur le contrôle du débit global d'air extrait par l'installation et sur celui des pressions statiques ou des vitesses aux points caractéristiques de l'installation, notamment au niveau des systèmes de captage ainsi que sur l'examen de l'état de tous les éléments de l'installation (système de captage, gaines, dépoussiéurs, épurateurs, systèmes d'apport d'air de compensation...). Les contrôles deviennent semestriels lorsqu'il existe un système de recyclage. Ils portent alors sur la concentration en poussières inhalables ou en autres polluants dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé.

La faiblesse des contrôles périodiques effectivement réalisés en entreprise est d'autant plus dommageable qu'une surveillance des performances de l'installation est plus aisée à mettre en œuvre qu'une campagne de mesures des limites de concentration en poussières inhalables. Elle permet de garantir une efficacité de captage présumant le respect de ces dernières, dès lors que les conditions de fonctionnement de l'installation n'auraient pas été modifiées depuis sa mise en service (un débit d'air est plus simple à contrôler que le niveau d'empoussièrement au poste de travail).

La commission suggère par conséquent d'alléger la périodicité des mesures de concentration des poussières inhalables au profit d'une vérification périodique des installations de ventilation après toilettage de l'arrêté du 8 octobre 1987. (Cf. recommandation n°6)

#### 2.3.3.4. La nécessaire professionnalisation des acteurs : une expérience locale à généraliser

La commission constate que l'offre du marché en matière d'installations de ventilation est variée et se répartit entre quelques entreprises de grande taille particulièrement expertes et un nombre important de TPE dont les moyens et la connaissance même des principes de ventilation n'est pas toujours optimale. Le même constat se retrouve dans les entreprises, où les compétences requises pour la maintenance interne des équipements et le respect des performances des aspirations font souvent défaut. Ce point, de l'avis de tous, apparaît comme l'un des plus sensibles et révèle un besoin important de formation, à l'installation comme à la maintenance, car il est connu que les systèmes de ventilation perdent en efficacité dans le temps, parfois très rapidement, mais que les entreprises ne réalisent pas nécessairement l'entretien nécessaire.

S'agissant des installateurs, une expérience régionale lancée depuis plusieurs années par la Carsat Nord-Est mérite en particulier d'être mise en avant. Celle-ci a en effet décidé, pour prévenir le risque chimique, d'agir directement auprès des distributeurs et des installateurs. Elle ne leur délivre pas de label mais anime un réseau de professionnels<sup>39</sup> régulièrement réunis pour échanger, qu'elle aide à monter en compétences pour déployer de bonnes pratiques. Les professionnels qui souhaitent rejoindre le réseau bénéficient d'une journée de formation, qui reprend les principes généraux de la ventilation. Une quinzaine de ces journées initiales ont ainsi été réalisées à ce jour, durant lesquelles ont aussi été abordés les guides INRS, les bonnes pratiques de devis et les modalités à mettre en œuvre pour réceptionner et contrôler les installations de ventilation.

Une réunion plénière est en outre organisée chaque année, afin que les professionnels actualisent leurs compétences et échangent entre eux. Une présence au moins une fois tous les trois ans est requise pour rester dans le réseau, dont la liste des membres est publique. Les sujets traités portent sur l'actualité et les souhaits qu'ils ont exprimés, tels que les poussières de bois, le radon, la qualité de l'air intérieur, les problématiques ATEX, le traitement de surface, le bruit et, dernièrement, les futures limites de concentrations en poussières inhalables. Les présentations sont assurées par des membres de la Carsat, de l'INRS ou de l'INERIS. Depuis le démarrage du réseau, 135 membres ont été formés et 110 sont toujours actifs, étant précisé que le secteur est marqué par un turnover élevé. 44 % des professionnels dépendent d'une structure qui n'est pas basée dans le quart nord-est et intervient donc ailleurs sur le territoire.

La Carsat suit notamment l'évolution de la qualité des devis à travers les projets de nouvelles installations ou d'aménagements d'installations existantes pour lesquelles les entreprises sollicitent son avis et son appui, en vérifiant et évaluant la présence de certains critères. En 2016, 20 % des devis étaient jugés satisfaisants, ils sont désormais entre 70 et 80 %. La Carsat forme donc ces professionnels et leur apporte des éléments pour répondre au mieux aux demandes. Elle leur demande en outre de mettre à disposition des entreprises les valeurs de référence et le dossier d'installation qui font souvent défaut, s'appuyant pour cela sur la note ED 6366 de l'INRS pour le protocole de réception des systèmes de captage à la source. Une étude de l'INRS a ainsi montré que seules 20 % des installations étaient correctement réceptionnées.

---

<sup>39</sup> « Car-In-Vent : Le réseau des installateurs de ventilation : Créé à l'initiative du Centre Interrégional de Mesures Physiques de l'Est (CIMPE), ce réseau regroupe des distributeurs/installateurs qui sont quotidiennement en relation avec des entreprises porteuses d'un projet de ventilation. Le Département Prévention des Risques Professionnels de la Carsat Nord-Est anime le réseau « Car-In-Vent » et assure la formation des installateurs/distributeurs de matériels de ventilation aux bonnes pratiques du Réseau Assurance Maladie – Risques Professionnels.

Le référencement mis en place par la Carsat porte sur les personnes formées, nominativement recensées, et non sur l'entreprise. Lorsqu'un professionnel change d'entreprise, un exercice de devis-type lui est redemandé, car les devis varient selon les outils existant dans l'entreprise. Les professionnels référencés sont membres du réseau pour une durée indéterminée, sous réserve d'une participation à une plénière tous les trois ans au moins. Avec l'ancienneté croissante du réseau, la question des modalités de recyclage est toutefois posée car la seule journée de formation initiale, axée sur la performance des installations, ne suffit sans doute pas, et ce d'autant plus que les connaissances des professionnels apparaissent très hétérogènes et que beaucoup apprennent le métier sur le tas et manquent de théorie.

Cette démarche de référencement, par son caractère souple et dynamique, offre de nombreux avantages. Elle présente en particulier l'intérêt de ne pas sélectionner les membres du réseau selon la qualité de leurs prestations et cherche au contraire à accompagner ceux qui manquent de compétences en les tirant vers le haut. Une extension nationale du dispositif est souhaitée par le réseau de prévention des Carsat d'ici 2024. La commission ayant constaté qu'une part importante des performances des installations et donc du respect de la réglementation reposait sur la compétence des installateurs, tant dans les phases d'ingénierie que de mise en place, elle estime que l'expérience de la région Nord-Est mérite d'être généralisée. Une telle initiative entre en effet pleinement dans les orientations stratégiques du 4<sup>ème</sup> plan santé au travail et notamment son objectif n°1 qui prévoit de rendre plus accessibles et effectives l'évaluation des risques et les démarches de prévention qui en découlent (ce qui implique d'accompagner l'employeur) de renforcer les dispositifs de sensibilisation et de formation en santé et sécurité au travail, et de prendre en compte les exigences de sécurité et de santé dès la conception des locaux<sup>40</sup>, des équipements, des procédés et des organisations du travail.

**Recommandation à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention :**

**Formation des installateurs et des professionnels de maintenance**

- Accompagner la montée en compétence des professionnels intervenant dans le domaine de la ventilation/aération des lieux de travail, en animant, à l'échelle nationale, un réseau à l'image de celui déployé par la Carsat Nord-Est.
- Renforcer l'offre de formation à destination des opérateurs de maintenance internes dans les entreprises.

---

<sup>40</sup> Action 1.3 : AGIR EN AMONT SUR LA CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS ET DES LIEUX DE TRAVAIL : « La prise en compte du travail réel lors de la phase de conception d'un bâtiment ou d'un aménagement/ réaménagement d'un espace de travail est d'une importance capitale pour s'assurer que, lors de leur utilisation, l'environnement soit adapté à la réalisation de l'activité attendue dans des conditions de travail optimales et ainsi d'éviter certains écueils plus difficiles à corriger a posteriori (...). Il s'agit donc de promouvoir les bonnes pratiques sur ces différents aspects et de proposer des accompagnements dédiés.

Effet attendu : Améliorer le cadre bâti professionnel neuf et existant ainsi que l'environnement de travail pour réduire les risques d'accidents du travail et prévenir les maladies professionnelles. Exemple de livrables : (...); accompagnement des acteurs de la conception (MOA, MOE voire CSPS) à l'intégration de la prévention des risques professionnels dès cette phase de conception ».

## 2.4. L'état de l'art en prévention : techniques et moyens disponibles en matière d'aération/assainissement dans les locaux à pollution spécifique

### 2.4.1. La prévention repose sur un nombre restreint de principes robustes et stables

Les dispositions essentielles du Code du travail en matière d'aération/assainissement des locaux à pollution spécifique sont régies de longue date par moins d'une dizaine d'articles réglementaires (R. 4222-10 et suivants) fixant des principes de prévention stables et robustes qui peuvent être résumés comme suit.

Pour chaque local à pollution spécifique :

- ✓ La **ventilation** doit être réalisée et son débit déterminé en fonction de la nature et de la quantité des polluants et le débit minimal d'air neuf ne peut être inférieur aux valeurs fixées pour les locaux à pollution non spécifique ;
- ✓ Les émissions sous forme d'aérosols de particules solides, gênantes ou dangereuses pour la santé des travailleurs, doivent être **supprimées** lorsque les techniques de production le permettent, par exemple par la mise en œuvre de procédés d'humidification en cas de risque de suspension de particules ;
- ✓ À défaut, elles doivent être **captées au plus près de leur source d'émission** au fur et à mesure de leur production, en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants ainsi que des mouvements de l'air ;
- ✓ S'il n'est techniquement pas possible de capter à leur source la totalité des polluants, les polluants résiduels doivent être évacués par la **ventilation générale** du local ;
- ✓ Les installations de captage et de ventilation doivent garantir que **les concentrations dans l'atmosphère ne soient dangereuses en aucun point** pour la santé et la sécurité des travailleurs et qu'elles restent inférieures aux VLEP fixées pour les ACD ;
- ✓ Lorsque les limites des concentrations des poussières inhalables ne peuvent être respectées en tout point d'un local à pollution spécifique, l'employeur doit mettre en œuvre les **mesures organisationnelles** nécessaires pour que l'exposition des travailleurs **ne dépasse pas en moyenne ces limites sur une période de huit heures** ;
- ✓ Les dispositifs d'**entrée d'air compensant les volumes extraits** doivent être conçus et disposés de façon à ne pas réduire l'efficacité des systèmes de captage ;
- ✓ L'air pollué ne peut être **recyclé** que s'il est efficacement **épuré** de sorte que les concentrations de poussières dans l'atmosphère du local demeurent inférieures aux limites des poussières globales et de celles soumises à VLEP ;
- ✓ Si l'exécution des mesures de protection collective précitées est impossible, des **équipements de protection individuelle** adaptés (EPI) doivent être mis à la disposition des travailleurs. L'employeur doit alors prendre les mesures nécessaires pour que ces EPI soient effectivement utilisés.

Ces règles, bien qu'antérieures à la parution des principes généraux de prévention figurant en tête de la partie IV du Code du travail, sont fidèles à ces derniers. Elles constituent une véritable démarche de prévention, sur lesquelles les recommandations de ce rapport s'appuient largement ci-après. Elles donnent à voir **un ordre de priorité** logique, résumé dans le schéma ci-dessous, qui devra guider les guides de branche et les démarches entreprises par l'employeur pour être en conformité avec les nouvelles concentrations en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2023.

## 2.4.2. Des techniques de ventilation efficaces, éprouvées et disponibles

Les principes et règles de ventilation/aération des locaux de travail font l'objet de longue date de guides techniques élaborés notamment par l'INRS, dont les solutions sont éprouvées. Ces documents contiennent des règles générales et des indications de valeurs qui n'ont pas de portée normative mais font référence auprès de tous les acteurs et parties prenantes rencontrés. Ils peuvent à ce titre être assimilés aux règles de l'art en la matière et comme un moyen pour aider l'employeur à satisfaire ses obligations réglementaires. La liste des principaux guides utiles pour le traitement des poussières est jointe en annexe 7 du présent rapport.

Les développements ci-dessous rappellent de manière synthétique les principaux points, bien connus des préventeurs, à l'appui desquels la commission a réalisé l'inventaire qui lui était demandé pour apprécier les moyens existants à la disposition des entreprises pour observer les concentrations limites de poussières entrant en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2023. Ce rappel apparaît d'autant plus nécessaire qu'il est ressorti de toutes les auditions et visites de la commission que des règles élémentaires de ventilation sont encore souvent méconnues ou inappliquées alors qu'elles seraient de nature, à bas coût, de réduire substantiellement les expositions aux poussières.

### 2.4.2.1. Caractéristiques générales des installations de ventilation

La nécessité de ventiler les locaux de travail résulte en premier lieu du constat selon lequel, les personnes vivant entre 80 et 90 % dans un lieu clos, il importe que les charges thermiques soient supportables, que l'humidité soit limitée et que les odeurs et les polluants soient évacués.

En milieu professionnel, chaque activité se caractérise par des polluants spécifiques, un environnement particulier, des contraintes techniques, économiques, etc. qui appellent des solutions de ventilation adaptées à chaque cas particulier. Ces solutions reposent néanmoins toujours sur deux grandes catégories : la ventilation locale d'une part (captage au poste de travail), la ventilation générale d'autre part (évacuation du polluant dilué dans l'atmosphère). Un système de ventilation locale se compose d'un dispositif d'aspiration captant l'air d'une source polluante localisée, lequel est transporté par des conduits, épuré et rejeté. Un système de ventilation générale, naturelle ou mécanique, concerne la globalité du local et consiste à introduire de l'air et en parallèle à en extraire autant. Les deux systèmes ne s'excluent pas mais n'ont pas la même finalité ni la même efficacité. Ils sont en général complémentaires mais doivent être conçus et installés comme tels pour constituer un ensemble cohérent afin que leur coexistence ne conduise pas à des effets antagonistes, fréquemment rencontrés sur le terrain.

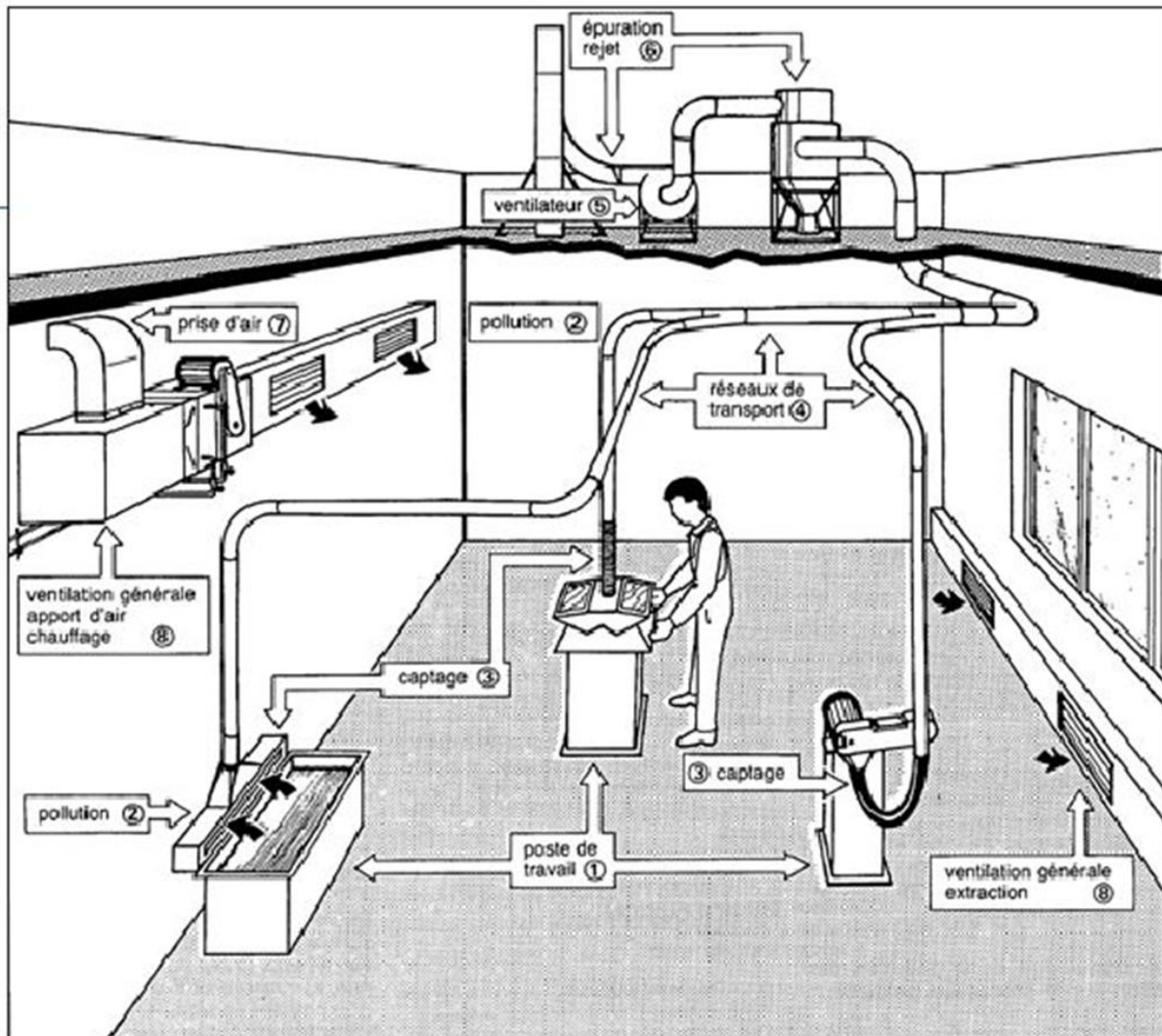
Ainsi, le captage à la source constitue un traitement ciblé, mis en œuvre pour éviter la dispersion des polluants à l'intérieur du local et éviter tout contact des travailleurs avec le polluant. Le débit d'air requis est limité, ce qui réduit les déperditions, les coûts d'investissement, de fonctionnement et de chauffage. C'est donc le dispositif qui doit être privilégié dans tout local à pollution spécifique.

Au contraire, la ventilation générale ne peut à elle seule être utilisée pour éliminer les polluants d'un local, sauf dans les cas très rares où il n'existe pas d'autre solution (sources de polluants mobiles par exemple) ou lorsque ces polluants sont très peu toxiques, présents en très faibles quantités et que les travailleurs se tiennent à une distance suffisante de la source. Une formule mathématique illustre l'inadaptation de cette solution en prenant en compte le débit d'air neuf à introduire dans le local, la concentration de polluant éventuellement introduite dans cet air neuf (souvent nulle), la concentration de polluant tolérée dans le local et un coefficient de sécurité lié à la non-uniformité de répartition du débit. Selon cette formule, dans le cas d'un atelier de menuiserie avec des poussières de bois dont la VLEP est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup>, le recours à la seule ventilation générale nécessiterait un débit d'air d'un million de m<sup>3</sup> par heure pour évacuer le polluant ! Par ailleurs, à supposer cette solution

irréaliste retenue, la ventilation générale présente l'inconvénient majeur de disperser le polluant sans l'éliminer totalement.

En revanche, la ventilation générale, qui présente l'avantage de procéder à un renouvellement permanent de la totalité de l'air, peut être utilisée en tant que solution complémentaire pour diluer et évacuer les polluants résiduels. Une ventilation mécanique est en outre souvent indispensable pour compenser l'air extrait par les dispositifs de captage et maintenir l'efficacité de ces derniers, ainsi que dans toutes les situations où la pollution n'est pas localisée mais diffuse et que l'ambiance générale de travail ne peut donc donner lieu à un captage à la source. Elle peut également être utilisée pour optimiser le confort et limiter les déperditions en conditionnant l'air neuf introduit et diffusé (température du local et humidité). Elle est enfin la technique principale utilisée pour la ventilation des locaux à pollution non spécifique (pollution liée à la seule présence humaine), non visés dans le cadre du présent rapport.

Figure 2 : Principes généraux de ventilation et de captage à la source dans un atelier



SOURCE : GUIDE PRINCIPES GENERAUX DE VENTILATION WWW.INRS.FR

### 2.4.2.2. Prérequis d'un dispositif de captage

Lorsque le captage est mis en place, encore faut-il s'assurer qu'il obéisse à des principes de base que l'on se contentera ici de rappeler succinctement. Neuf grands principes de captage, dont l'application doit être combinée, sont ainsi établis :

- 1) Envelopper au maximum la zone de production des polluants (dans une enceinte, une cabine ou avec des parois, des rideaux, pour diminuer la surface « d'échappatoire » et réduire les effets des courants d'air du local) ;
- 2) Capturer au plus près de la zone d'émission (l'efficacité de l'aspiration diminue très rapidement avec la distance et capturer au plus près limite en outre les débits nécessaires) ;
- 3) Placer le dispositif d'aspiration de sorte que l'opérateur ne soit pas placé entre celui-ci et la source de pollution (le mouvement de l'air propre doit se faire dans le sens opérateur --> source de pollution --> dispositif d'aspiration<sup>41</sup>) ;
- 4) Utiliser les mouvements naturels des polluants (Si des particules sont projetées à grande vitesse, le dispositif de captage doit être placé de façon qu'il intercepte le trajet des poussières. Si de l'air pollué chaud est émis, le dispositif de captage doit être placé de manière à utiliser la force ascensionnelle des gaz chauds, etc.) ;
- 5) Induire une vitesse d'air suffisante (Pour s'opposer aux courants d'air et mouvements initiaux de l'air pollué. Les vitesses à mettre en œuvre dépendent du type d'application, de la toxicité et des débits de polluant, des courants d'air, de la force ascensionnelle des gaz chauds, etc.)<sup>42</sup> ;
- 6) Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage (les vitesses d'aspiration doivent être réparties le plus uniformément possible pour éviter les fuites d'air pollué par les zones de plus faible vitesse d'aspiration)<sup>43</sup> ;
- 7) Compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes ;
- 8) Éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique ;
- 9) Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf<sup>44</sup>.

Par ailleurs, la conception des installations de captage doit obéir à certaines caractéristiques selon la technique de captage retenue parmi les trois grandes catégories identifiées ci-dessous :

- 1-Captage enveloppant, par capotage intégral ou partiel, dont l'efficacité est la plus grande ;
- 2-Captage récepteur, recourant à une hotte ou un capot aspirant ;
- 3-Captage inducteur, recourant à un orifice d'extraction distant.

La nature des polluants et les performances attendues influencent bien-sûr le choix de la solution à privilégier. Ainsi, par exemple, pour une efficacité de captage de 100 % au moyen d'un débit d'air minimum, les grosses particules (taille supérieure à 50 µm selon § 2.1.2.1) et les copeaux pourront être captés directement dans le circuit en prenant en compte leur vitesse initiale et leur masse avec une

---

<sup>41</sup> Une erreur fréquemment constatée, par exemple, consiste à faire sécher des pièces fraîchement vernies ou peintes dans le dos de l'opérateur, plaçant ce faisant ce dernier dans le flux des vapeurs de séchage captées par la cabine de peinture. Dans le cas des poussières, il peut s'agir d'un travailleur contraint de tourner autour d'une pièce volumineuse pour la polir, l'obligeant ce faisant à se trouver entre l'aspiration et la pièce pendant une partie de l'opération.

<sup>42</sup> Les particules sont projetées à une certaine vitesse et cette vitesse initiale doit être utilisée pour les capter. En cas de captage par induction, le courant d'air créé doit être suffisant, faute de quoi une partie de l'air sera aspirée tandis qu'une autre se propagera dans le local.

<sup>43</sup> Une hotte peut aspirer trop au centre et laisser l'air « recirculer » sur les côtés. Les polluants sont alors renvoyés dans l'atmosphère, ce qui advient lorsque, pour des raisons d'économie d'énergie, il est choisi de ne pas placer de grille afin de ne pas générer de perte de charge. La solution consiste alors à freiner l'écoulement en positionnant une grille pour uniformiser les vitesses.

<sup>44</sup> Ces trois derniers principes ne sont pas directement liés au captage mais en conditionnent l'utilisation ou l'efficacité.

solution de *captage récepteur* tandis que les particules fines pourront l'être par *captage enveloppant ou inducteur*.

Un design optimal du système de captage et son bon positionnement permettent en tout état de cause de limiter les débits de ventilation de l'atelier, le coût des installations de filtration et la consommation d'énergie consécutive à l'utilisation des ventilateurs, du chauffage et de l'air de compensation.

Parmi les écueils à prendre en compte et pouvant conditionner l'utilisation des aspirations, la commission attire en outre l'attention sur le bruit pouvant être généré par la ventilation, qui peut être traité en appliquant des règles techniques de conception acoustique des installations afin de réduire les nuisances sonores des ventilateurs. De même, le captage d'air chaud l'hiver, ou inversement frais l'été, rejeté à l'extérieur implique de réintroduire en compensation un air extérieur réchauffé ou refroidi ce qui, dans certaines entreprises, peut entraîner des débits très importants et se répercuter sur les factures énergétiques<sup>45</sup>. La perte de charge des circuits de ventilation et des organes de filtration peut aussi être excessive en raison d'erreurs de conception ou de dimensionnement, ou encore parce que les systèmes d'épuration d'air accumulent de la poussière et ne sont pas régulièrement maintenus.

Finalement, la commission retient que si la technique du captage apparaît très documentée, les principes qui la régissent, qui semblent pourtant relever du bon sens, ne sont en pratique pas toujours observés ou s'avèrent de mise en œuvre complexe dans les ateliers, sans une bonne maîtrise des techniques aérauliques. La pire situation envisageable est bien entendu celle de l'absence totale de captage, rencontrée en particulier dans les petites entreprises ou ateliers. L'installation d'un tel dispositif peut cependant fréquemment être préconisée et mise en œuvre. En revanche, il existe des situations plus complexes où plusieurs postes de travail sont situés à proximité les uns des autres et créent des formes de concurrence et perturbations entre les aspirations, révélant le caractère non intuitif de l'aéraulique et les effets contraires qui peuvent notamment se produire lorsque les interventions sur les installations ne sont pas maîtrisées. De nombreuses remontées font ainsi état de situations dégradées à la suite de modifications dans des ateliers où l'installation initiale avait pourtant été bien pensée, des systèmes coûteux fonctionnant alors parfois en pure perte.

La commission insiste sur le fait que la faible efficacité des aspirations aux postes de travail constatée par les travailleurs et les responsables d'entreprise peut leur laisser supposer que le captage est inefficace et les dissuader de son utilisation alors qu'elle résulte souvent d'une mauvaise mise en œuvre des installations. C'est le cas en particulier des systèmes de ventilation complexes, dotés de nombreuses prises d'air, dont l'équilibre peut rapidement être perturbé, par exemple en cas de changements d'implantations des machines dans l'atelier, alors que ces pertes d'efficacité sont souvent le fruit d'un mésusage, par défaut de formation ou d'entretien, quand elles ne trouvent pas leur origine dans la conception même ou le montage des installations. La commission a en particulier recensé, parmi un certain nombre d'écueils récurrents, l'absence de prise en compte du travail réel des opérateurs (exemple : le besoin de visibilité de la zone de travail qui conduit à retirer un capotage enveloppant translucide car il est empoussiéré).

#### **2.4.2.3. Dispositifs d'épuration de l'air**

Le traitement des effluents de particules solides captées par les dispositifs de ventilation localisée dans les ateliers peut être assuré par diverses techniques d'épuration de l'air (séparation des poussières et de l'air avant rejet). On distingue ainsi :

1. Les séparateurs mécaniques : tricots métalliques, filtres à chicanes, cyclones ;
2. Les électrofiltres : filtration électrostatique ;
3. Les filtres à air à médium fibreux ;

---

<sup>45</sup> Le CETIAT et l'ADEME ont créé un site internet ([www.ventilation-industrie.fr](http://www.ventilation-industrie.fr)) qui aborde plus particulièrement le sujet de la consommation énergétique, tout expliquant les principes de la ventilation et ses aspects réglementaires.

#### *2.4.2.3.1. Les séparateurs mécaniques*

Une première classe de séparateurs mécaniques est constituée par des tricots métalliques, composés de treillis de fils d'acier qui permettent d'arrêter efficacement les graisses et sont ainsi utilisés plus particulièrement pour les hottes de cuisine. Leur efficacité de filtration augmente au fur et à mesure de leur colmatage, par l'effet du dépôt des particules, tant que leur perte de charge reste compatible avec le bon fonctionnement de l'installation et qu'ils n'occasionnent pas de réduction excessive du débit d'air. Ils doivent ensuite être nettoyés ou remplacés suivant leur état mécanique. Ces systèmes constituent un premier étage de filtration, car ils arrêtent les plus grosses particules (aucune particule n'est arrêtée jusqu'à 2  $\mu\text{m}$  ; en général 40 à 60 % des particules sont arrêtées jusqu'à 5  $\mu\text{m}$ ). D'autre part, l'efficacité d'un tel filtre dépend de la vitesse de l'air. Le dimensionnement du système de ventilation doit donc tenir compte des débits de filtration.

Les filtres à chicanes sont légèrement plus efficaces. Les particules cheminent entre les chicanes et les plus grosses d'entre elles sont arrêtées par effet d'inertie. Ces filtres retiennent peu de poussières, mais fonctionnent toujours en raison de leur faible colmatage (ils sont très efficaces sur les aérosols liquides en raison d'un effet de coalescence).

Les systèmes de type cyclonique, enfin, consistent à effectuer une centrifugation. Leur efficacité est, là encore, limitée aux particules supérieures à 2  $\mu\text{m}$ . Ces systèmes représentent en outre un coût énergétique important en raison de leur perte de charge élevée. Ils sont néanmoins très compacts et permettent d'équiper des machines mobiles.

#### *2.4.2.3.2. La filtration électrostatique*

Dans les systèmes électrostatiques, les particules qui parviennent dans le système de filtration reçoivent une charge électrique positive lors de leur passage devant un condensateur, puis sont transportées par l'air sur d'autres plaques qui les collectent. Ces systèmes sont de plus en plus utilisés pour les fumées de soudage. Ils retiennent de nombreuses particules au-delà de 1  $\mu\text{m}$ .

Contrairement aux séparateurs mécaniques et aux média filtrants, ils offrent l'avantage de ne pas subir d'effet de colmatage et le débit d'air est relativement constant durant leur utilisation. Leur coût est élevé, mais ils sont très efficaces et nécessitent une maintenance réduite, limitée essentiellement au nettoyage des plaques collectrices des poussières.

Ces systèmes peuvent en revanche émettre de l'ozone, point qu'il s'agit de surveiller, tempéré toutefois par le fait que les polluants sont évacués vers l'extérieur. L'humidité de l'air doit également être prise en compte afin d'éviter des effets d'arc électrique.

En résumé, un tricot métallique peut suffire pour des particules de grande taille, tandis qu'un séparateur électrostatique sera plutôt utilisé pour des particules plus fines.

#### *2.4.2.3.3. Les filtres à air à médium fibreux*

Les filtres à air à médium fibreux, sont des dispositifs permettant d'arrêter les particules de taille approximativement comprise entre 0,1 à 3  $\mu\text{m}$ , très utilisés en ventilation générale. Ils sont de forme plane, de taille normalisée de 610 x 610 mm, fabriqués en fibre de verre ou autre fibre synthétique. Ils sont adaptés à tous types de particules et peuvent être très efficaces, sous réserve de bien contrôler leur colmatage et procéder à leur remplacement dès que leur limite de perte de charge est atteinte.

À titre d'illustration le tableau suivant illustre les avantages et les inconvénients des différents systèmes évoqués dans ce chapitre.

Tableau 7 : Avantages/inconvénients de différentes techniques filtrantes pour les brouillards d'huile

Technique	Tricot métallique	Séparateur centrifuge	Média filtrant	Séparateur électrostatique
Avantage	Maintenance réduite	Maintenance réduite	Diversité	Efficacité élevée
Inconvénient	Efficacité faible (préfiltre)	Perte de charge élevée	Encrassement rapide	Prix élevé
Efficacité	Faible si $d < 3$ à $5 \mu\text{m}$	Faible à moyenne	Faible à très élevée	Élevée
Perte de charge	Faible et constante	Élevée et constante	Faible à élevée selon colmatage	Faible et constante
Maintenance	Faible : se limite au nettoyage	Réduite	Fréquente : remplacement	Faible : se limite au nettoyage
Prix	Faible	Élevé	Faible à élevé	Élevé

SOURCE : GUIDE PRATIQUE DE LA VENTILATION N°6 - INRS

#### 2.4.2.3.4. Les épurateurs autonomes

Rappelons enfin l'existence et le développement des épurateurs autonomes, qui, à la différence des systèmes précités, ne sont raccordés à aucun système de ventilation. Ils récupèrent l'air pollué de l'atelier, le purifient et le rejettent. Ces systèmes s'apparentent à la ventilation générale mais ne récupèrent pas d'air neuf et permettent simplement de réduire la quantité de polluants sans interférer sur le débit d'air de ventilation générale.

Ce type d'épurateurs, de plus en plus utilisés, s'est notamment développé dans le cadre de la pandémie de Covid-19. Ils ne remplacent pas les systèmes précédemment évoqués mais contribuent à la réduction de la concentration de particules et peuvent à ce titre être envisagés en complément.

#### 2.4.2.4. Les autres techniques de protection collective

Lorsque les techniques usuelles de dépollution des poussières (ventilation - filtration) ne sont pas adaptées à certaines situations de travail, des techniques d'abattage humide peuvent être envisagées. Celles-ci consistent à collecter les poussières avec des gouttelettes d'eau.

L'abattage humide des poussières est notamment utilisé lors d'opérations de démolition en extérieur ou dans des espaces confinés ainsi qu'en carrière, par exemple sur des postes de chargement en complément d'un confinement de la zone. La pulvérisation d'eau sur des outils de découpe (découpe de bordure de trottoirs sur les chantiers de TP par exemple) permet de réduire sensiblement les émissions de poussières.

Pour être efficace, l'abattage humide nécessite de générer un grand nombre de gouttelettes d'eau de faible diamètre, de façon à avoir une grande surface spécifique de collecte des particules. Ces techniques sont très efficaces pour la collecte des particules les plus grossières des poussières inhalables, l'efficacité diminue avec la taille des particules pour devenir pratiquement nulle en dessous de  $0,5 \mu\text{m}$ . Par exemple, si la pulvérisation d'eau lors de la découpe de bordures de trottoirs permet de réduire sensiblement les émissions de poussières, elle ne suffit pas toujours à diminuer l'exposition des opérateurs aux poussières alvéolaires de quartz en dessous de la VLEP.

### 2.4.3. Au besoin, des EPI adaptés disponibles

La commission souhaite en premier lieu réaffirmer que, conformément aux principes généraux de prévention énoncés par le Code du travail, le recours à la protection individuelle ne doit être utilisé que lorsqu'il est établi qu'il n'est pas possible de faire autrement. C'est-à-dire :

- ✓ Quand le risque n'a pas pu être supprimé (en l'espèce suppression des poussières) ;
- ✓ Quand, faute d'avoir pu le supprimer, la protection collective est impossible ou insuffisante ;
- ✓ Pour les opérations de très courte durée, par exemple de maintenance, pour lesquelles le déploiement d'une protection collective serait disproportionné.

Nous verrons plus loin que, dans le cadre du présent rapport, le recours aux EPI pourra également -et devra dans certains cas - être rendu obligatoire, à titre conservatoire, dans l'attente de la mise en place de protections collectives qui existent mais ne seraient pas suffisamment efficaces au 1<sup>er</sup> juillet 2023 ou qui n'existent pas mais ne pourront pas avoir été installées à cette date (Cf. § 3.1.2).

La protection individuelle des travailleurs contre les poussières repose principalement sur les appareils de protection respiratoire (APR). Ces équipements sont régis par un règlement européen relatif à la conception des EPI et par une directive destinée aux utilisateurs, transposée dans le Code du travail aux articles R. 4323-1 et suivants.

Lorsque le recours à des APR est requis, ils sont généralement disponibles sous deux formes :

- ✓ Les appareils filtrants, qui arrêtent les polluants ;
- ✓ Les appareils isolants, qui alimentent l'opérateur en air propre.

Les premiers, contrairement aux seconds, ne peuvent être utilisés au sein d'atmosphères appauvries en oxygène.

Les appareils filtrants peuvent comporter des filtres de plusieurs sortes, protégeant contre les aérosols ou contre les gaz et les vapeurs ou combinant la protection contre les poussières et les gaz. Il existe des appareils filtrants à ventilation libre, dans lesquels la circulation de l'air est entraînée par la respiration de l'opérateur. Il s'agit de masques dits jetables (FFP2 par exemple) ou d'appareils disposant d'une pièce faciale et d'un filtre qui peut être changé. D'autre part, des appareils à ventilation assistée sont présents sur le marché, permettant une circulation de l'air à travers le filtre par l'intermédiaire d'un moteur et d'une pompe. Les appareils à ventilation libre sont simples et plus légers, mais comportent un risque de fuite plus important. Les appareils à ventilation assistée offrent un meilleur confort et sont généralement plus efficaces, mais sont plus coûteux et nécessitent un entretien plus important.

Les appareils isolants sont de deux types :

- ✓ Non autonomes (l'alimentation en air est effectuée par l'intermédiaire d'une canalisation) ;
- ✓ Autonomes (l'air provient d'une bouteille).

Ces appareils sont généralement plus complexes et réservés à des applications particulières nécessitant de hauts niveaux de protection.

S'agissant de la filtration des aérosols, un minimum d'efficacité en fonction de la taille des particules s'établit pour des diamètres aérodynamiques compris entre 100 à 500  $\mu\text{m}$ . La performance globale des APR prend également en compte la fuite de particules entre la pièce faciale et le visage de l'opérateur.

L'efficacité des filtres anti-aérosols est partagée en trois classes (P1, P2, et P3). La pénétration pour la fraction granulométrique la plus pénétrante ne doit pas dépasser :

- ✓ 20 % pour un filtre P1 ;
- ✓ 6 % pour un filtre P2 ;
- ✓ 0,05 % pour un filtre P3.

Ces filtres présentent un marquage « R » (réutilisable) ou « NR » (non réutilisable).

En ce qui concerne les appareils à ventilation libre, la fuite totale (somme de la pénétration à travers le filtre et de la fuite entre le visage et la pièce faciale) pour les demi-masques représente :

- ✓ 22 % pour un filtre P1 ;
- ✓ 8 % pour un filtre P2 ;
- ✓ 2 % environ pour un filtre P3.

Pour un masque P3, dont le filtre est très efficace, la fuite au niveau de la jonction entre la pièce faciale et le visage est prépondérante. La fuite d'un masque complet équipé d'un filtre P3 ne dépasse pas 0,1 % s'il est bien porté et si la pièce faciale est adaptée au visage de l'opérateur.

Les masques « jetables » (FFP) présentent des valeurs similaires à celles des pièces faciales équipées de filtres :

- ✓ 8 % pour un FFP2 ;
- ✓ 2 % pour un FFP3.

L'efficacité des appareils à ventilation assistée est beaucoup plus importante. Enfin, les appareils à adduction d'air présentent une efficacité variable selon leur type. Les appareils à pression positive sont équipés d'un système qui maintient une pression d'air positive dans le masque, ce qui réduit considérablement la fuite.

En ce qui concerne les normes, l'efficacité des masques est définie par des facteurs de protection de deux types :

- ✓ Le facteur de protection nominal, qui correspond à l'inverse de la fuite. Il s'agit de déterminer de quel facteur est divisée la concentration en poussières entre l'extérieur et l'intérieur. Ce facteur est mesuré en laboratoire, sur 10 porteurs effectuant des exercices dans une cabine où est pulvérisé un aérosol de chlorure de sodium ;
- ✓ Le facteur de protection assigné, dont les mesures très lourdes sont effectuées dans des situations réelles d'utilisation. Ces facteurs sont généralement beaucoup plus faibles que les facteurs nominaux qui sont mesurés en laboratoires. Ils figurent en annexe de normes ou au sein de documents de l'INRS, mais présentent une grande variabilité selon les sources.

Pour choisir un APR, il convient d'évaluer la teneur en oxygène, la nature, la toxicité et la concentration des polluants et, si elle existe, la VLEP. Le rapport entre la concentration attendue et la VLEP doit toujours être adapté au facteur de protection assigné de l'APR. Il importe également que ce dernier soit adapté à la situation de travail et aux caractéristiques physiques du porteur. Par exemple, le port de barbe peut dégrader l'efficacité des pièces faciales. En outre, les lunettes sont incompatibles avec les masques complets. Des tests qualitatifs ou quantitatifs permettent de s'assurer qu'il n'existe aucune fuite<sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> Il existe des documents de l'INRS consacrés à l'utilisation des APR.

#### 2.4.4. Des mesures organisationnelles pouvant réduire substantiellement les expositions

Les actions de prévention mises en place par l'employeur en application des principes généraux de prévention contiennent toujours un ensemble cohérent de mesures techniques, individuelles et organisationnelles (article L. 4121-1 du Code du travail). Ces dernières s'avèrent en outre particulièrement utiles voire nécessaires, à titre compensatoire ou complémentaire, lorsque les mesures techniques ne sont pas disponibles immédiatement ou ne permettent pas de réduire suffisamment les expositions (impossibilité de capter à la source ou nécessité de différer un investissement, etc.). La nature des mesures organisationnelles possibles est très variée et relève bien évidemment de chaque entreprise en fonction de ses contraintes de production.

S'agissant de l'exposition aux poussières inhalables, la commission a identifié quelques grandes mesures régulièrement mises en place dans les entreprises :

- La limitation du nombre de personnes dans le local émissif (interdictions d'accès, de circulation, de séjour, aux personnes dont la présence n'est pas nécessaire ; éloignement des postes de travail sans lien avec les zones d'émission, cloisonnements, etc.) ;
- La réduction et l'organisation des temps d'exposition :
  - Par la délocalisation des postes de travail pendant toutes les périodes durant lesquelles l'accès aux zones d'émission n'est pas indispensable (postes de commande à distance, etc.) ;
  - Par la rotation des équipes sur la ligne de production, les roulements, l'organisation de la polyvalence, etc.
- L'établissement de modes opératoires non ou moins émissifs (proscription de la soufflette ou du balai pour nettoyer le poste de travail, procédés d'ouverture et de vidage des sacs contenant des pulvérulents, identification des gestes sûrs, des gestes à bannir, des emplacements exposant le moins au flux de poussières à un poste, etc.) ;
- La mise en place de routines d'entretien et de nettoyage des ateliers, des voies de circulation, des postes de travail, en recourant à des procédés non émissifs voire en sous-traitant le dépoussiérage des locaux à une entreprise spécialisée ;
- Des contraintes temporelles sur la ligne de production compatibles avec le respect de modes opératoires ne générant pas de poussières ;
- L'organisation de la maintenance et de l'entretien des installations de ventilation.

#### 2.4.5. Informer, sensibiliser et former

Dans tous les cas, les mesures de prévention d'ordre technique et organisationnel doivent être complétées par des mesures d'ordre individuel qui sont une garantie du respect de l'efficacité des deux premières. Parmi les actions d'ordre individuel, l'information, la sensibilisation et la formation sont essentielles. La commission a clairement mis en évidence l'importance de la formation des travailleurs pour faire un bon usage des dispositifs techniques et assurer le respect des consignes organisationnelles. L'information sur le comportement aérodynamique des poussières, sur les risques qu'elles engendrent, sur les moyens de s'en prémunir, sur la nécessité d'entretenir les dispositifs de captage, de les positionner correctement ou de se placer correctement vis-à-vis d'eux, conditionne grandement le niveau d'exposition des travailleurs. De nombreux témoignages ont confirmé que les résultats des mesures pouvaient conduire à des niveaux très différents selon le mode opératoire mis en œuvre et que certains pics d'exposition pouvaient clairement être associés à des gestes inappropriés. Si certaines expositions sont parfois inhérentes à des contraintes techniques et organisationnelles qu'il convient de corriger, elles peuvent aussi résulter de l'ignorance des risques et des conséquences de certains modes de travail.

#### 2.4.6. Un état de l'art somme toute rassurant

En conclusion, la commission constate que le panorama de l'ensemble des moyens de prévention disponibles et accessibles aux entreprises, qu'ils soient de nature technique, organisationnelle ou individuelle, peut être mobilisé dans un ensemble cohérent afin d'éviter l'exposition des travailleurs à des seuils supérieurs aux limites de concentrations sur une moyenne de huit heures de travail dès le 1<sup>er</sup> juillet 2023 et ce quand bien même un certain nombre d'installations ne pourront pas à cette date atteindre un niveau d'empoussièrément général inférieur à ces seuils en tout point des locaux de travail. Les conditions de cette cohérence, notamment en cas de mesures à prendre dans l'attente d'investissements différés, sont explicitées dans le modèle de plan d'action proposé au § 3.1.2. *infra*.

La commission estime par ailleurs que des gains de performance en matière de réduction des émissions de poussières ou d'efficacité des dispositifs de captage existants pourront rapidement être mis en place à moindre coût dans de nombreuses situations. Elle a en effet pu constater, à la faveur de ses déplacements en entreprise, que des pics d'émission pouvaient aisément être évités en supprimant sans délai l'utilisation des soufflettes ou du balayage à sec pour le nettoyage des postes de travail, au profit d'aspirateurs efficaces déjà utilisés dans de nombreuses entreprises. Plus encore, elle a constaté que de nombreux postes étaient équipés de dispositifs de captage ou d'aspiration dont l'efficacité pouvait être très rapidement améliorée en modifiant à peine l'encoffrement ou le positionnement des lèvres et buses de captage, dès lors qu'aucune contrainte de production ne s'y opposait. Il n'est ainsi pas rare de voir des postes d'alimentation de matière première pulvérulente situés au milieu d'un atelier - par ailleurs très propre - provoquer soudainement un nuage de poussières polluant tout l'environnement de travail en raison d'un tuyau d'approvisionnement dont l'extrémité s'arrête sans raison très au-dessus du bac de réception et de l'absence de parois empêchant la dispersion des particules. Il est par ailleurs fréquent de voir des postes équipés de manches textiles d'approvisionnement correctement dimensionnées mais vétustes et trouées, dont le simple remplacement réduira sensiblement les émissions de poussière. Certains ateliers, encore, font l'objet d'un empoussièrément généré par la remise en suspension de particules lors de la circulation d'engins ou de piétons sur des voies n'ayant pas fait l'objet d'un nettoyage récent ou consécutivement à une panne de la ventilation générale, etc.

### 2.5. L'impact socio-économique

La commission n'a pas été en capacité de documenter substantiellement l'impact socio-économique potentiel de la nouvelle réglementation selon les secteurs d'activité. Ceci est la conséquence de l'absence de données d'expositions suffisantes, évoquée au paragraphe § 2.3, pour apprécier l'écart à la cible entre les niveaux de concentrations maximaux applicables au 1<sup>er</sup> juillet 2023 d'une part, et la nature et le volume des situations de non-conformité pouvant être anticipées dans les différents secteurs d'autre part.

La commission considère néanmoins qu'il est important de disposer d'études d'impact sectorielles afin de pouvoir estimer l'ampleur des éventuels investissements requis dans les entreprises dont les résultats des campagnes de mesurage révèlent un niveau important de dépassements et, selon la nature des dépassements, la planification des mises en conformité qui peut raisonnablement en résulter.

Il est en effet rappelé que trois grands types de situations sont susceptibles de se présenter dans les entreprises au 1<sup>er</sup> juillet 2023, avec des effets différenciés sur le plan économique :

- 1- Celles dans lesquelles les mesures de prévention mises en place permettent d'ores et déjà de satisfaire les nouvelles limites de concentration. L'impact socio-économique de ces dernières sera donc nul dans toutes les entreprises concernées ;
- 2- Celles dans lesquelles des émissions de poussières conduisent à des dépassements des nouvelles concentrations mais dans des espaces localisés ou des temporalités limitées (pics d'émission). Les développements du présent rapport, ci-dessus, mettent en évidence que des techniques de captage et d'évacuation des polluants efficaces sont parfaitement identifiées et disponibles. Il est possible de chiffrer le coût approximatif d'une installation et de planifier les travaux ;
- 3- Celles dans lesquelles la pollution est diffuse et nécessite une refonte globale des installations et des investissements conséquents.

C'est pourquoi la commission a invité les branches ou secteurs d'activité à réaliser des campagnes de mesure permettant de poser un diagnostic global de la situation d'un secteur donné et d'estimer l'ampleur des travaux à réaliser au regard de la distribution des entreprises dudit secteur parmi les trois situations sus-décrites.

Pour outiller ce travail de diagnostic, la commission a mis en ligne deux questionnaires, à destination, d'une part des organisations professionnelles, d'autre part des entreprises souhaitant, notamment pour des raisons de taille, bénéficier d'un tel diagnostic pour leur propre compte. À l'heure où le présent rapport est remis, les résultats de ces questionnaires ne permettent pas de dresser un tableau synthétique de la situation. La commission invite néanmoins les branches et les secteurs d'activité à renseigner ce questionnaire qui leur sera utile pour élaborer les plans de prévention sectoriels dont elle suggère la mise en place au paragraphe 3.1.2. Ces documents permettront notamment, à l'échelle d'un secteur ou d'une entreprise selon le cas, de justifier la planification des mesures pérennes et conservatoires envisagées au vu de leurs spécificités et des investissements à réaliser. La pertinence et l'intérêt d'une telle démarche sont illustrés, selon la commission, par l'exemple de la filière du teillage de lin développé ci-dessous, dont l'approche proactive et les initiatives collectives permettent d'étayer de manière circonstanciée l'impact socio-économique des nouvelles normes et la temporalité dans laquelle une démarche de progrès peut raisonnablement s'inscrire.

Pour l'élaboration des deux questionnaires, la commission a demandé à l'Anses, *via* une saisine de la DGT :

- D'élaborer un questionnaire visant à recueillir des données sur le contexte technique et socio-économique des secteurs d'activité et/ou branches concernés par ces mesures qui pourront alimenter une évaluation socio-économique ;
- De produire des éléments permettant d'appréhender les impacts socio-économiques consécutifs à l'abaissement des niveaux de concentrations pour les secteurs préalablement identifiés par la commission.

À l'issue des travaux de l'Anses, la commission a retenu deux questionnaires, l'un à destination des organisations professionnelles (questionnaire branche), l'autre à destination des entreprises, joints en annexe 4.

Un troisième questionnaire salarié était également proposé par l'Anses. Toutefois, la commission a estimé que les conditions matérielles de la réalisation d'un tel questionnaire en termes de temps imparti n'étaient pas réunies.

### 2.5.1. Le questionnaire de branche

Le questionnaire produit à l'attention des branches vise à :

- Établir un profil des entreprises qui composent une branche, notamment celles concernées par les poussières inhalables ;
- Caractériser le contexte socio-économique actuel et futur de la branche ;
- Renseigner les enjeux associés à la présence de poussières inhalables. Pour ce faire des questions sont relatives :
  - À l'exposition des travailleurs aux poussières inhalables ;
  - Aux aspects économiques en lien avec la prévention des expositions en vue de situer les entreprises sur cette thématique.

La mise en relation de ces informations doit permettre d'identifier les branches concernées par les poussières inhalables ainsi que les démarches actuelles et à venir en matière de prévention des entreprises de la branche, avec une attention particulière portée sur les freins et les leviers à la prévention.

### 2.5.2. Le questionnaire d'entreprise

Le questionnaire produit à l'attention des entreprises vise à :

- Caractériser l'entreprise répondante notamment au travers de son implantation géographique, de son secteur d'activité, de son ancienneté, de sa taille ;
- Recueillir, en complément des caractéristiques économiques, notamment sur la nature du marché, le positionnement vis-à-vis du consommateur final ou encore les perspectives économiques pour établir des groupes homogènes de répondants ;
- Caractériser les travailleurs exposés permettant de situer la problématique poussières inhalables au sein de l'entreprise ;
- Interroger le processus de production afin de mieux rendre compte des capacités d'adaptation des entreprises ;
- Renseigner les démarches de prévention présentes ou à venir pour appréhender les voies favorables à la prévention en santé-travail.

Les deux questionnaires ont été rendus accessibles sur le site de l'Anses, une information en ce sens ayant été adressée à plus de 150 destinataires, représentants d'organisations professionnelles, le 14 décembre 2022 : <https://www.anses.fr/sites/default/files/AIR2022SA0114Ra-1.pdf>. Les réponses aux questionnaires renseignés sont déposées sur un site dédié et sécurisé, garantissant la préservation de l'anonymat des entreprises à l'adresse :

<https://cvip.sphinxonline.net/surveyserver/s/Intefp/questionnaireentreprise/questionnaire.html>.

Compte tenu de la date à laquelle les questionnaires ont été mis en ligne, la commission ne dispose pas à ce jour de retours suffisants pour dresser une synthèse de l'impact socio-économique prévisible des nouvelles limites de concentrations. Elle recommande néanmoins que le renseignement de ces questionnaires soit poursuivi et se déploie afin de documenter cet impact et de permettre aux entreprises, notamment, de planifier les solutions de prévention techniques susceptibles de générer des investissements importants.

## **Recommandation à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention :**

### **Questionnaires socio-économiques**

- Poursuivre et déployer dans chaque secteur professionnel le renseignement des questionnaires socio-économiques issus des travaux de l'Anses afin de documenter l'impact des nouvelles concentrations et de permettre aux entreprises dudit secteur, notamment :
  - De planifier les solutions de prévention techniques susceptibles de générer des investissements importants ;
  - De justifier les mesures compensatoires mises en œuvre pour protéger les travailleurs dans l'attente. (Cf. recommandation n°3)

### **2.5.3. L'exemple de la filière du lin**

Faute de pouvoir réaliser un état des lieux exhaustif des problématiques d'empoussièrement propres à chaque secteur d'activité, la commission a souhaité apporter un éclairage sur l'un d'entre eux, de nature à illustrer les contraintes auxquelles certaines filières ou entreprises sont susceptibles d'être confrontées au 1<sup>er</sup> juillet 2023. Le teillage de lin lui a paru à cet égard emblématique d'un secteur dans lesquels la poussière est intrinsèquement liée au processus et aux techniques de production, avec toutes les conséquences qui en découlent dans une perspective d'abaissement important des seuils d'exposition aux poussières inhalables.

Pour mémoire, les fibres du lin sont contenues dans l'enveloppe externe de la tige. Pour pouvoir les exploiter, il est nécessaire de les extraire et de les débarrasser du bois présent dans la tige (l'anas). Le teillage est un processus mécanique qui peut être réalisé à n'importe quel moment de l'année. L'intégralité de la plante est valorisée : toutes les fibres, longues et courtes, et tous les dérivés (graines et anas) sont réutilisés, par exemple pour la litière animale<sup>47</sup>.

Bien qu'il soit de petite dimension, ce secteur caractérise un type de production et d'exposition professionnelle. Il permet également d'illustrer les enjeux et les impacts socio-économiques de manière assez détaillée tant sur le plan technique, social qu'en termes de prévention.

#### **2.5.3.1. Les spécificités du secteur**

La filière du lin est un secteur où la France occupe une position de *leader* sur le marché mondial en termes de production (hors peignage, filage, tissage et tricotage). Le savoir-faire est concentré dans le nord-est de la France et la filière est organisée, au travers de Cipalin<sup>48</sup>, qui regroupe tous les métiers concernés jusqu'au stade du teillage : agriculteurs au sein de l'AGPL, syndicat des coopératives Festal, syndicat des entreprises privées USRTL. Le Cipalin s'appuie sur des instituts ou des délégations extérieures, dans une perspective de R&D avec Arvalis (institut de recherche et de développement agronomique qui accompagne la filière sur le plan technique) et de développement du marché avec la CELC (Confédération européenne du lin et du chanvre).

<sup>47</sup> Source : Confédération européenne du lin & du chanvre

<sup>48</sup> Comité interprofessionnel de production agricole du lin regroupant trois organisations représentatives des producteurs et des premiers transformateurs (teillage) : AGPL, Festal et USRTL.

La filière lin est une filière longue, dont les étapes avant d'arriver au produit final sont nombreuses : semis, culture, récolte en plusieurs temps, teillage, peignage, filature, tissage ou tricotage. Une dizaine de maillons sont nécessaires entre le début de la production et le dernier maillon industriel. Les étapes de la culture jusqu'au teillage sont les principales représentées en France, même si trois filatures de lin et quelques tissages ont rouvert. L'essentiel de la production de fil et de tissu a néanmoins lieu en Lituanie, en Pologne et plus encore en Inde et en Chine.

La récolte est réalisée par les agriculteurs, les entrepreneurs ou les teilleurs de lin. Le teillage est le maillon entre l'agriculture et l'industrie textile. C'est un processus industriel mécanique qui sépare les différentes parties de la plante : fibres longues, fibres courtes, graines, anas (paille), terre et poussières.

À la fin de la récolte et avant le teillage a lieu l'étape de rouissage : le lin est arraché et posé sur le sol, afin que les pectines liant la fibre au bois de la plante se décomposent, sous l'effet de l'humidité et de la chaleur, pendant l'été. Cette séparation ne peut pas avoir lieu mécaniquement. Cette phase est l'une de celles qui génèrent de la poussière d'origine végétale mais aussi minérale (terre). Ainsi, la poussière présente lors du teillage est à la fois issue de ce processus de récolte et du traitement mécanique de la matière elle-même.

Le rouissage n'a pas lieu dans des locaux fermés mais dans les champs où, en Normandie comme dans les Hauts-de-France, le mois d'août alterne soleil et pluie. Les rouissages diffèrent selon la météo, entraînant des quantités plus ou moins importantes de poussières d'origine minérale (terre) et de poussières d'origine végétale. Par ailleurs, toutes les étapes de la transformation du lin sont mécaniques et n'utilisent aucune chimie. Ce traitement mécanique génère du mouvement, et par conséquent de la poussière, car la matière est pincée, remuée, broyée et battue, à des vitesses très importantes. Ces conditions sont intrinsèques au métier.

Malgré de multiples usages, l'industrie textile représente 90 % des débouchés. Les coproduits du lin comme l'anas, qui représente 50 % du volume récolté, ont trois débouchés principaux : les litières pour animaux, les panneaux agglomérés et les matériaux isolants thermiques, car le lin a un pouvoir calorifique important et est un produit stable. S'agissant d'une fibre naturelle, issue des terroirs et travaillée de manière mécanique, la filière est présentée comme ayant le vent en poupe.

La bande côtière entre Caen et Amsterdam regroupe 80 % de la production mondiale de fibres de lin, car cette zone correspond à un climat adapté, un terroir et un savoir-faire. La France représente 66 % de la production mondiale, avec 140 000 hectares et plus de 8 000 liniculteurs. Elle compte 33 sites de teillage, employant 1 500 salariés. Les filatures avaient disparu, mais trois se sont récemment installées en Normandie, dans les Hauts-de-France et en Alsace. Du fil de lin est donc de nouveau produit dans ces régions. Ces entreprises industrielles sont installées dans des bassins ruraux. Est cité le cas d'une entreprise de 120 salariés habitant dans un périmètre de 30 km au plus près des sites de production. Les entreprises de teillage travaillent beaucoup avec les chaudronniers et ont plusieurs fournisseurs en aérialique et transport de matière.

Malgré sa position de *leader* au niveau mondial, la filière reste petite et ne représente que 0,4 % de la production textile. En contrepartie, toutes les évolutions techniques et technologiques du métier sont présentées comme très lentes car les constructeurs d'équipements y ont bien moins de clients que dans d'autres industries comme le coton, ce qui pousse la filière à travailler collectivement depuis plusieurs générations. Ainsi, « *la filière sait où elle veut aller et où elle peut progresser, mais embarquer les constructeurs reste long et difficile* ».

### 2.5.3.2. Une démarche de prévention adossée à l'environnement socio-technique

Depuis 15 ans, la filière lin a entrepris une démarche collective d'amélioration des conditions de travail regroupant 23 entreprises, dans 33 sites de teillage, allant de la PME à de grosses entreprises, la plus grande comptant 300 salariés. Les modèles d'entreprise diffèrent mais elles partagent les mêmes métiers et les mêmes processus.

En 2006, une réflexion commune sur la prévention des risques a été entamée suite à un problème survenu dans un teillage. Quatre entreprises se sont portées volontaires pour travailler sur les problématiques de conditions de travail, en lien avec les agences de prévention. En 2014, la démarche a pris la forme d'une commission interprofessionnelle du Cipalin, qui réunit les 23 entreprises de teillage deux à trois fois par an. Plusieurs partenaires s'y sont associés, notamment Arvalis, pour l'accompagnement méthodologique et les mesures. Plusieurs livrables et outils ont été produits pour accompagner les entreprises, comme, par exemple, des modèles de cahier des charges pour l'acquisition de machines. Cette commission travaille sur la prévention du risque poussière, les accidents du travail, la formation et les « risques machine ». Un guide poussière, paru en 2019, présentait un état de l'art et proposait des pistes.

Cette organisation collective de la filière lui permet de peser auprès de ses interlocuteurs car les entreprises rassemblées, bien que concurrentes, sont concernées par les mêmes enjeux. Elles soulignent par exemple qu'elles n'ont que deux ou trois fournisseurs<sup>49</sup>, voire un seul pour les machines, de sorte que, ni le prix, ni le délai, ni l'intégration d'un dépoussiérage, ne peuvent être négociés. Ainsi, le cas a été cité d'une entreprise ayant acheté une machine quatre ans auparavant mais ne sachant « *ni à quoi elle ressemblera ni quand elle sera livrée* », illustrant les rapports particuliers régissant les fournisseurs et les clients de *microfilères* et les raisons pour lesquelles les évolutions sont très lentes.

S'agissant de la problématique des poussières, le teillage est la première étape de transformation des pailles de lin récoltées. Le procédé est mécanique : les balles sont déroulées en entrée de ligne, déliées manuellement, puis les broyeurs et batteurs séparent la paille de la fibre. Deux opérateurs sont situés en entrée de ligne, au niveau du déroulage de la balle afin d'intervenir en cas d'irrégularité (retrait des corps étrangers, etc.), et un autre à la sortie (une balle met entre 3 et 4 minutes à se dérouler, la préparation prenant moins d'une minute). Quelques autres opérateurs gravitent autour de la ligne. En moyenne, les sites de teillage comptent 2,5 lignes de 50 à 60 mètres de long. 100 kg de matière brute contiennent environ 20 kg de fibres longues. Les 80 kg de coproduits sont retravaillés sur une autre ligne. Aucune intervention n'a lieu en milieu de ligne, en principe entièrement capotée. Par ailleurs, outre les captages pouvant être installés au plus près des opérateurs exposés, les trois ou quatre opérateurs de chaque ligne peuvent alterner leurs postes, par exemple toutes les heures.

Les poussières minérales, issues de la terre, sont surtout présentes en entrée de ligne, tandis que les poussières organiques le sont tout au long de la ligne, même si le broyage et le battage en augmentent la production<sup>50</sup>. Une ligne traitant environ 10 balles par heure, l'environnement se retrouve rapidement empoussiéré. Selon les auditions, bien que très canalisées, la seule fraction des poussières remise en suspension dans l'air conduit à atteindre rapidement les limites de concentration actuelles. Le capotage des machines limite l'exposition des opérateurs mais les solutions proposées par les constructeurs pourraient semble-t-il être améliorées avec le cloisonnement de certaines parties de la

---

<sup>49</sup> Selon les personnes auditées, seuls trois constructeurs majeurs existent, un français et deux belges. Ces derniers n'intégreraient en outre pas nécessairement la problématique des poussières car, si la Belgique compte environ 40 usines de teillage, celles-ci n'auraient pas les mêmes exigences en la matière. Des travaux de fond sont malgré tout menés avec les constructeurs, en lien avec les contraintes réglementaires issues de la directive européenne sur les machines.

<sup>50</sup> Les poussières représentent 10 % du poids des balles, soit 25 kg sur 250 kg et sont retournées dans les champs ou utilisées pour du compost.

ligne et l'installation de cabines en sortie de ligne. Il est à ce propos indiqué qu'il existe une demi-douzaine d'acteurs en matière d'aspiration des poussières dans le secteur et que les équipements des teillages ont en moyenne une dizaine d'années.

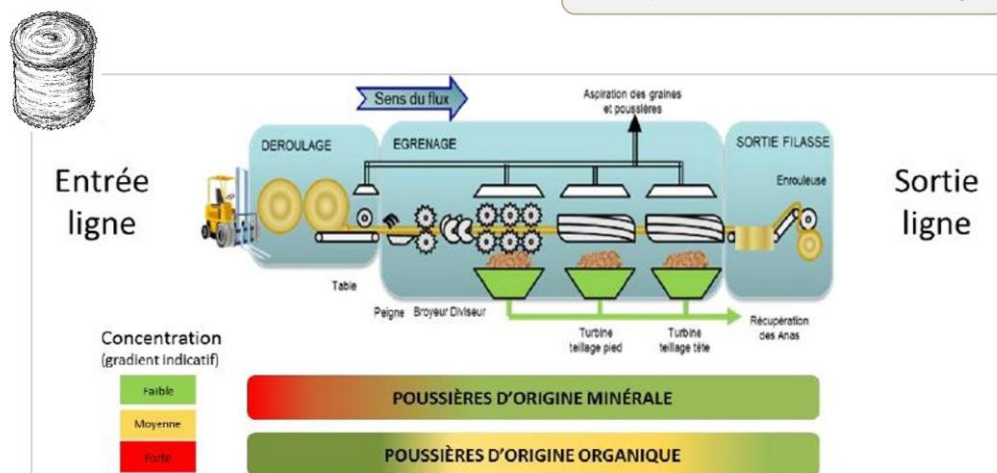
Le guide de 2019 précité aborde le dépoussiérage de la balle au champ, les solutions de nettoyage (aspiration industrielle et centralisée), la conception des bâtiments et des installations, les situations de travail, le contrôle des installations, la formation des opérateurs à l'aéroulque, l'organisation du travail et les mesures d'empoussiérement.

S'agissant du dépoussiérage au champ, la profession s'en remet principalement aux bonnes pratiques de récolte car le test d'un prototype d'aspiration à la source sur les machines de roulage a produit des résultats mitigés, étant souligné que la quantité de poussière dans les balles dépend des années et des parcelles et est donc jugée imprévisible et non maîtrisable. Les exploitants indiquent que les machines ont néanmoins beaucoup évolué. Un constructeur a ainsi développé un piqueur de grattage du sol comprenant seulement deux piques tandis que la *souleveuse* permet de décoller la nappe. Mais la principale évolution dans les champs porte sur la protection des opérateurs par des cabines qui n'étaient pas systématiquement présentes sur les engins 20 ans auparavant.

## ÉTAT DES LIEUX DE L'EXPOSITION DES OPÉRATEURS AUX POUSSIÈRES

La poussière du champ apparaît au teillage  
Représente 10 % du poids de la balle

Une fraction de cette poussière constitue  
un risque pour les opérateurs au teillage



SOURCE : CIPALIN

CIPALIN 13

## DES ACTIONS DE PRÉVENTION DÉPLOYÉES



### Dépoussiérage de la balle au champ

Sensibilisation des agriculteurs-liniculteurs :  
retournage, soulevage, arrachage  
= Favoriser la qualité de la récolte et réduire la  
poussière ramenée au teillage



### Situation de travail

Ergonomie de conception et de correction des  
postes de travail, limiter les courants d'air, etc...



### Solutions de nettoyage

Aspiration centralisée, aspirateurs industriels,  
etc...



### Contrôle des installations, des performances et des expositions

Étude aéraulique, contrôle des débits d'air des  
aspirations, Dossier valeurs de référence, etc.



### Conception des bâtiments et installations

Aspiration, cloisonnement, cartérisation, limiter les  
pièges à poussières, etc...



### Formation des opérateurs

Aéraulique, etc.

### Organisation du travail

Rotation des postes, etc..



### MESURES D'EMPOUSSIÈREMENT

SOURCE : CIPALIN

CIPALIN  
14

## AU TEILLAGE : CONCEPTION DES BÂTIMENTS ET INSTALLATIONS



- Tous les teillages sont équipés de systèmes d'aspirations des poussières
  - 5 /6 acteurs seulement sur le marché du lin
  - Ancienneté des équipements moyens
  - Coût (installation / entretien / énergétique)



- Cartérisation des machines pour limiter l'exposition des opérateurs aux poussières

- Cloisonnement, cabine



SOURCE : CIPALIN

CIPALIN  
16

## AU TEILLAGE : CONCEPTION DES BÂTIMENTS ET INSTALLATIONS

Exemple : SCA DE TEILLAGE DU PLATEAU DU NEUBOURG – Unité 1



SOURCE : CIPALIN

CIPALIN  
19

## AU TEILLAGE : CONCEPTION DES BÂTIMENTS ET INSTALLATIONS

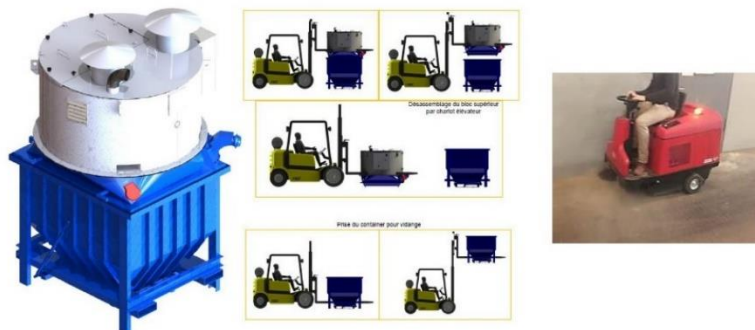
Exemple : SCA DE TEILLAGE DU PLATEAU DU NEUBOURG – Unité 2



SOURCE : CIPALIN

CIPALIN  
22

## AU TEILLAGE : NETTOYAGE ET ENTRETIEN



SOURCE : CIPALIN

CIPALIN  
27

En résumé, les postes exposés aux poussières dans le teillage du lin sont bien identifiés par la profession qui considère que les prochaines améliorations susceptibles de permettre de franchir une nouvelle étape, par exemple obtenir des machines étanches, ne pourraient être obtenues qu'au prix d'une réingénierie globale des installations, et ce d'autant plus qu'une étanchéité complète supposerait d'introduire un air de compensation sur la ligne de production pour éviter qu'elle se trouve en dépression. Selon les personnes auditionnées, cette révision complète impliquerait en tout état de cause une pression importante sur les constructeurs et des délais par conséquent très longs : « *Les installations récentes permettent de respecter les anciennes valeurs d'exposition et les valeurs actuelles (celles de 2022), mais les solutions techniques manquent pour les diminuer encore. Les fournisseurs eux-mêmes ne savent pas quoi faire en plus, si ce n'est refondre complètement la conception des machines et du métier* ».

Ainsi l'exemple a-t-il été cité d'un site de 10 hectares, comptant 4 lignes de teillage, ayant fait l'objet en 2017 d'un projet de dépoussiérage complet. Les volumes des espaces ont été réduits, facilitant le traitement de l'air et la gestion des températures, notamment lorsque les tracteurs entrent dans les bâtiments, des auvents ayant ainsi été créés pour servir de sas. Des *cyclofiltres* de 6 mètres par 8 ont été installés et toute l'installation de recyclage a été revue, avec l'aide d'un installateur travaillant avec le milieu céréalier. Les besoins de capotage et de débits ont été étudiés aux postes d'entrée et de sortie de ligne. Les machines avancent désormais à une vitesse de 100 mètres par minute, avec des pressions entre 4 et 4,5 bars et les turbines d'un mètre de diamètre tournant à 100 à 200 tours par minute. Le réseau d'aspiration est réparti au niveau des sources d'émission les plus importantes et représente un débit d'air de 250 000 m<sup>3</sup> par heure. Aux postes de travail, la hauteur et la position des hottes peuvent être réglées, en veillant à maintenir l'ergonomie du poste. Ce projet de révision complète la ventilation qui a coûté 1,7 million d'euros et apporté de nettes améliorations mais a atteint ses limites techniques en matière de protection collective. Ainsi, les installations permettaient de respecter les valeurs limites des poussières alvéolaires et inhalables en vigueur jusqu'en 2022. Elles le permettent durant environ 80 % du temps avec les valeurs applicables depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022 et le permettront encore plus difficilement avec les VLEP à venir, impliquant d'ores et déjà le port d'EPI dans certaines circonstances.

L'exemple d'un autre industriel est cité dans la foulée ayant fait construire une usine en mai 2021 pour un montant de 13 millions d'euros. Les machines sont similaires à celles décrites dans le projet précédent car aucune évolution technologique n'a eu lieu depuis, même si le constructeur prévoit désormais les aspirations aux postes. L'aspiration représente 16 % du budget total du projet. Le débit d'air pour deux lignes est de 210 000 m<sup>3</sup> par heure, soit une consommation énergétique de 250 000 kWh. Avec un fonctionnement en continu, l'aspiration représente 67,8 % de la consommation énergétique, soit 350 000 € par mois, ce qui l'amène à conclure : « *Réduire de 10 % la consommation énergétique comme demandé par le gouvernement n'est pas possible* ».

L'exemple de cette filière illustre donc les contingences d'un processus de production intrinsèquement générateur de poussières. Une amélioration supplémentaire de l'atmosphère de travail, techniquement possible, ne peut être obtenue par le seul recours à des captages localisés. Elle induit un travail de *reconception* global de la ligne de production, à la faveur d'un projet de renouvellement ou de modernisation de l'appareil productif, intégrant au demeurant nécessairement, aujourd'hui, des considérations énergétiques et environnementales ainsi que d'autres préoccupations de santé au travail (bruit, etc.). Il s'agit par conséquent d'un projet appelant nécessairement une planification des investissements dans une industrie de process où, selon les auditions, la durée de vie des équipements est prévue pour environ 50 ans, sans préjudice toutefois du changement de certains modules. Il est en outre précisé que si tous les nouveaux sites de teillages ont le même niveau d'aspiration et d'ergonomie, les petites entreprises n'ayant qu'une ou deux teilleuses n'ont pas nécessairement cette capacité d'investissement.

### 2.5.3.3. L'impact pour les entreprises du secteur

Des campagnes de mesures réglementaires et expérimentales sont menées depuis 2010<sup>51</sup>. Leurs résultats sont regroupés dans une base de données de la filière. Elles ont permis d'établir une cartographie des postes exposés ainsi qu'un recensement des dispositifs installés, afin que les performances des différents types de hottes aspirantes puissent être comparées. Plus de 700 mesures ont ainsi été réalisées dans 25 sites de teillage. Tous les postes ont été diagnostiqués, puis les mesures se sont concentrées en entrée de ligne, qui représente désormais 86 % des données, ainsi que sur les poussières alvéolaires, à l'aide d'un CIP10. Les résultats avoisinent la VLEP applicable en 2022 mais elle est parfois dépassée.

Parmi les mesures réalisées par des organismes accrédités dans une douzaine de teillages, 15 % dépassent les VLEP 2021 des poussières inhalables et 9 % les VLEP 2021 des poussières alvéolaires. En tenant compte des nouveaux plafonds qui entreront en vigueur au 1<sup>er</sup> juillet 2023, ces taux de dépassement atteindront 37 % et 43 %, respectivement, alors même que ces teillages sont considérés par la profession comme « *plutôt bons élèves* ». Tous les teillages sont en tout état de cause concernés au moins une fois par un dépassement de VLEP.

La filière indique que plusieurs actions sont en cours à travers ses échanges avec les constructeurs et industriels de l'aéroulque, des rencontres avec des bureaux d'études, des essais techniques comme la brumisation et la cabine de nettoyage. Ces travaux sont néanmoins limités par le coût des mesures 3 fois par an en cas de dépassement des VLEP et leur difficulté d'interprétation, les relations et le poids de la filière auprès des constructeurs, la difficulté de récupérer les dossiers de référence des constructeurs. La filière estime se situer dès lors à une limite technique qui ne permet pas de répondre systématiquement aux nouvelles concentrations de poussières et la petite taille du secteur lui fait craindre l'impact financier de travaux réalisés sans certitude quant à leur efficacité malgré l'intensification des recherches de solutions pratiques. Elle évoque également un risque de fermeture administrative des sites de teillage dépassant les nouvelles limites, mettant en jeu environ 1 500 salariés directs et 8 500 liniculteurs et faisant courir le risque de ruptures d'approvisionnement de la filière aval avec 66 % de la production mondiale de fibres.

#### DES CAMPAGNES DE MESURE - QUELQUES CHIFFRES

	Exposition (en mg/m3)			Exposition (en mg/m3)	
	Inhalable	Alvéolaire (non silicogène)		Inhalable	Alvéolaire (non silicogène)
% de mesures > VLEP	15%	9%	VLEP jusque 2021	10	5
	26%	15%	VLEP 2022	7	3.5
	37%	43%	VLEP après 2023	4	0.9
Nombre de mesures	107	103			
Médiane	2.5	0.6			
Moyenne	6	1.7			

Source : Base de données Poussières CIPALIN – ARVALIS. Mesures accréditées. 2018-21.

Source : Décret du 23 décembre 2021

Tous les teillages sont au moins 1 fois concernés par des mesures dépassant les VLEP

SOURCE : CIPALIN



<sup>51</sup> Une journée de mesures coûte 1 500 €, pour six mesures, grâce à un contrat-cadre conclu entre l'interprofession et l'organisme accrédité, une campagne durant trois jours d'affilée. La méthodologie et le protocole de mesures ont été travaillés avec la Carsat. La mutualisation au sein de la filière a permis un protocole identique dans tous les teillages, facilitant l'interprétation des rapports de mesure.

## 3. Perspectives et recommandations

### 3.1. Recommandations aux entreprises

#### 3.1.1. Conduire à son terme la campagne de mesures sectorielles

##### 3.1.1.1. La nécessité de documenter les expositions

L'ensemble des consultations conduites par la commission ainsi que des documents consultés par elle au cours de ses travaux ont conduit au constat d'une absence de données suffisamment robustes pour dresser un tableau de l'exposition des travailleurs aux poussières inhalables dans les différents secteurs d'activités. Pour certains secteurs, la commission n'a trouvé aucune donnée. Par ailleurs, lorsque des données existent, elles ne sont ni assez nombreuses, ni suffisamment homogènes<sup>52</sup> pour restituer une photographie représentative des expositions en milieu professionnel en France. Un tel panorama paraît toutefois tout à fait indispensable pour :

- Objectiver les expositions<sup>53</sup> ;
- Mesurer l'écart à la cible ;
- Préconiser des moyens de protections pertinents ;
- Évaluer l'impact socio-économique sur les entreprises concernées<sup>54</sup>.

Afin de tenir compte de la multiplicité des configurations d'entreprise et de la diversité des situations d'expositions possibles, notamment en fonction de leur taille, de leurs modes d'organisation et de fonctionnement ainsi que de leurs processus de production, la commission a initié le principe d'une campagne de mesures à réaliser au sein des branches et/ou secteurs d'activité concernés par la problématique des poussières inhalables. L'approche sectorielle permet en effet de s'adresser aux organisations professionnelles à même de relayer la démarche auprès de leurs adhérents et, surtout, de constituer des bases de données cohérentes et comparables au sein d'une même profession.

Afin que les données recueillies puissent être exploitées à bon escient et ne soient pas sujettes à caution, il est par ailleurs apparu indispensable que les mesures soient réalisées à partir d'un référentiel partagé, conçu spécifiquement pour cette opération et permettant de garantir l'agrégation des données, leur comparabilité et leur représentativité. C'est pourquoi, la commission a demandé à l'Anses de produire un cahier des charges à destination des entreprises et branches se lançant dans la campagne. Ce protocole a été remis au mois de novembre 2022, examiné par la commission puis mis à disposition des organisations professionnelles le 14 décembre 2022. Il a préalablement donné lieu à des échanges avec l'organisation professionnelle représentant la majorité des organismes de contrôle accrédités afin de s'assurer de sa faisabilité et de convenir des modalités selon lesquelles les résultats des mesures seraient restitués à la commission dans le respect de la confidentialité des données et de l'anonymat des entreprises participantes. Il a enfin été présenté à la CS3 du COCT le 26 janvier 2023.

---

<sup>52</sup> Variété des méthodes de mesures utilisées, choix des appareils, absence d'informations sur la stratégie de prélèvement, sur les conditions effectives des prélèvements, etc.

<sup>53</sup> Les mines et carrières étant soumises à l'obligation de recourir à un organisme agréé pour vérifier qu'elles respectent la réglementation, des prélèvements sont effectués très régulièrement en matière de poussières. Ainsi, un de ces organismes possède une base de données comportant 15 à 20 000 prélèvements. Il réalise en moyenne deux contrôles annuels dans chaque entreprise, au cours desquels sont effectuées des mesures d'ambiance et des mesures auprès des opérateurs. Ils peuvent ainsi identifier les endroits les plus émissifs. Par ailleurs, ils disposent de la capacité de filmer en même temps qu'ils mesurent et sont ainsi capables d'identifier les pics.

<sup>54</sup> Cette démarche s'inscrit dans la logique du PST 4 qui vise à : « mieux connaître les expositions et poly expositions professionnelles aux agents chimiques (perturbateurs endocriniens, nanomatériaux, poussières, etc.) afin de favoriser leur prévention, notamment via la substitution »

Le cahier des charges finalement validé par la commission, joint en annexe 5, contient des préconisations sûres, notamment :

- La stratégie de mesure (visite préalable de l'organisme accrédité, nombre et durées des prélèvements individuels, nombre et durée des prélèvements à poste fixe<sup>55</sup>) ;
- Le prélèvement (choix du dispositif de prélèvement de la fraction inhalable, de la fraction alvéolaire, préparation des supports et dispositifs de prélèvement, réalisation des prélèvements, feuille de prélèvement) ;
- Le transport et la conservation des échantillons ;
- L'analyse (conditions et réalisation de l'analyse, feuille d'analyse) ;
- Le rapport d'essai ;
- La synthèse des résultats et interprétation.

### *3.1.1.2. L'organisation et l'exploitation de la campagne*

Le 1<sup>er</sup> septembre 2022, la commission a rencontré une cinquantaine de représentants d'organisations professionnelles dans le cadre d'une réunion organisée avec le concours du Medef, de la CPME et de l'U2P. Certaines organisations non affiliées à l'une de ces organisations ont également participé. La réunion portait sur le principe même de la campagne de mesures afin de recueillir les réactions des organisations concernées. La commission n'a pas constaté de désaccord sur le principe de la campagne mais a pris en note les nombreuses questions soulevées par les différents secteurs afin de pouvoir les relayer auprès du groupe de travail de l'Anses en charge d'élaborer le cahier des charges de mesurage, notamment :

- La clarification du périmètre des mesurages et les secteurs particulièrement concernés (bois, BTP, boulangeries...) ;
- Les poussières qui seront mesurées et les locaux concernés ;
- La stratégie de prélèvement selon les secteurs d'activité ;
- Le nombre d'entreprises attendues pour chaque secteur ;
- Les coûts de la campagne et la possibilité du recours aux laboratoires des Carsat pour les réduire.

À l'issue des travaux de l'Anses, un courrier de la commission a été adressé le 14 décembre 2022 aux représentants des organisations d'employeurs interprofessionnelles et multiprofessionnelles (MEDEF, UIMM ; CPME, U2P, FNSEA). Il invite les branches, filières, secteurs ou sous-secteurs des branches à participer à la campagne sur la base du volontariat, l'objectif étant de livrer une photographie des niveaux d'empoussièrement caractéristiques des principales circonstances d'exposition dans les entreprises relevant de leur champ ainsi que des moyens et mesures de prévention qui donnent satisfaction au regard des concentrations applicables au 1<sup>er</sup> juillet 2023.

Ce courrier était accompagné :

- Du cahier des charges de l'Anses accessible sur le site de l'Agence : <https://www.anses.fr/fr/content/rapport-ast-2022-sa-0114>
- D'un questionnaire à renseigner par le laboratoire en charge des mesures, permettant de décrire les conditions d'exposition (durée de l'opération, contexte...) et d'établir des premières pistes de corrélation entre les résultats des mesures et les moyens de prévention en place.

La commission n'a pas dressé de liste exhaustive des secteurs appelés à participer à la campagne et a invité tous les secteurs d'activité se sentant concernés par la problématique à s'inscrire dans la

---

<sup>55</sup> Le cumul de prélèvements individuels et fixes vise à permettre de distinguer les niveaux d'empoussièrement d'ambiance d'un local et les niveaux d'exposition réelle des travailleurs en fonction de leurs différentes activités sur la durée de leur poste de travail.

démarche. À titre indicatif, elle a néanmoins exprimé le souhait que soient, à tout le moins, documentées les expositions liées aux activités suivantes : traitement des déchets, minéraux industriels, fabrication d'aliments pour animaux, abattoirs de volailles, agroalimentaire (ateliers utilisant des produits pulvérulents), fabrication de matériaux composites (usinage), chaudronnerie et tôlerie. Par ailleurs, la commission a exprimé le souhait de disposer d'un échantillon d'au moins dix entreprises pour chaque branche, filière ou secteur participant à la campagne.

La campagne proposée par la commission prévoyait les dispositions suivantes :

- Dépôt des résultats de la campagne de mesures, par les organismes accrédités, dans la base de données SCOLA ;
- Premiers traitements par secteur et agrégés de manière statistique par l'INRS ;
- Transmission anonymisée de ces premières tendances à la commission.

Un courriel daté du 14 décembre 2022 a informé plus de 150 destinataires, représentants d'organisations professionnelles, des modalités de dépôt des résultats des mesures par les organismes accrédités, avec des garanties sur l'anonymat des répondants et la confidentialité d'usage de leurs réponses (Cf. Annexe 6). Il a été demandé aux organisations professionnelles d'informer la commission d'ici début février 2023 de la manière dont chacune d'elles prenait en compte la demande de réaliser des mesures des poussières, ainsi que du nombre d'entreprises adhérentes ayant fait part de leur intention de s'inscrire dans la démarche.

Enfin, les organismes accrédités en charge de procéder aux mesures ont été informés de la démarche par leur organisation professionnelle, afin de se mettre en capacité de répondre rapidement aux sollicitations d'entreprises volontaires.

### [3.1.1.3. Point d'étape](#)

À la date de remise du présent rapport, une quinzaine d'organisations professionnelles, sur la quarantaine ayant été destinataire du courrier de la commission, a pris l'attache de cette dernière pour, soit lui faire part de l'engagement d'une campagne dans leur secteur, soit lui communiquer les résultats de campagnes déjà réalisées mais qui, par définition, n'ont pas pu l'être sur la base du cahier des charges de l'Anses. Ainsi, les secteurs de la meunerie (développé ci-après), boulangerie, biscuiterie et celui de la transformation de la volaille se sont engagés dans la campagne avec l'appui des laboratoires des Carsat. Des entreprises de la chimie (une demi-douzaine), notamment du secteur de la beauté, ont informé également se lancer dans la campagne ainsi que dans la cimenterie. Les secteurs de la nutrition animale, du cuir et des roches ornementales, ont transmis leurs résultats de mesures réalisées antérieurement à la parution du cahier des charges de l'Anses. La fédération des minéraux industriels de France (MIF), qui représente 90 % des acteurs du secteur, a adressé les résultats anonymisés des entreprises constituant 80 % des sites des entreprises fédérés, soit plus de 900 mesures. D'autres secteurs ont accusé réception du message adressé par la commission en faisant savoir qu'elles lançaient une démarche (luzerne, chaux, etc.) ou reviendraient vers elle ultérieurement, sans qu'il soit possible à ce jour de savoir s'ils se sont engagés ou non dans la démarche.

A noter l'initiative du Syndicat National des producteurs de Roches Ornementales et de Construction (SNROC) qui a sollicité le Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction (CTMNC). Ce dernier a adressé un courrier à la commission, l'informant du lancement d'une thèse de doctorat co-financée avec l'ANRT (Association Nationale de la Recherche et de la Technologie) : « Métrologie et méthodologie d'analyse des risques liés à l'exposition aux poussières de pierre naturelle », « *afin d'apporter des réponses technologiques, pragmatiques et efficaces, pour la réduction du risque lié à l'exposition professionnelle des travailleurs du secteur de la pierre naturelle* ». Cette thèse est réalisée en partenariat avec le LRGP de Nancy (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés).

Les professionnels de la pierre naturelle tels que les extracteurs, transformateurs et poseurs étant particulièrement exposés à des poussières minérales, d'origine géologique et de compositions variées (matériaux siliceux ou non), il s'agira ainsi de :

- *Proposer et développer des solutions de métrologie adaptées aux poussières de pierre naturelle et à la variabilité des procédés industriels ;*
- *Prendre en considération l'aérodynamisme des locaux afin de développer des relations entre mesures d'ambiance (point fixe) et mesures d'exposition (sur opérateur) ;*
- *Constituer un véritable guide méthodologique d'évaluation et de maîtrise des risques pour les salariés de ce secteur professionnel afin de se conformer à la réglementation, sur la base de méthodes et de moyens de mesures d'exposition adaptés à la diversité des métiers concernés.*

Depuis janvier 2023, cette thèse a donné lieu à, notamment :

- La rédaction d'une synthèse réglementaire à destination de la profession recensant les réglementations en vigueur en France et en Europe qui concernent la protection des travailleurs exposés à de la poussière minérale ;
- La visite d'ateliers et de carrières pour dresser un inventaire des divers procédés de façonnage des pierres naturelles et évaluer l'exposition des salariés aux poussières (contenant ou non de la silice cristalline) ;
- L'analyse et la sélection des équipements de mesure selon des recommandations de l'INRS et la commande du matériel nécessaire à la réalisation d'une campagne expérimentale.

Il est prévu de mener une campagne expérimentale à partir de l'été 2023 à travers deux types de mesures :

- Des mesures d'ambiance, pour déterminer les concentrations de poussières sur site, analyser la taille des particules en prenant compte des paramètres ambiants tels que l'hygrométrie et la vitesse d'air, qui peuvent influencer le déplacement de ces aérosols ;
- Des mesures sur les opérateurs, pour déterminer la nature des particules inhalées et classifier leur granulométrie.

Le secteur entend, grâce à ces résultats expérimentaux et à des travaux de recherche complémentaires, préconiser des solutions adaptées (aération, captage, capotage, travail en voie humide, etc.) pour respecter les VLEP en diminuant les concentrations. L'objectif final de la thèse est d'établir un guide méthodologique d'évaluation et de maîtrise des risques pour les travailleurs du secteur de la pierre naturelle.

De son côté, le CNADEV (Comité national des abattoirs et ateliers de découpe de volailles), syndicat des Industries de la Transformation des Volailles, a transmis à la commission, dans l'attente des résultats de la campagne Carsat en cours annoncée ci-dessus, les données issues de plusieurs opérations de mesurage réalisées dans des entreprises du secteur entre 2011 et 2021. Ces données mettent en évidence des résultats tantôt très inférieurs aux limites de concentrations en poussières inhalables applicables au 1er juillet 2023, tantôt sensiblement supérieurs, en fonction des caractéristiques des installations de ventilation, de la configuration des locaux ou de l'organisation de travail. Ils confirment l'intérêt de documenter les conditions dans lesquelles les mesures de prévention se révèlent efficaces ou non.

Finalement, la commission a pris connaissance de l'ensemble des données qui lui ont été communiquées par différentes voies et s'en est servie pour étayer ses travaux. Compte tenu de la date à laquelle la campagne a véritablement pu se mettre en place, elle ne dispose pas en revanche à ce jour des retours substantiels qui lui permettraient de brosser le tableau qu'elle appelle de ses vœux. Elle recommande néanmoins que cette campagne se poursuive et se déploie à grande échelle afin de documenter la problématique de l'exposition aux poussières inhalables et alvéolaires en milieu professionnel et de permettre aux entreprises concernées de mettre en œuvre des solutions de

prévention assises sur des résultats éprouvés (équipements efficaces à mettre en place en fonction des types d'exposition, etc.).

### 3.1.1.4. Premiers résultats : l'exemple des meuneries

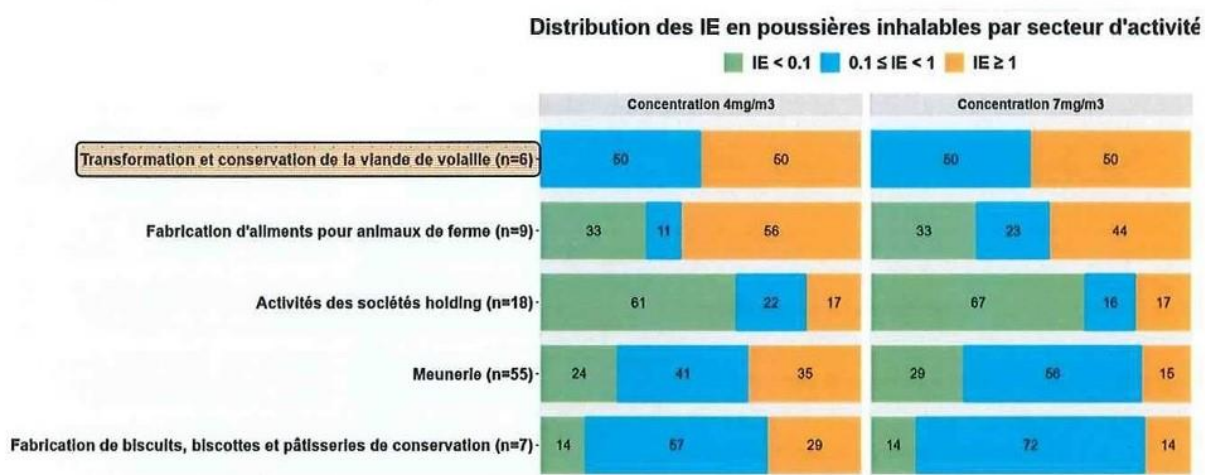
Le secteur de l'industrie agroalimentaire, à travers l'ANIA, a accepté de commencer rapidement la campagne de mesures proposée par la commission avec le concours des laboratoires des Carsat et l'implication de deux filières : celui de la meunerie d'une part, celui de la transformation des volailles d'autre part. À la date de remise du présent rapport, seuls les résultats des mesures réalisées dans la meunerie ou autres entreprises avoisinantes sont parvenus à la commission et sont donc développés ci-dessous à titre d'illustration.

Les prélèvements ont été effectués entre le 5 avril et le 4 mai 2023. Sur cette période, 187 résultats dans 16 établissements différents ont été enregistrés : 95 en fraction inhalable vs 92 en fraction alvéolaire et 111 par prélèvement individuel vs 76 par prélèvement d'ambiance de travail. Parmi ces établissements, 15 sont rattachés au secteur de la meunerie.

L'exploitation statistique a été effectuée à partir de résultats bruts sur la durée de prélèvement, sans pondération sur une durée de 8 heures et sans correction par un facteur de protection apporté par le port d'équipement de protection respiratoire. L'exploitation statistique a été menée conjointement pour les mesures individuelles et pour les mesures en ambiance. Les mesures ont été limitées à une durée comprise entre 60 et 600 minutes. Les résultats ont été regroupés par substance, secteur d'activité (Code NAF), métier (Code ROME) et tâche.

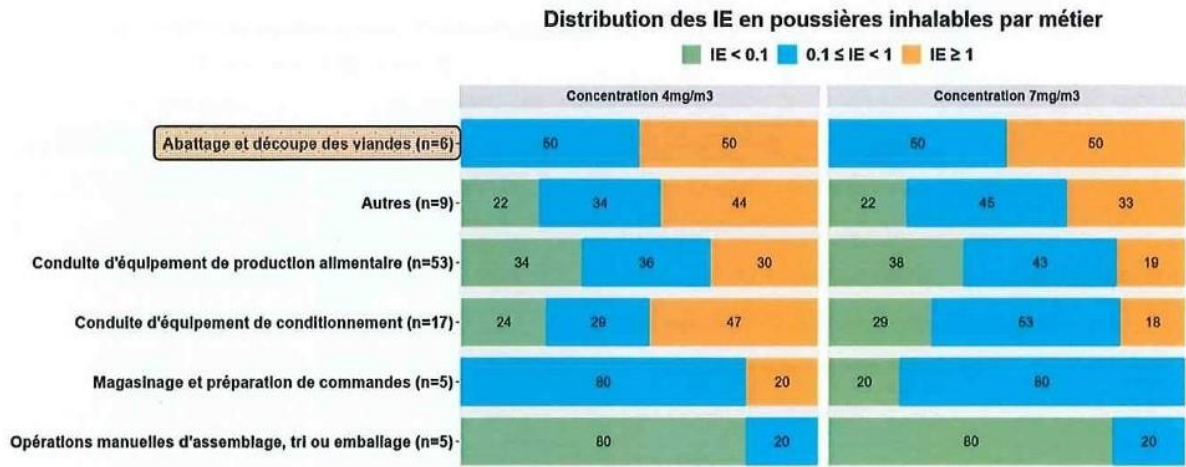
Les figures reproduites ci-dessous illustrent les niveaux d'exposition par fraction de poussières selon cette catégorisation avec le nombre de mesures (n) et la distribution des indices d'exposition (notes IE = rapports concentration / VLEP actuelle) en comparaison avec la VLEP au 1<sup>er</sup> juillet 2023. Les IE sont classés en trois catégories : inférieures à 0,1 (correspondant à 10 % de la VLEP) en vert ; compris entre 0,1 et 1 en bleu ; et supérieures à 1 (dépassement de la VLEP) en orange.

**Figure 1 : Distribution des concentrations en poussières inhalables par secteur d'activité**



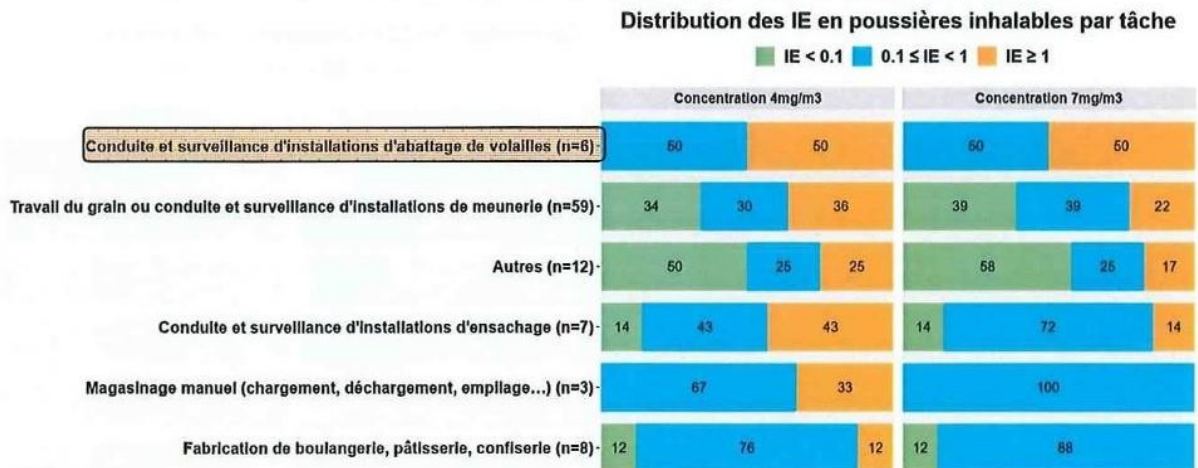
SOURCE : INRS – EXTRACTION COLCHIC

**Figure 2 : Distribution des concentrations en poussières inhalables par métier**



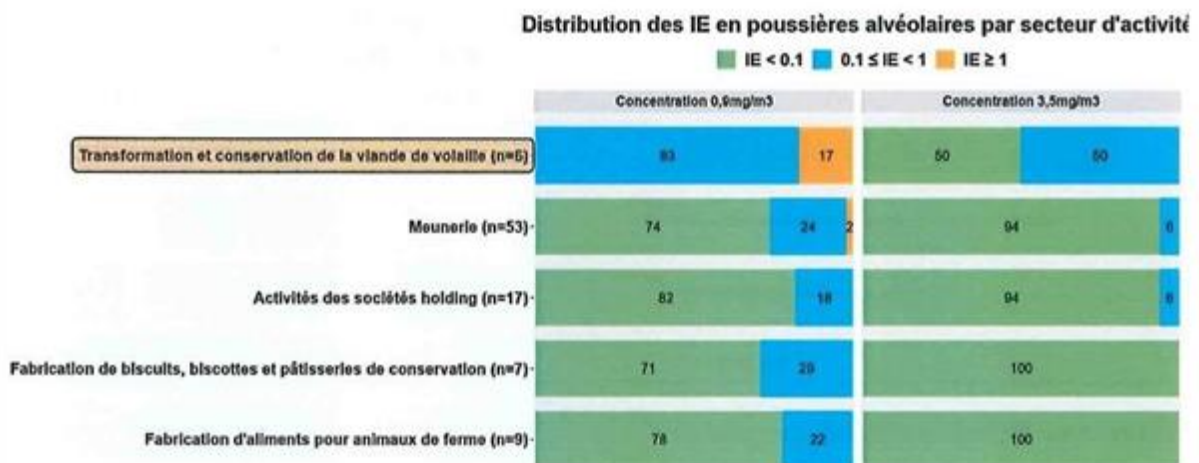
SOURCE : INRS – EXTRACTION COLCHIC

**Figure 3 : Distribution des concentrations en poussières inhalables par tâche**



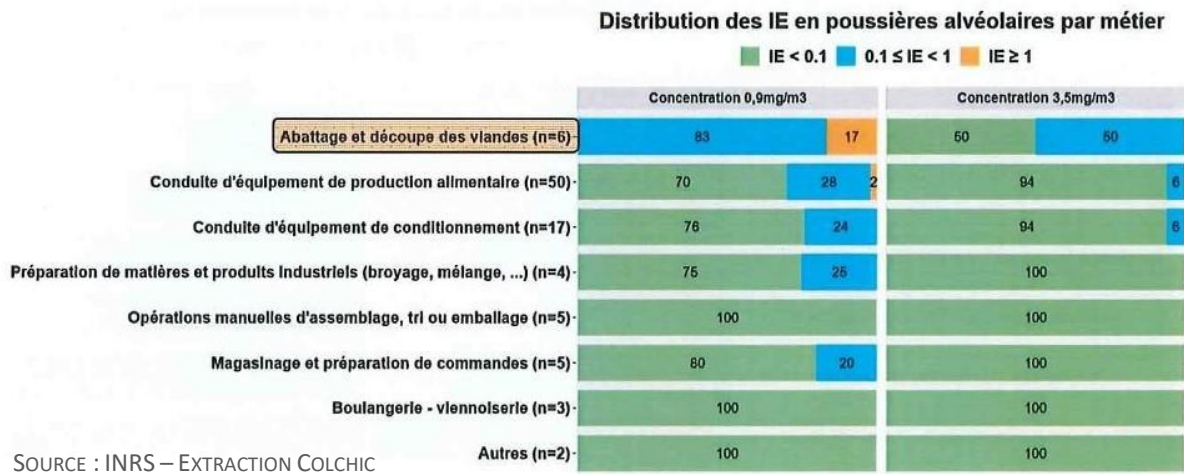
SOURCE : INRS – EXTRACTION COLCHIC

**Figure 4 : Distribution des concentrations en poussières alvéolaires par secteur d'activité**

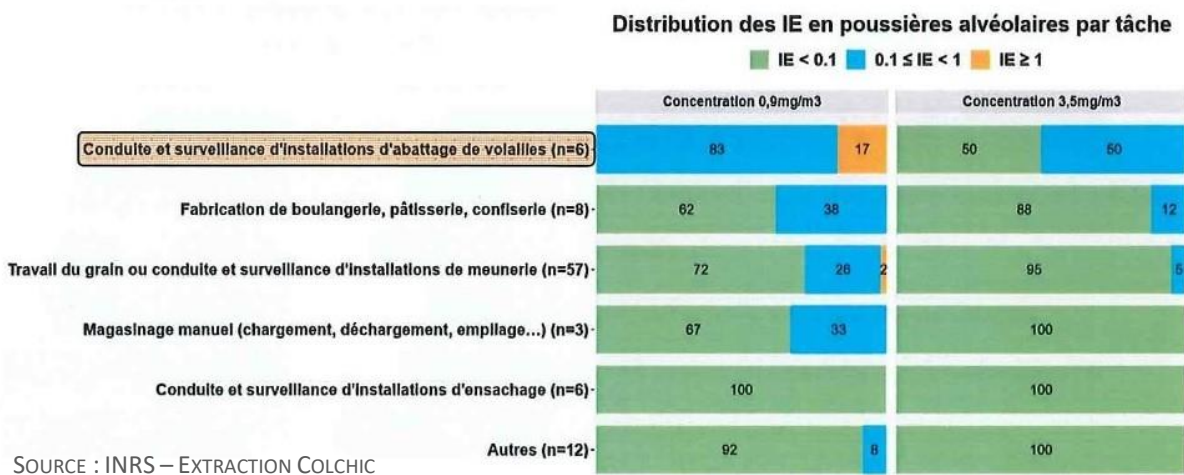


SOURCE : INRS – EXTRACTION COLCHIC

**Figure 5 : Distribution des concentrations en poussières alvéolaires par métier**



**Figure 6 : Distribution des concentrations en poussières alvéolaires par tâche**



Ces figures donnent à voir en premier lieu l'évolution de la proportion et l'ampleur des résultats de prélèvements donnant lieu à un dépassement au 1<sup>er</sup> juillet 2023, comparés aux concentrations autorisées avant cette date. On constate par exemple que, pour les poussières alvéolaires, la proportion de résultats inférieurs à 10 % de la limite de concentrations par secteur, par métier ou par tâche, n'est pas impactée. Les mesures de prévention en place, dans ces situations, semblent donc pertinentes et doivent être identifiées et préconisées.

La proportion de résultats dépassant la limite au 1<sup>er</sup> juillet 2023 augmente en revanche par rapport à celle dépassant avant cette date mais de manière assez différenciée et moins prononcée qu'on aurait pu le craindre. Une différence sensible apparaît pour les métiers de conduite des équipements de conditionnement, tandis qu'elle est plus modérée pour le magasinage et la préparation de commandes, et inexistante pour les opérations manuelles d'assemblage. De même, certaines tâches semblent relativement peu impactées (travail du grain ; fabrication de boulangerie, pâtisserie, confiserie), tandis que d'autres le sont nettement plus (conduite et surveillance d'installations

d'ensachage, magasinage manuel). Là encore les circonstances, dans lesquelles les dépassements sont constatés, doivent être analysées plus finement par la profession afin d'identifier les configurations productives dans lesquelles ils apparaissent et celles dans lesquelles les actions de prévention en place donnent satisfaction.

En tout état de cause, la grande majorité des expositions se situent dans les franges vertes et bleues, en dessous des limites de concentration, étant entendu que les résultats ne prennent pas en compte le port éventuel d'équipement de protection respiratoire.

S'agissant enfin des poussières alvéolaires, seuls 2 % des résultats présentent des dépassements pour certains métiers ou certaines tâches au 1<sup>er</sup> juillet 2023 (alors qu'aucun dépassement n'était constaté au regard des exigences applicables jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 2023) et la proportion de valeurs dépassants 10 % des nouvelles concentrations n'apparaît pas substantiellement aggravée.

Ces résultats, bien que ne prétendant pas à une représentativité exempte de possibles biais d'interprétation au regard de l'échantillon retenu, valident en revanche la pertinence d'un tel état des lieux pour permettre à chaque secteur d'identifier les points sur lesquels devra porter son attention à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2023 et de formuler en conséquence, après une analyse approfondie des conditions de travail associées, des préconisations à destination des entreprises.

**Recommandation à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention :**

**Campagnes sectorielles de mesures**

- Poursuivre et déployer dans chaque secteur professionnel concerné la campagne de mesures permettant, selon le cahier des charges de l'Anses, de caractériser les circonstances et niveaux d'exposition aux poussières inhalables en fonction des moyens et mesures de prévention présents dans l'entreprise.
- Prendre appui sur les résultats de ces mesures pour préconiser dans chaque branche des solutions techniques et organisationnelles de nature à respecter les limites de concentrations en vigueur à compter du 1er juillet 2023. (Cf. recommandation n°3)

### 3.1.2. Élaborer des plans sectoriels de prévention

#### 3.1.2.1. Privilégier le rôle des branches

Le 4<sup>ème</sup> plan santé au travail (PST4) fixe le principe de l'accompagnement des entreprises, notamment les TPE-PME, par les branches : « *Les branches professionnelles constituent un acteur de prévention incontournable pour les TPE-PME : celles-ci peuvent faire connaître, proposer ou décliner des outils et des méthodes adaptés aux métiers et aux situations de travail du secteur d'activité et ainsi éviter que les petites entreprises ne se trouvent démunies face à leurs obligations, en particulier l'évaluation des risques et l'élaboration d'un plan d'actions de prévention qui y correspondent. Durant la crise sanitaire par exemple, des guides de branche ont été construits pour faciliter la mise en œuvre de mesures de prévention contre la Covid-19, comme celui du secteur des particuliers employeurs et de l'emploi à domicile. Cette démarche est riche d'enseignements et devrait être développée à l'avenir pour lutter contre l'accidentalité (...). Il s'agit donc d'encourager leur mobilisation dans ces directions, comme y invite l'accord national interprofessionnel de décembre 2020. Les pouvoirs publics, et notamment le ministère du Travail, renforceront leur dialogue avec les branches les plus concernées par l'accidentalité afin de définir des solutions adaptées et de suivre leur mise en œuvre* ». <sup>56</sup>

#### 3.1.2.2. Planifier la prévention

Les sources d'exposition générant un fort empoussièrement sont relativement bien identifiées : transvasement de produits pulvérulents (poudres..) sans aspiration, mélangeurs non capotés, transport automatisé de poudres sur bande, opérations de nettoyage avec balais et/ou soufflettes, opérations de régénération des filtres, récupération des bidons des centrales d'air, opérations spécifiques de maintenance avec rupture du confinement, nettoyage des EPI, absence de ventilation générale dans des ateliers manipulant des pulvérulents et une accumulant des poussières, toutes opérations mécaniques destructives de la matière (broyage, concassage, découpes, friction...), etc.

La grande diversité des situations d'exposition aux poussières pouvant être rencontrées selon les activités appelle toutefois des solutions adaptées aux contraintes de chaque métier et justifie l'élaboration de plans sectoriels. Mais elle ne fait pas obstacle à l'identification d'une typologie de situations d'exposition permettant de caractériser les grandes catégories auxquelles les entreprises vont se trouver confrontées au 1<sup>er</sup> juillet 2023.

Au vu de l'ensemble des éléments recueillis au cours de ses travaux, la commission, sans préjuger des résultats des campagnes de mesures à venir, identifie trois grandes situations pouvant coexister au sein de la même entreprise :

- Cas n°1 : les situations dans lesquelles les entreprises sont d'ores et déjà en conformité avec les nouvelles règles ;
- Cas n°2 : les situations dans lesquelles des dépassements des nouvelles limites de concentration pourront exister de manière localisée ou limitée dans le temps (pics d'émission) ou dans des zones où les travailleurs n'interviennent qu'occasionnellement ou pendant une durée limitée ;

---

<sup>56</sup> PST4 : « *L'importance de l'accompagnement des entreprises a été rappelée par l'ANI du 9 décembre 2020, qui cible spécifiquement les TPE-PME et souligne que la branche professionnelle est un cadre privilégié pour formaliser les grandes priorités dans le domaine de la prévention des risques professionnels en mettant à disposition des outils utiles à la prévention. Les branches professionnelles joueront donc un rôle important pour contribuer à concevoir ces outils, notamment les branches concentrant de nombreuses TPE-PME et où l'on peut constater des situations d'exposition reproductibles, au-delà des seuls secteurs industriel et agricole (par exemple les secteurs de la coiffure, du service automobile, du BTP...). Les outils ainsi développés pourraient permettre de décliner l'ensemble de la démarche de prévention du risque chimique en portant une attention particulière sur l'évaluation des risques et en intégrant l'ensemble des mesures de prévention (substitution, protections collectives et individuelles, formation...) afin d'être opérationnels et adaptés à la nature de l'activité* ».

- Cas n°3 : Les situations dans lesquelles des émissions diffuses de poussières inhérentes au processus de production ne pourront être traitées par des solutions locales et ponctuelles, et appellent des investissements différés.

Dans le premier cas, il y a lieu pour l'entreprise d'identifier les moyens de prévention qui lui ont permis d'atteindre l'objectif visé et de veiller au maintien de leur efficacité dans le temps. La promotion des configurations techniques et organisationnelles permettant un tel résultat devra en outre être largement diffusée aux entreprises similaires de sorte ce qu'elles puissent s'en inspirer et les déployer au besoin à leur tour.

Dans le deuxième cas, des dispositions devront être prises dans l'entreprise à travers la mise en place de moyens de prévention de nature technique, organisationnelle et humaine permettant de protéger les opérateurs pendant leur exposition durant les pics d'émission identifiés. Lorsque les mesures techniques requises ne peuvent être réalisées immédiatement, l'employeur doit les programmer dans le cadre du plan d'actions résultant de son évaluation des risques, et, dans l'attente, mettre en place des mesures compensatoires organisationnelles et individuelles (modes opératoires, rotations, port d'EPI, etc.).

Dans le troisième cas, le plus problématique, le respect des nouvelles limites de concentrations dans l'ensemble des locaux de travail est conditionné à des travaux substantiels réalisés à la faveur d'investissements portant sur la globalité du process. L'ampleur des changements requis relève d'un projet de conception lié au renouvellement complet des installations car d'autres problématiques que les poussières seront alors prises en compte (saut technologique, modernisation des équipements, robotisation, automatisation, gains de productivité, économies d'énergie, contraintes environnementales, etc.). De telles modifications, qu'on peut notamment rencontrer dans des industries de process, sont dépendantes du cycle de vie des installations existantes et s'inscrivent dans une logique d'investissement réalisé lorsque ces dernières ont été amorties (déménagement d'atelier, réaménagement complet d'une ligne de production, etc.). À titre d'exemple, la généralisation du travail par voie humide dans une usine comprenant de nombreuses machines et procédés émissifs génère une ingénierie de conception complexe et potentiellement longue. Dans cette hypothèse, une ambiance générale poussiéreuse pourra perdurer quelques mois, voire quelques années selon le stade du cycle de vie précité, et l'employeur devra, là encore, tout en planifiant les travaux d'investissement, mettre en place des mesures compensatoires soutenables permettant de protéger les travailleurs dans l'attente.

La commission considère dès lors qu'il est possible de proposer une trame commune des plans sectoriels qui seront élaborés en s'appuyant sur les principes généraux de prévention des articles L. 121-1 et suivants du Code du travail. Ceux-ci permettent en effet aux entreprises de planifier la prévention dans un ensemble cohérent<sup>57</sup>, de sorte à être en conformité avec la nouvelle réglementation dès le 1<sup>er</sup> juillet 2023, tout en s'inscrivant dans une logique d'amélioration continue pour celles qui ne seront pas en mesure d'atteindre un niveau d'empoussièrement suffisamment bas en tout point de leurs locaux de travail à cette date.

Les actions de prévention que l'employeur doit mettre en place relèvent traditionnellement de trois registres : technique, organisationnel et humain (individuel). Elles relèvent en outre de deux temporalités :

- Les mesures de protection qui doivent être mises en place immédiatement pour protéger les travailleurs des risques encourus ;

---

<sup>57</sup> 7<sup>o</sup> de l'article L. 4121-2 du Code du travail : « L'employeur met en œuvre les mesures prévues à l'article L. 4121-1 sur le fondement des principes généraux de prévention suivants : Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants (...) ».

- Les mesures pérennes de prévention qui permettent d'éviter les risques ou de les réduire au niveau le plus faible possible.

Il est donc proposé que les branches, au vu des résultats des campagnes de mesures auxquelles elles auront procédé, indiquent aux entreprises les actions qui leur permettront de respecter les nouvelles limites de concentration selon le cas dans lequel elles se trouvent parmi les trois situations décrites plus haut.

Ainsi par exemple, les situations du cas n°1 sont celles dans lesquelles des solutions techniques sont manifestement déjà en place. Le maintien des performances atteintes doit probablement être complété par des mesures organisationnelles et individuelles. À titre d'illustration, dans le cas d'une installation de criblage de l'industrie extractive, l'abattage des poussières par brumisation ou leur captage par encoffrement et aspiration collective à la source constituent des solutions techniques pérennes qui doivent être priorisées. Elles doivent être complétées par des mesures organisationnelles portant notamment sur la maintenance régulière des installations de captage et le nettoyage des postes. Elles doivent enfin être complétées par des modes opératoires non ou moins émissifs et des instructions appropriées données aux travailleurs (information, sensibilisation, formation).

**Exemple de préconisations dans le cas n°1 :  
Installations dont les résultats de la campagne de mesure donnent des résultats satisfaisants**

	<b>Mesures à court terme prises à titre provisoire ou compensatoire (Logique de prévention secondaire)</b>	<b>Mesures à long terme pérennes (Logique de prévention primaire)</b>
<b>Mesures d'ordre technique</b>		<p>Description des principales caractéristiques des installations de ventilation donnant de bons résultats (renvoi à des guides de prévention, etc.) ;</p> <p>Remplacement périodique les pièces d'usure (nombre d'heures, etc.).</p>
<b>Mesures d'ordre organisationnel</b>		<p>Organiser un planning de maintenance des installations de ventilation avec un mode opératoire pour les opérations de nettoyage polluantes ;</p> <p>Procéder ou faire procéder à la vérification périodique de l'efficacité de captage par un installateur ou un organisme de contrôle ;</p> <p>Assurer la formation du personnel chargé des opérations de maintenance.</p>
<b>Mesures d'ordre individuel</b>		<p>Donner des instructions appropriées aux travailleurs (modes opératoires de routine, gestion des situations anormales prévisibles, etc.) ;</p> <p>Information et formation périodique des travailleurs sur les risques et les moyens de s'en prémunir ;</p> <p>Port des EPI dans les situations d'intervention particulière et formation à l'utilisation, entretien, stockage des EPI.</p>

Les situations du cas n°2 sont celles dans lesquelles les campagnes de mesures auront mis en évidence des situations de dépassements localisés dans l'espace et dans le temps durant lesquelles les mesures de prévention collective ne font plus leur office. Elles sont impossibles à mettre en place (empoussièremment ambiant incompressible) ou insuffisantes (pics d'exposition). Les plans de branche doivent proposer des solutions qui permettent aux travailleurs de travailler sans être exposés à des dépassements de concentrations et ce, dès le 1<sup>er</sup> juillet 2023. Ces mesures seront donc prises à court terme. À titre d'illustration, il pourrait s'agir de travailleurs devant intervenir à proximité de certaines zones très émissives durant des rondes pour effectuer des prélèvements, des vérifications ou des opérations ponctuelles. Les mesures de protection requises se situeront cette fois dans la seconde colonne du tableau ci-dessous.

**Exemple de préconisations dans le cas n°2 :**  
**Zones localisées et/ou temps de travail limités durant lesquels les résultats de la campagne de mesure ont mis en évidence des dépassements.**

	<b>Mesures à court terme prises à titre provisoire ou compensatoire (Logique de prévention secondaire)</b>	<b>Mesures à long terme pérennes (Logique de prévention primaire)</b>
<b>Mesures d'ordre technique</b>	Équiper les postes de travail d'aspirateurs portatifs mobiles pour leur nettoyage, etc.	
<b>Mesures d'ordre organisationnel</b>	Limitation du temps de présence dans le local ; Polyvalence et rotations ; Interdiction d'accès à certaines catégories de travailleurs (jeunes, CDD, stagiaires, etc.) Procédures de nettoyage des postes et de dépoussiérage des travailleurs ; Modes opératoires non ou moins émissifs (proscrire soufflette ou balais, procédures d'ouverture de sac contenant des pulvérulents, etc.) ; Nettoyage des vêtements de travail, etc.	
<b>Mesures d'ordre individuel</b>	Port d'appareils de protections respiratoires ; Suivi de la santé renforcé par le SPST ; Actions de formation et de sensibilisation.	

Les situations du cas n°3 sont celles dans lesquelles les résultats des mesures effectuées révèlent la nécessité de procéder à des travaux dont l'importance nécessite des études et des investissements importants. Ils sont techniquement réalisables (passage au travail par voie humide, mise en place d'une installation de ventilation centralisée, etc.) mais vont prendre plusieurs mois voire plusieurs années avant d'être réalisés. Les plans de branches doivent décrire les solutions techniques pérennes et l'employeur devra les planifier dans le plan d'actions qui fait suite à l'évaluation des risques qu'il a réalisée. Le plan doit dès lors aussi indiquer les mesures qui doivent être prises à court terme, souvent d'ordre organisationnel ou individuel, dans l'attente de la réalisation des travaux pérennes. A titre d'illustration, la mise en place d'une installation de ventilation centralisée obéira à des caractéristiques techniques et des conseils méthodologiques, tandis que les mesures conservatoires, par nature en « mode dégradé », décriront les conditions de travail transitoires permettant de respecter les concentrations de poussières dans l'air inhalé par le travailleur.

**Exemple de préconisations dans le cas n°3 :**  
**Installations dont les résultats de la campagne de mesure mettent en évidence la nécessité de**  
**procéder à des travaux d'améliorations importants**

	<b>Mesures à court terme prises à titre provisoire ou compensatoire (Logique de prévention secondaire)</b>	<b>Mesures à long terme pérennes (Logique de prévention primaire)</b>
<b>Mesures d'ordre technique</b>	Équiper les postes de travail d'aspirateurs portatifs mobiles pour leur nettoyage, etc. ; Supprimer l'usage des soufflettes.	Prescriptions que doit contenir le cahier des charges adressé à l'installateur ; Caractéristiques d'une installation performante.
<b>Mesures d'ordre organisationnel</b>	Rotations au poste de travail ; Réduction du temps de présence dans les zones émissives ; Réduction du nombre de travailleurs occupés dans les zones émissives ; Procédures d'entretien et d'approvisionnement des EPI.	Procédure de réception de l'installation (T O) ; Prise en compte des contraintes de travail réel des opérateurs pour les intégrer au cahier des charges ; Maintenance des installations ; Contrôle périodique des installations.
<b>Mesures d'ordre individuel</b>	Port d'appareils de protection respiratoire et formation à leur utilisation (caractéristiques, performances, etc.) ; Information sensibilisation des travailleurs ; Modes opératoires de travail.	Renouvellement périodique des formations Campagne périodique de sensibilisation Suivi de l'état de santé des travailleurs

Les branches devront par ailleurs veiller à ce que les recommandations qu'elles formulent portent non seulement sur les phases de production mais aussi sur toutes les phases et opérations émissives situées

en amont et en aval de la production (préparations de mélanges, vidanges, nettoyages, changements de filtres, maintenance, interventions anormales prévisibles, etc.)

### 3.1.2.3. Sécuriser les contenus des guides

L'élaboration de guides de branches répond à une logique de droit souple qui a déjà été mise en œuvre par le passé dans des circonstances similaires à celles qui entourent le décret de décembre 2021. Outre les référentiels de recommandations élaborés dans l'urgence dans le cadre de la crise sanitaire liée au Covid-19, l'exercice de référentiels professionnels a été utilisé avec succès lors de la mise en conformité des équipements de travail faisant suite à la transposition des directives machines dans le Code du travail en 1993. La question posée est à chaque fois celle du statut et de la portée juridique de ces documents.

La commission rappelle en premier lieu que ces documents sont, conformément aux objectifs du PST4 rappelés plus haut, de nature à outiller utilement les entreprises du secteur considéré sur les modalités selon lesquelles elles peuvent satisfaire leurs obligations dans leur contexte particulier.

Afin toutefois de s'assurer que leur contenu est conforme à cette ambition, elle suggère que les guides de branche relatifs aux poussières fassent l'objet d'un examen par la CS3 du COCT au besoin dans une configuration aménagée, en y adjoignant par exemple pour la circonstance l'avis d'experts en matière d'aération/assainissement des lieux de travail. Cet examen aurait pour objet de s'assurer que chaque guide préconise des solutions de nature à répondre aux trois catégories de situations évoquées plus haut, qu'il opère une distinction entre les mesures techniques, organisationnelles et individuelles ainsi qu'entre les mesures compensatoires, provisoires et pérennes. Elle suggère à cet effet aux organisations professionnelles de se faire accompagner au besoin par leur centre technique ou, lorsqu'elles ne disposent pas d'un tel centre, par un établissement en capacité de leur apporter un soutien technique.

Les entreprises faisant l'objet d'un contrôle pourraient justifier de leurs obligations en faisant la démonstration qu'elles se sont référées et ont mis en œuvre les dispositions du guide, sans préjudice des demandes de vérification auxquelles peuvent recourir les corps de contrôle en cas de doute sérieux sur l'efficacité des actions conduites sur le terrain, dont les statistiques rappelées en tête du présent rapport montrent qu'elles font un usage modéré.

#### **Recommandation à l'égard des organisations professionnelles et des acteurs de la prévention :**

##### **Plans d'action sectoriels à court, moyen et long terme**

- Mettre à disposition des entreprises de chaque branche, filière, secteur ou sous-secteur concerné par la problématique des poussières inhalables un guide réalisé par les organisations professionnelles, indiquant auxdites entreprises :
  - Les modalités selon lesquelles elles peuvent s'acquitter de leurs obligations sur les plans techniques, organisationnels et individuels ;
  - Les solutions réputées efficaces ;
  - La temporalité indicative dans laquelle elles peuvent raisonnablement être déployées.
  
- Soumettre ces guides à l'examen de la CS3 du COCT.

## 3.2. Recommandations aux pouvoirs publics

### 3.2.1. Clarifier le champ lexical

Ces recommandations ayant été développées dans le corps du présent rapport, elles feront ici l'objet d'un simple rappel.

Renoncer à l'usage de la notion « poussières sans effet spécifique » au profit de la notion « poussières inhalables » et remplacer dans la réglementation les terminologies obsolètes et inappropriées telles que « poussières totales » (cf. § 2.1.3.2).

Toiletter les dispositions réglementaires du Code du travail relatives à l'aération/assainissement des lieux de travail de manière à lever les ambiguïtés sur leur champ d'application (mesures d'ambiance ou individuelles, etc.) et veiller à leur articulation avec celles relatives aux ACD<sup>58</sup> (cf. § 2.1.5).

### 3.2.2. Aménager certaines dispositions réglementaires en vue de simplifier les obligations tout en renforçant leur effectivité

Un des points nodaux des travaux de la commission et l'un des principaux motifs des blocages qu'elle a constatés pour la mise en œuvre du décret poussières, porte sur la question de savoir si les poussières inhalables doivent ou non être considérées et donc traitées juridiquement et techniquement comme des ACD.

Les travaux ont mis en évidence que les dispositions de l'article R. 4422-10 n'étaient en réalité pas appliquées : pas ou très peu de mesures des concentrations, de contrôle des installations, de demandes de vérifications de l'inspection du travail au regard du nombre d'entreprises potentiellement assujetties. Le fossé s'est creusé d'autant plus entre les dispositions aération/assainissement et celles sur les ACD, que les dernières décennies ont mis l'accent sur ces derniers et se sont concentrées sur la fixation de VLEP en nombre toujours croissant. Il faut se rappeler que de 5 en 1985, le nombre de VLEP est passé à environ 200 aujourd'hui.

Deux grandes catégories d'entreprises se sont en quelque sorte constituées :

- Celles dont l'activité est concernée par des VLEP (relevant des articles R. 4412-149 et R. 4412-150 du Code du travail) et dont les exploitants, les préventeurs et les corps de contrôle veillent à leur respect, comme les données évoquées ci-dessus l'attestent (Scola, Colchic, etc.), le risque chimique, avéré, étant légitimement l'objet d'une attention particulière ;
- Celles dont l'activité est exposée à des poussières n'ont pas de VLEP s laissant supposer qu'elles sont sans danger.

---

<sup>58</sup> Depuis plusieurs années, des travaux ont été engagés pour réfléchir à l'évolution du système de prévention des risques chimiques, considéré comme complexe et perçu comme insuffisamment orienté vers la prévention. La CS2 du COCT a commencé à travailler en 2015 sur une évolution de la réglementation. Ces travaux ont été interrompus en 2017, lors de la mise en place de la mission Frimat. Le rapport de cette mission, paru en 2018, pointait la complexité et l'application insuffisante de la réglementation, ainsi que le manque de traçabilité des expositions. Les travaux de la CS2 ont repris à la suite de la remise de ce rapport. La CS2 a décidé la mise en place d'un groupe de travail spécifique sur la réforme du risque chimique, qui a travaillé entre octobre 2019 et octobre 2020 sur :

- Les modalités de transposition et d'introduction des VLEP dans le droit national ;
- Les difficultés de mise en œuvre des mesures de prévention et les axes d'amélioration de l'effectivité de ces dernières.

À la suite de la restitution des travaux du groupe de travail de la CS2, un projet de réforme a été envisagé, articulé autour de deux axes :

- Un volet réglementaire pour améliorer la lisibilité des textes, recentrer les dispositions sur des obligations de résultat ou de moyens de mise en œuvre de la prévention, mettre en place une gradation des exigences en fonction de la dangerosité ;
- Un volet d'accompagnement des entreprises, proposant des outils pour certains types d'entreprises et de secteurs, avec des démarches de prévention du risque chimique constituant des référentiels en ciblant des situations reproductibles dans des TPE.

S'agissant du mesurage des VLEP, l'objectif consisterait à s'orienter vers une obligation d'évaluation de l'efficacité des mesures de prévention.

La question de l'articulation entre les deux a pris une acuité particulière en raison de l'abaissement des seuils de poussières inhalables à des niveaux très proches de celui des poussières considérées comme ayant des effets spécifiques et des VLEP.

La commission considère que le débat doit être posé dans des termes renouvelés. En effet, si la notion de PSES doit être abandonnée, car elle est inappropriée et ne correspond pas aux compréhensions et connaissances contemporaines des effets des poussières sur la santé, les poussières inhalables, omniprésentes, ne justifient pas pour autant un traitement identique à celui de poussières ayant des VLEP spécifiques. Ces poussières peuvent être considérées comme a priori moins dangereuses, raison pour laquelle elles ne font pas l'objet d'une VLEP spécifique. Dès lors, l'accent ne doit pas être mis tant sur la surveillance des expositions telle qu'elle est actuellement prévue pour les ACD ayant des VLEP, réputées lourdes et coûteuses sur les plans méthodologique et financier, que sur celui de la surveillance de l'efficacité de la prévention. C'est pourquoi, il est préférable d'aménager le dispositif réglementaire de telle sorte que, sans changer les valeurs des limites de concentrations, le contrôle de leur respect soit substantiellement facilité.

Sur ce point, la commission insiste sur la nécessité d'instaurer une procédure de réception des installations de ventilation garantissant le respect des concentrations de poussières à la mise en service. Un point T zéro nécessitera la mesure des concentrations au démarrage et permettra pour la suite de privilégier le respect, plus simple, des quelques paramètres (vitesses de captage, etc.) réputés démontrer le respect des textes.

#### **Recommandation à l'égard à l'égard des pouvoirs publics :**

##### **Effectivité du droit**

À la faveur d'un vecteur réglementaire approprié :

- Adosser la mise en place d'un système de ventilation à un cahier des charges modélisé et à une procédure de réception de l'installation assortie d'une mesure initiale des concentrations en poussières inhalables et alvéolaires (Temps T zéro) ;
- Procéder, tout en en conservant l'esprit, à une refonte et une actualisation complète de l'arrêté du 8 octobre 1987 sur les modalités de contrôle ultérieures des performances de l'installation ;
- Lever toute ambiguïté sur le fait que les entreprises ne sont pas tenues de mettre en œuvre annuellement des contrôles de mesures des poussières sur la base de l'arrêté de 2009 pour les poussières non soumises à VLEP au titre des articles R. 4412-149 et R. 4412-150 ;
- Espacer les obligations de mesures de poussières inhalables et alvéolaires, par exemple tous les quatre ou cinq ans, au profit d'une vérification annuelle de l'efficacité des installations au regard des valeurs de références issues du temps T zéro ;
- Supprimer dans les dispositions réglementaires relatives aux limites de concentrations en poussières inhalables et alvéolaires les mentions « *en aucun point* » ainsi que « *en tout point* » du local, et leur substituer un contrôle du respect de ces limites lors de la réalisation du temps T zéro, comprenant :
  - Des prélèvements aux points d'émission des poussières ou en des points caractéristiques (positions de postes de travail...),
  - Couplé à des prélèvements individuels (une fois tous les cinq ans s'agissant de ce dernier).
- Rappeler dans les dispositions relatives à l'utilisation des lieux de travail l'importance des opérations de maintenance préventive sur les installations d'aération/assainissement.

### 3.2.3. Articuler les enjeux énergétiques et sanitaires

Dans le contexte actuel de transition énergétique, induisant à terme une augmentation du coût de l'énergie, la mise en place de nouvelles solutions de captage de poussières et de ventilation dans les locaux de travail, permettant de respecter les nouvelles valeurs d'exposition, pourrait être vue comme une source supplémentaire de coût.

La commission a pu par exemple constater de visu, que la ventilation de certains ateliers peut être réalisée sans compensation d'apport d'air extérieur, l'industriel ayant ainsi l'espoir d'éviter des entrées d'air chaud ou froid pouvant déséquilibrer le conditionnement en température du local. Cette absence de compensation diminue considérablement l'efficacité des systèmes aérauliques de captage et de ventilation, les entrées d'air se faisant de manière parasite, allant jusqu'à bloquer les portes de communication des ateliers ; selon les installateurs auditionnés, ce choix préjudiciable, parfois lié à des décisions budgétaires d'investissement, serait malheureusement assez fréquent.

Même pour les installations aérauliques bien conçues, la consommation énergétique liée au fonctionnement des ventilateurs, est un élément dimensionnant. Il est notamment essentiel d'imaginer des circuits aérauliques et des systèmes de filtration limitant les débits à mettre en œuvre et les pertes de charge des circuits, notamment des filtres (cf. § 2.4.2.3). Privilégier le captage à la source des poussières avant de traiter la ventilation générale du local, permet d'ores et déjà de minimiser de la consommation énergétique.

Durant toute la vie de l'installation, il est ensuite essentiel de surveiller l'évolution de ses caractéristiques aérauliques pour s'assurer de la conservation de son efficacité, en évitant les fuites et en évitant l'encrassement excessif des organes de filtration, qui sont générateurs de surconsommation énergétique.

Seul le souci d'intégrer la réflexion énergétique à tous les niveaux : conception, réalisation et maintenance de l'installation, permettra de maîtriser efficacement les coûts énergétiques.

Le respect des règles et bonnes pratiques aérauliques, documentées en particulier dans les guides INRS, et l'expérience des installateurs sur ce point sont essentiels. Par ailleurs, on consultera valablement le site internet [www.ventilation-industrie.fr](http://www.ventilation-industrie.fr) réalisé conjointement par le Centre Technique des Industries Aérauliques (CETIAT) et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), traitant de l'optimisation énergétique des installations de ventilation industrielle.

## Références bibliographiques

---

1. Agusti A, Ambrosino N, Blackstock F, Bourbeau J, Casaburi R, Celli B, Crouch R, Negro RD, Dreher M, Garvey C, Gerardi D, Goldstein R, Hanania N, Holland AE, Kaur A, Lareau S, Lindenauer PK, Mannino D, Make B, Maltais F, Marciniuk JD, Meek P, Morgan M, Pepin JL, Reardon JZ, Rochester C, Singh S, Spruit MA, Steiner MC, Troosters T, Vitacca M, Clini E, Jardim J, Nici L, Raskin J, ZuWallack R. COPD: Providing the right treatment for the right patient at the right time. *Respir Med*. 2023b Feb;207:107041.
2. Agustí A, Celli BR, Criner GJ, Halpin D, Anzueto A, Barnes P, Bourbeau J, Han MK, Martinez FJ, Montes de Oca M, Mortimer K, Papi A, Pavord I, Roche N, Salvi S, Sin DD, Singh D, Stockley R, López Varela MV, Wedzicha JA, Vogelmeier CF. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2023 Report: GOLD Executive Summary. *Eur Respir J*. 2023a Apr 1;61(4):2300239.
3. Andujar P, Dalphin JC. Bronchopneumopathies chroniques obstructives professionnelles. Aspects médico-légaux, conduite à tenir en pratique. *Rev Mal Respir*. 2016 Feb;33(2):91-101.
4. Andujar P, Lanone S, Brochard P, Boczkowski J. Respiratory effects of manufactured nanoparticles. *Rev Mal Respir*. 2011 Oct;28(8): e66-75.
5. Andujar P, Nemery B. Pathologies respiratoires aiguës et subaiguës d'origine toxique [Acute and subacute chemical pneumonitis]. *Rev Mal Respir*. 2009 Oct;26(8):867-85.
6. Anses. Rapport Exposition à la silice cristalline : des risques élevés pour la santé des travailleurs, mai 2019.
7. Anses. Avis et rapport de l'Anses à la proposition de valeurs limites d'exposition en milieu professionnel pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique, décembre 2020
8. Hervé-Bazin B. Valeurs limites poussières totales et alvéolaires, nécessité d'une réévaluation. INRS, 2005, HST PR16-198-05
9. Blanc PD, Annesi-Maesano I, Balmes JR, Cummings KJ, Fishwick D, Miedinger D, Murgia N, Naidoo RN, Reynolds CJ, Sigsgaard T, Torén K, Vinnikov D, Redlich CA. The Occupational Burden of Nonmalignant Respiratory Diseases. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 Jun 1;199(11):1312-1334.
10. Blanc PD, Iribarren C, Trupin L, Earnest G, Katz PP, Balmes J, Sidney S, Eisner MD. Occupational exposures and the risk of COPD: dusty trades revisited. *Thorax*. 2009a;64(1):6-12.
11. Blanc PD, Menezes AM, Plana E, Mannino DM, Hallal PC, Toren K, Eisner MD, Zock JP. Occupational exposures and COPD: an ecological analysis of international data. *Eur Respir J*. 2009b;33(2):298-304.
12. Caudle WM. Occupational Metal Exposure and Parkinsonism. *Adv Neurobiol*. 2017;18:143-158.
13. Cherrie JW, Brosseau LM, Hay A, Donaldson K. Low-toxicity dusts: current exposure guidelines are not sufficiently protective. *Ann Occup Hyg*. 2013 Jul;57(6):685-91.
14. Cullinan P, Muñoz X, Suojalehto H, Agius R, Jindal S, Sigsgaard T, Blomberg A, Charpin D, Annesi-Maesano I, Gulati M, Kim Y, Frank AL, Akgün M, Fishwick D, de la Hoz RE, Moitra S. Occupational lung diseases: from old and novel exposures to effective preventive strategies. *Lancet Respir Med*. 2017 May;5(5):445-455.
15. Driscoll KE, Borm PJA. Expert workshop on the hazards and risks of poorly soluble low toxicity particles. *Inhal Toxicol*. 2020 Feb;32(2):53-62.
16. ECHA. RAC committee for risk assessment. Opinion proposing harmonised classification and labelling at EU level of Titanium dioxide. EC Number: 236-675-5 CAS Number: 13463-67-7, CLH-O-0000001412-86-163/F. Helsinki, Finland: ECHA. 2017
17. Greim H, Borm P, Donaldson K, Driscoll K, Hartwig A, Kuempel E, Oberdörster G, Schins R, Speit G. Toxicity of fibers and particles. Report of a workshop held in Munich, German. *Inhal. Toxicol*. 2001;13:737-754.

18. Heinrich U, Fuhst R, Rittinghausen S, Creutzenberg O, Bellmann B, Koch W, Levsen K. Chronic Inhalation Exposure of Wistar Rats and two Different Strains of Mice to Diesel Engine Exhaust, Carbon Black, and Titanium Dioxide. *Inhal Toxicol.* 1995;7(4): 533-556,
19. <https://www.acgih.org/appendix-b/> site consulté le 22 mai 2023
20. <https://www.constances.fr/> site consulté le 22 mai 2023
21. <https://www.coset.fr/> site consulté le 22 mai 2023
22. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Carbon black, titanium dioxide, and talc. Vol. 93. Lyon (France): World Health Organization. 2010
23. ILSI Risk Science Institute. The relevance of the rat lung response to particle overload for human risk assessment: a workshop consensus report. *Inhal Toxicol.* 2000 Jan-Feb;12(1-2):1-17. Kuempel ED, O'Flaherty EJ, Stayner LT, Smith RJ, Green FH, Vallyathan V. A biomathematical model of particle clearance and retention in the lungs of coal miners. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2001 Aug;34(1):69-87.
24. Lee KP, Trochimowicz HJ, Reinhardt CF. Pulmonary response of rats exposed to titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) by inhalation for two years. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1985 Jun 30;79(2):179-92.
25. MAK. 2014. General threshold limit value for dust (R fraction) (Biopersistent granular dusts), MAK commission, the MAK-Collection part I, MAK value documentations 2014, DFG, deutsche forschungsgemeinschaft, 2014 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA. Mangalore, Karnataka: MAK.
26. Mauderly JL, Snipes MB, Barr EB, Belinsky SA, Bond JA, Brooks AL, Chang IY, Cheng YS, Gillett NA, Griffith WC, et al. Pulmonary toxicity of inhaled diesel exhaust and carbon black in chronically exposed rats. Part I: Neoplastic and nonneoplastic lung lesions. *Res Rep Health Eff Inst.* 1994 Oct;(68 Pt 1):1-75; discussion 77-97.
27. Mauderly. Contribution of bioassays to the assessment of human health risks from solid airborne particles. In: *Toxic and carcinogenic effects of solid particles in the respiratory tract.* ISLI Press, Washington, 1993
28. Morfeld P, Bruch J, Levy L, Ngiewih Y, Chaudhuri I, Muranko HJ, Myerson R, McCunney RJ. Translational toxicology in setting occupational exposure limits for dusts and hazard classification - a critical evaluation of a recent approach to translate dust overload findings from rats to humans. *Part Fibre Toxicol.* 2015 Apr 23;12:3.
29. Morimoto Y, Oyabu T, Horie M, Kambara T, Izumi H, Kuroda E, Creutzenberg O, Bellmann B, Pohlmann G, Schuchardt S, Hansen T, Ernst H. Pulmonary toxicity of printer toner following inhalation and intratracheal instillation. *Inhal Toxicol.* 2013 Oct;25(12):679-90.
30. Morrow PE. Possible mechanisms to explain dust overloading of the lungs. *Fundam Appl Toxicol.* 1988 Apr;10(3):369-84.
31. Mossman BT. Mechanisms of action of poorly soluble particulates in overload-related lung pathology. *Inhal Toxicol.* 2000 Jan-Feb;12(1-2):141-8.
32. Muhle H, Bellmann B, Creutzenberg O, Dasenbrock C, Ernst H, Kilpper R, MacKenzie JC, Morrow P, Mohr U, Takenaka S, et al. Pulmonary response to toner upon chronic inhalation exposure in rats. *Fundam Appl Toxicol.* 1991 Aug;17(2):280-99.
33. Muhle H, Mermelstein R, Dasenbrock C, Takenaka S, Mohr U, Kilpper R, MacKenzie J, Morrow P. Lung response to test toner upon 2-year inhalation exposure in rats. *Exp Pathol.* 1989;37(1-4):239-42.
34. National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies of talc in F344 rats and B6C3F1 mice. NTP-TR; NIH publ., 1993
35. Nel A, Xia T, Mädler L, Li N. Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science.* 2006 Feb 3;311(5761):622-7.
36. Nikula KJ, Snipes MB, Barr EB, Griffith WC, Henderson RF, Mauderly JL. Comparative pulmonary toxicities and carcinogenicities of chronically inhaled diesel exhaust and carbon black in F344 rats. *Fundam Appl Toxicol.* 1995 Apr;25(1):80-94. Nikula KJ. Rat lung tumors induced by exposure to selected poorly soluble nonfibrous particles. *Inhal Toxicol.* 2000 Jan-Feb;12(1-2):97-119.

37. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). Current intelligence bulletin 63, occupational exposure to titanium dioxide. DHHS Publication No. 2011-160. Cincinnati (OH): NIOSH, 2011.
38. Norme AFNOR NF EN 1540. Exposition des lieux de travail – Terminologie. Février 2012, 59 p.
39. Oberdörster G. The NTP talc inhalation study: a critical appraisal focused on lung particle overload. *Regul Toxicol Pharmacol.* 1995 Apr;21(2):233-41.
40. Oberdörster. Extrapolation of results from animal inhalation studies with particles to humans? - Background document prepared for the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits. SEG/INF/69, 25 pages, 1993a
41. Oberdörster. Lung dosimetry: pulmonary clearance of inhaled particles. *Aerosol Sc Technol.*, 1993b: 279-89.
42. Pauluhn J. Derivation of occupational exposure levels (OELs) of low-toxicity isometric biopersistent particles: How can the kinetic lung overload paradigm be used for improved inhalation toxicity study design and OEL-derivation? *Part Fibre Toxicol.* 2014 Dec 20;11:72.
43. Puisney C, Baeza-Squiban A, Boland S. Mechanisms of Uptake and Translocation of Nanomaterials in the Lung. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1048:21-36. doi: 10.1007/978-3-319-72041-8\_2. PMID: 29453530.
44. Raftis JB, Miller MR. Nanoparticle translocation and multi-organ toxicity: A particularly small problem. *Nano Today.* 2019 Jun;26:8-12.
45. Riediker M, Zink D, Kreyling W, Oberdörster G, Elder A, Graham U, Lynch I, Duschl A, Ichihara G, Ichihara S, Kobayashi T, Hisanaga N, Umezawa M, Cheng TJ, Handy R, Gulumian M, Tinkle S, Cassee F. Particle toxicology and health - where are we? *Part Fibre Toxicol.* 2019 Apr 23;16(1):19.
46. Schins RP, Knaapen AM. Genotoxicity of poorly soluble particles. *Inhal Toxicol.* 2007;19 Suppl 1:189-98.
47. Tomonaga T, Izumi H, Yoshiura Y, Myojo T, Oyabu T, Lee BW, Okada T, Li Y, Kawai K, Higashi T, Morimoto Y. Assessment of Pulmonary Toxicity Induced by Inhaled Toner with External Additives. *Biomed Res Int.* 2017;2017:4245309.
48. Warheit DB, Kreiling R, Levy LS. Relevance of the rat lung tumor response to particle overload for human risk assessment-Update and interpretation of new data since ILSI 2000. *Toxicology.* 2016 Dec 30;374:42-59.
49. Yang IA, Jenkins CR, Salvi SS. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smokers: risk factors, pathogenesis, and implications for prevention and treatment. *Lancet Respir Med.* 2022 May;10(5):497-511.

# Annexe 1 - Lettre de mission Direction Générale du Travail (DGT)



**MINISTÈRE  
DU TRAVAIL,  
DE L'EMPLOI  
ET DE L'INSERTION**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

I.N.T.E.F.P.  
Courrier arrivé le

- 3 FEV. 2022

**Direction générale  
du travail**

- 1 FEV. 2022

Service des relations et des conditions de travail  
SRCT

Paris, le

Sous-direction des conditions de travail, de la santé  
et de la sécurité au travail  
CT

Bureau des équipements et des lieux de travail  
CT3

à

D-22-002880

Monsieur Hervé LANOUZIERE  
Directeur de l'Institut National du Travail de l'Emploi et de  
la Formation Professionnelle  
1498 Route de Sain Bel  
69280 MARCY L'ETOILE

Affaire suivie par : Peggy Mathieu, Cassandra Fontaine  
Tél : 01 44 38 21 86, 01 44 38 25 11  
Mél. : [peggy.mathieu@travail.gouv.fr](mailto:peggy.mathieu@travail.gouv.fr),  
[cassandra.fontaine@travail.gouv.fr](mailto:cassandra.fontaine@travail.gouv.fr)

LRAR : 2C 103201 01653

**Objet :** mise en place de la commission chargée de réévaluer les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires sur les lieux de travail et de recenser les moyens techniques de nature à faciliter le respect de ces concentrations par les employeurs

**Réf. :**

Monsieur le Président,

Suite à la décision du 29 juillet 2020 du Conseil d'Etat, qui a « *enjoint au Premier ministre de modifier les dispositions de l'article R. 4222-10 du code du travail en fixant des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par les travailleurs dans les locaux à pollution spécifique de nature à protéger la santé de ces travailleurs dans le délai de six mois à compter de la notification de la présente* », le décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique est venu abaisser ces concentrations, opérant une diminution de 10 à 4 mg/m<sup>3</sup> d'air pour la fraction inhalable et de 5 à 0,9 mg/m<sup>3</sup> d'air pour la fraction alvéolaire à compter du 1er juillet 2023, avec un pallier intermédiaire à compter du 1er janvier 2022 correspondant à un abaissement de 30% des valeurs actuelles (soit 7 mg.m-3 pour la fraction inhalable et 3,5 mg.m-3 pour la fraction alvéolaire).

Conséquemment à ces travaux, une réflexion de fond est engagée sur les concentrations précitées, visant à recenser les moyens techniques de nature à faciliter le respect, par les employeurs, des nouvelles valeurs fixées par le décret susmentionné et à permettre la réévaluation desdites concentrations, de celles retenues en ce qui concerne les mines et carrières et, enfin, de la valeur limite moyenne d'exposition pour les poussières alvéolaires non silicogènes définie à l'article R. 4412-154 du code du travail relatif à la formule d'additivité en cas d'exposition simultanée à la silice et aux autres poussières.

## **Objectifs de cette réflexion**

Ces travaux seront menés dans le cadre d'une commission pluridisciplinaire associant des spécialistes des domaines concernés. Son objectif sera d'accompagner la mise en œuvre des dispositions du décret précité et ainsi de garantir les meilleures conditions de travail aux travailleurs concernés. Outre les membres de la commission désignés par l'arrêté du 26 janvier 2022 déterminant la composition de la commission instituée par le

décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique], vous pourrez solliciter l'intervention devant la commission de tout expert de nature à éclairer vos travaux, en portant une attention particulière aux secteurs les plus concernés par l'émission de poussières sans effet spécifique.

Le travail à entreprendre vise, sur la base des retours d'expériences nationales et internationales, dans un premier temps à identifier les moyens techniques de nature à faciliter le respect, par les employeurs, des concentrations en poussières sans effet spécifique prévues par ce décret à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2023 et dans un deuxième temps à réexaminer ces concentrations pour définir si nécessaire de nouvelles valeurs.

Conformément aux dispositions de l'article 2 de l'arrêté du 26 janvier 2022 susmentionné, il sera demandé à la commission de rendre son rapport dans les 12 mois qui suivront sa mise en place.

L'avancée des travaux de la commission et son rapport seront partagés avec la commission spécialisée relative à la prévention des risques liés à la conception et à l'utilisation des équipements de travail, des équipements de protection individuelle et des locaux et lieux de travail temporaires du Conseil d'orientation des conditions de travail.

#### **Enclenchement des travaux**

Le contour des missions dévolues à cette commission ainsi que son programme de travail seront définis lors de son installation, en lien avec mes services qui se tiennent à votre disposition pour la préparation et l'organisation des réunions de travail de cette instance.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma considération distinguée.

*Merci d'avoir accepté cette mission. Nous sommes à ta disposition avec l'ensemble des équipes de la DGT pour t'appuyer.* Le directeur général du travail,



Pierre RAMAIN

## Décrets, arrêtés, circulaires

### TEXTES GÉNÉRAUX

#### MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE L'INSERTION

Arrêté du 26 janvier 2022 déterminant la composition de la commission instituée par le décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique

NOR : MTRT2127673A

La ministre du travail, de l'emploi et de l'insertion,

Vu le code du travail, notamment les articles R. 4222-10 et R. 4412-154 ;

Vu le décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique ;

Vu l'avis du Conseil d'orientation des conditions de travail du 24 janvier 2022,

Arrête :

**Art. 1<sup>er</sup>.** – Sont nommés membres de la commission instituée par l'article 3 du décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique :

- M. Hervé LANOUZIERE, directeur de l'Institut national du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle, en qualité de président de la commission ;
- M. Pascal ANDUJAR, en qualité d'expert médical et scientifique en pathologies respiratoires professionnelles en lien avec l'inhalation de particules ;
- M. Bruno COURTOIS, en qualité d'expert de la santé et de la sécurité au travail, en particulier de la pollution des locaux de travail ;
- M. Laurent ESTEVE, en qualité d'expert de la prévention des risques professionnels en milieu agricole ;
- M. Alain GEVAUDAN en qualité d'expert technique et scientifique de l'aéroulque et des systèmes d'aération assainissement des installations industrielles ;
- M. Jorge MUNOZ, maître de conférences habilité à diriger des recherches, en qualité d'expert en sciences économiques et sociales du travail ;
- M. Julien PIRIOU, en qualité d'expert technique et scientifique des systèmes de ventilation, aéroulque et confort des bâtiments.

Les fonctions de rapporteur des travaux de la commission sont assurées par un membre de l'Inspection générale des affaires sociales.

**Art. 2.** – Les membres de la commission peuvent faire appel à un ou plusieurs experts afin d'apporter un avis technique ou formuler des recommandations.

**Art. 3.** – La commission spécialisée relative à la prévention des risques liés à la conception et à l'utilisation des équipements de travail, des équipements de protection individuelle et des locaux et lieux de travail temporaires du Conseil d'orientation des conditions de travail est régulièrement informée des travaux de la commission et est destinataire du rapport établi à leur issue, qui sera transmis à la commission générale du Conseil d'orientation des conditions de travail.

**Art. 4.** – Le secrétariat de la commission est assuré par le directeur général du travail ou son représentant.

**Art. 5.** – La ministre du travail, de l'emploi et de l'insertion est chargée de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 26 janvier 2022.

Pour la ministre et par délégation :  
*La directrice générale adjointe du travail,*  
A. LAURENT

## Annexe 3 - Liste des branches auditionnées, personnes entendues et entreprises visitées

---

- Mme BARZYKOWSKI Élisabeth, Chef de projet AFNOR en normalisation et secrétaire du groupe de travail de l'ISO ; AFNOR
- Mme BASCHOU Cécile, Responsable technique et risques industriels ; La Coopération agricole
- M. BASTOS Henri, Directeur scientifique Santé travail ; ANSES
- M. BAUMSTARK Luc, Enseignant chercheur Université Lyon 2 ; Membre de l'ANSES (groupe de travail Impact socio-économique)
- M. BAYEUX Thomas, Direction Sciences sociales, économie et société ; ANSES
- M. BESSOT Nicolas, Chef du bureau des risques physiques, chimiques et biologiques (jusqu'en décembre 2022) ; Bureau CT2 DGT
- Mme BOUCHERON Anastasia, Directrice des Affaires sociales ; ANIA
- Mme BRIS Valérie, Directrice adjointe du Pôle Animal en charge de la nutrition animale ; Coopérative de France
- M. BUREL Christophe, Directeur adjoint ; Coopérative de Teillage de lin du Plateau du Neubourg
- M. CACAUD Jean-Philippe, Directeur Paris Ile-de-France ; Prevencem
- M. CHABALIER Lionel, Responsable technique ; Prevencem
- M. CHAUVIN David, Directeur adjoint du travail ; Direction départementale de l'emploi, du travail et des solidarités (DDETS) Haute-Savoie
- Mme CHOUET Martine, membre de la commission AFNOR/X43C ; AFNOR
- M. CRETEL Grégoire, Responsable Développement et Innovation ; Delta Neu
- M. DE SAINT-JORES Jérémie, Chef du bureau des risques physiques, chimiques et biologiques (depuis décembre 2022) ; Bureau CT2 DGT
- M. DECOCK Bertrand, Président ; CIPALIN
- Mme DUCHET Emilie, Responsable du Centre Interrégional des Mesures Physiques (CIMP) ; Carsat Nord-Est
- Mme FIORE Karine, Directrice adjointe de la Direction Sciences Sociales Economie Société (DISSES) ; ANSES
- M. FLORIN Laurent Chargé de mission lin, Arvalis
- Mme FOURCHÉ Jessie, Coopération agricole luzerne de France ; ANIA (filiale luzerne)
- Pr GOLDBERG Marcel, Professeur émérite d'épidémiologie et santé publique à l'Université Paris Cité (Cohorte Constances) ; INSERM
- M. GONÇALVES Francis, Responsable RH France Sud ; Délifrance
- Mme HÉDOUIN-LANGLET Catherine, Responsable du laboratoire de toxicologie industrielle, Ingénieur conseil ; Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif)
- M. HERRERA Horacio, Hygiéniste du travail ; Membre de l'ANSES (groupe de travail Métrologie)
- Mme KAB Sofiane, Epidémiologiste ; INSERM (Constances)

- Mme KRIEF Perle, Responsable Affaires Sociales ; ANIA (filière lait)
- Mme LE FUSTEC Morgane, Chargée de mission matières premières, environnement, économie ; Union des Syndicats des Produits Amylacés (USPA)
- Mme L'HOSPITALIER Corinne, Pilote de la commission de l'exposition intérieure ; Filiance
- M. MARQUIS Olivier, Chef de projets industriels ; Grands Moulins de Paris
- M. MATER Gautier, Responsable de laboratoire d'évaluation des risques d'exposition ; Département Métrologie des Polluants INRS (Scola)
- Mme MAYER Sophie, Déléguée générale ; CIPALIN
- M. MERCIER Philippe, Comité d'experts spécialisés en Evaluation des Risques liés aux milieux aériens ; ANSES
- M. MERLE Jean-François, Europe sales Manager ; Delta Neu
- Mme OHL-GASTEAU Violaine, Chargée de communication ; Uniclimate
- Mme PAILLAT Amandine, Adjointe de l'Unité d'évaluation des risques liés à l'air ; ANSES
- Mme PERAN Fabienne, Responsable HSE pour l'activité de nutrition animale ; Groupe Avril
- M. PIQUES Wilson, Responsable Affaires sociales et formation ; Fédérations des entreprises de boulangerie
- M. PIROT Yvan, Assistant Santé Sécurité Environnement - Ergonome ; Brioche Pasquier
- Mme REPELLIN Clémence, Responsable Pôle juridique et Acteurs de la construction ; OPPBTP
- M. REUSS Rémi, Responsable de Développement Consommation Santé et Sécurité au travail ; AFNOR
- M. ROBART Philippe, Directeur Technique ; OPPBTP
- Mme SOBANSKA Sophie, Chercheur au CNRS ; Membre de l'ANSES (groupe de travail Métrologie)
- Mme SOUPLY Flavie, Directrice Technique et Durabilité ; Association Nationale de la Meunerie Française
- M. STEFANIAK Christophe, Hygiéniste du travail ; Filiance
- Dr ZINS Marie, Médecin épidémiologiste, enseignant-chercheur à l'Université Paris Cité (Cohorte Constances) ; INSERM

<b>VISITES SUR SITES</b>				
<b>Secteur d'activité/Branche</b>	<b>Activité</b>	<b>Entreprise</b>	<b>Lieu</b>	<b>Date</b>
Granulat/Mines et Carrières	Centre de recyclage de déchets du bâtiment servant au revêtement routier	Plateforme de recyclage YPREMA	7 Rte du Môle Central 92230 Gennevilliers	mardi 29 novembre 2022
Granulat/Mines et Carrières	Extraction de quartzite, riche en silice	Carrière Eurovia de Chailloué	SPL Aubervilliers Quai Adrien Agnès 93300 AUBERVILLIERS	mardi 29 novembre 2022
Boulangerie Viennoiserie Pâtisserie (BVP)	Boulangerie industrielle	Délifrance	Site de Romans - Z.I Les Chasses 9 Rue Nicolas Appert 26100 Romans-sur-Isère	jeudi 23 février 2023
Granulat/Mines et Carrières	Extraction de granit et production d'éléments de voiries, d'espaces urbains et monuments funéraires	Graniterie Petitjean	14 Chemin des Ecorces 88250 La Bresse	jeudi 2 février 2023
Installateur de systèmes de ventilation	Expert en filtration et qualité de l'air dans l'industrie Fournisseur de solutions d'assainissement des atmosphères de travail	Delta NEU	Parc de la Houssoye Rue Ampère 59930 La Chapelle d'Armentières	mardi 21 février 2023

## Annexe 4 - Questionnaire socio-économique Branches et Entreprises

---

Questionnaires visant à renseigner le contexte technique et socio-économique des secteurs d'activité et/ou branches concernés par la présence de poussières sans effet spécifique (PSES) et note d'accompagnement (anses.fr)

Groupe de travail « PSES campagne de mesure »

Décembre 2022

<https://www.anses.fr/sites/default/files/AIR2022SA0114Ra-1.pdf>

## Annexe 5 - Cahier des charges ANSES

---

RAPPORT d'appui scientifique et technique (AST) de l'Anses relatif au cahier des charges et questionnaire pour la réalisation de mesures de concentration en poussières sans effet spécifique (PSES) en vue de la campagne de mesures envisagée par la Commission poussières

Groupe de travail « PSES campagne de mesures »

Novembre 2022

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2022SA0114Ra.pdf>

# Annexe 6 - Courrier du 14 décembre 2022 aux organisations professionnelles

---

Hervé Lanouzière,  
Président de la « Commission poussières »

à

Mme Nathalie Buet, Directrice adjointe Direction de la protection sociale et santé au travail au MEDEF ;  
M. Franck Gambelli, Directeur environnement sécurité conditions de travail à l'UIMM ;  
M. Philippe Chognard, Responsable du Pôle conditions de travail à la Direction des Affaires Sociales et de la Formation à la Cpme  
M. Jean Baptiste Moustié, conseiller technique à l'U2P  
Mme Anne Sophie Forget, chef de service du Département des affaires sociales à la FNSEA

**Date** : mercredi 14 décembre 2022

**Objet** : protocole de mesurage des concentrations de poussières dans les branches, filières et secteurs d'activité

Madame, Monsieur,

La commission « poussières » instituée par le décret du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires a lancé ses travaux le 31 janvier 2022 en vue de procéder au recensement des moyens à mettre en place par les employeurs pour assurer le respect des futurs niveaux de concentrations fixés par ce décret.

En vue de pouvoir étayer ses conclusions, la commission demande aux branches, filières ou sous-secteurs des branches de participer volontairement à une campagne de mesures d'empoussièrément permettant de livrer une photographie des niveaux d'empoussièrément caractéristiques des principales circonstances d'exposition à ces poussières dans les entreprises relevant de leur champ ainsi que des moyens et mesures de prévention qui donnent satisfaction au regard des concentrations applicables au 1<sup>er</sup> juillet 2023.

Les résultats de cette campagne ont pour objectif de valider les hypothèses de la commission quant à la faisabilité de ses préconisations et des pistes d'amélioration qu'elle souhaite suggérer en vue de clarifier le champ d'application et la portée des nouvelles dispositions, au besoin de simplifier les conditions de leur mise en œuvre et donc leur effectivité.

A cet effet, vous trouverez, ci-joint :

- Un protocole de prélèvement réalisé par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) à la demande de la commission, valable pour cette seule campagne, de nature à garantir l'homogénéité et la comparabilité des résultats.  
Ce protocole a été conçu pour la circonstance afin, par exemple, de permettre de distinguer les niveaux d'empoussièrément d'ambiance d'un local et les niveaux d'exposition réelle des travailleurs en fonction de leurs différentes activités sur la durée de leur poste de travail. Il ne préfigure en aucun cas d'éventuelles exigences futures de contrôles dans les entreprises ;
- Un questionnaire à renseigner par le laboratoire en charge des mesures, permettant de décrire les conditions d'exposition (durée de l'opération, contexte...) et d'établir une corrélation entre les résultats des mesures et les moyens de prévention en place.

**Direction**

Enfin, un questionnaire portant sur le contexte technique et socio-économique des secteurs concernés vous sera prochainement communiqué afin de permettre une évaluation de l'impact de la réglementation et des recommandations de la commission dans lesdits secteurs.

Les résultats de la campagne de mesurage seront déposés par les organismes accrédités dans la base de données SCOLA gérée par l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), selon des modalités qui vous seront précisées rapidement. Les résultats des questionnaires seront déposés sur un site dédié, dans des conditions qui vous seront elles-aussi précisées ultérieurement.

Constatant, dans la plupart des cas, l'impossibilité technique de distinguer les deux types de poussières (avec ou sans effet spécifique) présentes dans les échantillons, la commission ne souhaite pas, à ce stade de ses travaux, que soit opérée une distinction entre les secteurs soumis à une VLEP au titre de la réglementation sur les risques chimiques et ceux concernés par les poussières dites à effet non spécifique.

Les situations d'exposition à des poussières étant par ailleurs multiples et variées, la commission n'est pas en mesure de dresser *a priori* une liste exhaustive de tous les secteurs appelés à participer à cette campagne. Elle invite par conséquent tous les secteurs d'activité se sentant concernés par la problématique et l'application du nouveau texte à s'inscrire dans la démarche. A titre indicatif, elle souhaiterait néanmoins pouvoir à tout le moins documenter les expositions liées aux activités qu'elle a identifiées à ce jour dans le cadre de ses travaux, notamment :

- Traitement des déchets ;
- Minéraux industriels ;
- Fabrication d'aliments pour animaux ;
- Abattoirs de volailles ;
- Agroalimentaire (ateliers utilisant des produits pulvérulents) ;
- Fabrication de matériaux composites (usinage) ;
- Chaudronnerie, tôlerie.

Enfin, la commission souhaite disposer d'un échantillon d'au moins dix entreprises pour chaque branche, filière ou secteur participant à la campagne. Compte tenu de la date d'entrée en vigueur des nouvelles moyennes de concentration, elle souhaite que les résultats lui soient communiqués au plus tard le 30 avril.

Les membres de la commission sont conscients des délais contraints imposés aux entreprises pour réaliser cette campagne et les remercient par avance, ainsi que les organisations professionnelles impliquées, pour leur contribution à l'identification des points d'attention qui seront mis en exergue à la faveur de cette campagne et permettront de formuler des préconisations pertinentes et concrètes.

Hervé LANOUZIERE

Hervé  
LANOUZIERE

Signature numérique  
de Hervé LANOUZIERE  
Date : 2022.12.14  
20:14:17 +01'00'

Direction

## Annexe 7 - Références documentaires utiles (guides de ventilation, etc.)

---

Guides de ventilation pertinents pour les poussières :

- [Principes généraux de ventilation](#), ED 695
- [L'assainissement de l'air des locaux de travail](#), ED 657
- [Mise en œuvre manuelle des polyester stratifiés](#), ED 665
- [Ventilation des postes de décochage en fonderie](#), ED 662
- [Opérations de soudage à l'arc et de coupage](#), ED 668
- [Cabines d'application par projection de peintures en poudre](#), ED 928
- [Le dossier d'installation de ventilation](#), ED 6008
- [Seconde transformation du bois](#), ED 750
- [Décapage, dessablage, dépolissage au jet libre en cabine](#), ED 768
- [Fabrication de prothèses dentaires](#), ED 760
- [Mise en œuvre de matériaux pulvérulents](#), ED 6441
- [Sorbonnes de laboratoire](#), ED 795
- [Cabines ventilées pour le travail de la pierre](#), ED 947
- [Ventilation des postes d'accrochage en abattoir de volailles](#), ED 6279

Autres :

[Poussières - Prévenir les risques liés aux poussières](#), dossier web

Guide MSA :

[Prévention du risque lié aux poussières de semences - Guide des pratiques à destination des professionnels](#) » - MSA Maine-et-Loire ; Mars 2019

## Liste des abréviations et acronymes

---

ACD	Agents chimiques dangereux
ADN	Acide désoxyribonucléique
AFNOR	Agence française de normalisation
AGPL	Association générale des producteurs de lin
ANIA	Association nationale des industries alimentaires
ANRT	Association nationale de la recherche et de la technologie
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APR	Appareil de protection respiratoire
ARVALIS	Institut du végétal
BPCO	Bronchopneumopathie chronique obstructive
BREF	<i>Best REFerences</i> : document de référence sur les meilleures techniques disponibles (site de l'INERIS)
BTP	Bâtiment et travaux publics
CARSAT	Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail
CCMSA	Caisse centrale de la mutualité agricole
CELC	Confédération européenne du lin et du chanvre

CETIAT	Centre technique des industries aérauliques et thermiques
CIPALIN	Centre interprofessionnel de production agricole du lin
CMR	Substances cancérigènes mutagènes et toxiques pour la reproduction
CNADEV	Comité national des abattoirs et ateliers de découpe de volailles
CNAM	Caisse nationale d'assurance maladie
CNAV	Caisse nationale d'assurance vieillesse
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COCT	Conseil d'orientation des conditions de travail
COFRAC	Comité français d'accréditation
CONSTANCES	CONSULTANTS des Centres d'Examens de Santé
Coset-MSA	Cohorte de surveillance épidémiologique en milieu de travail - Mutualité sociale agricole
CRAMIF	Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France
CSP	Catégorie socio-professionnelle
CTMNC	Centre technique de matériaux naturels de construction
DARES	Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques
DGT	Direction générale du travail

DREETS	Direction régionale de l'économie, de l'emploi du travail et de la solidarité
DRT	Direction des relations du travail (devenue DGT)
DVR	Dossier de valeurs de référence
EPI	Equipement de protection individuelle
FFP3	<i>Filtering facepiece particles</i> : masque de filtration contre les particules
FILIANCE	Filière de confiance : fédération des professionnels du secteur Testing, Inspection, Certification
GEH	Groupes d'exposition homogène
GES	Groupes d'exposition similaire
GPVF	Gaz, poussières organiques/minérales, vapeurs et fumées
ICPE	Installations classées pour la protection de l'environnement
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
MétoPol	Recueil des méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle validées par l'INRS, pour le prélèvement et l'analyse d'agents chimiques et biologiques déposés sur les surfaces ou présents dans l'air et dans certains matériaux.
MIF	Minéraux industriels-France
MSA	Mutualité sociale agricole

OA	Organisme agréé
OEP	Organisme extérieur de prévention
OP	Organisations professionnelles
OPPBTP	Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics
OR	Odds Ratio
ORL	Oto-rhino-laryngologie
PRESANSE	Organisme représentatif des Services de prévention et de santé au travail Interentreprises de France
PSES	Poussières sans effet spécifique
RGIE	Règlement général des industries extractives
RGSS	Régime général de la Sécurité sociale
SNROC	Syndicat national des producteurs de roches ornementales et de construction
SPST	Services de prévention et de santé au travail
UNPG	Union nationale des producteurs de granulats
USRTL	Union syndicale des rouisseurs-teilleurs de lin de France
VEMS	Volume expiratoire maximal en 1 seconde
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle

## Liste des tableaux et figures

---

Tableau 1 : Évolution des limites de concentrations réglementaires dans le temps	12
Tableau 2 : Architecture générale des textes applicables	17
Tableau 3 : Articulation des obligations entre poussières inhalables et poussières soumises à une VLEP ACD	20
Tableau 4 : Exemple de mesure des concentrations dans les trois formes de silices et les poussières totales	40
Tableau 5 : Comparaison des concentrations réglementaires des poussières inhalables en Europe.	41
Tableau 6 : Typologie des mesures « poussières » réalisées par les organismes accrédités	57
Figure 1 : Schéma d'une procédure de réception d'une installation de ventilation	90
Figure 2 : Principes généraux de ventilation et de captage à la source dans un atelier	96
Tableau 7 : Avantages/inconvénients de différentes techniques filtrantes pour les brouillards d'huile	100