

**RISQUECHIMIQUE : ACD/CMR/Nanomatériaux/Perturbateurs Endocrinien/
Biocides /PFAS :**



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Danger physique				Danger pour la santé		Danger pour l'environnement		
								
SGH01 Explosif	SGH02 Inflammable	SGH03 Comburant	SGH04 Sous pression	SGH05 Corrosif	SGH06 Toxicité aiguë	SGH08 Danger pour la santé, CMR, STOT	SGH07 Nocif ou irritant Danger pour la couche d'ozone	SGH09 Danger pour l'environnement

Définition d'un agent chimique

Tout élément ou composé chimique, en l'état ou au sein d'un mélange, tel qu'il se présente à l'état naturel ou tel qu'il est produit, utilisé ou libéré du fait d'une activité professionnelle, qu'il soit ou non produit intentionnellement et qu'il soit ou non commercialisé.

La notion d'agent chimique renvoie à des produits, des substances chimiques, des mélanges de substances, des fumées, des aérosols et des déchets.

PRÉSENT DANS TOUS LES SECTEURS D'ACTIVITÉ, UN AGENT CHIMIQUE SE PRÉSENTE SOUS 3 FORMES :



Il peut être utilisé en :

- **Substance dite « pure »** (produit conditionné, utilisé et manipulé dans le travail)
- **Mélange**

D'un point de vue juridique :

- ✓ **Les agents chimiques dangereux (ACD)** sont définis à l'article **R. 4412-3 du code du travail**.

Il s'agit des substances et mélanges suivants :

- **Les substances et mélanges** répondant aux critères de classification relatifs aux dangers physiques, aux dangers pour la santé ou aux dangers pour l'environnement définis à l'annexe 1 du règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 /12/ 2008.
- Tout agent chimique qui, bien que ne satisfaisant pas aux critères de classification, 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 le lieu de travail ou de son utilisation, y compris tout agent chimique pour lequel des décrets prévoient une valeur limite d'exposition professionnelle.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

- ✓ **Les agents chimiques cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR)** sont quant à eux définis à l'article **R. 4412-60 du code du travail**, et plus généralement, par les **articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du Code du travail**.
- Les substances ou mélanges classés cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction de catégories 1A ou 1B au sens du règlement (CE) 1272/2008
- Les substances, mélanges ou procédés définis comme cancérogènes par **Arrêté du 05/01/1993 fixant la liste des substances, préparations et procédés cancérogènes au sens du deuxième alinéa de l'article R. 231-56 du code du travail Dernière mise à jour des données de ce texte : 01 /01/2021**

Ces **agents chimiques Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction** sont classés en 3 catégories, elles-mêmes induisant des mentions différentes de danger « H ».

Les agents CMR : 3 catégories et 3 types d'effets...



Source AISMT13

Cancérogénicité des agents chimiques : mise à jour des documents sur les monographies 1 à 132 :

La traduction en français, des listes résultant du travail des groupes d'experts du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) a été mise à jour par B. Fontaine (Pôle Santé Travail Métropole Nord) , et couvre désormais les monographies numérotées de 1 à 132.

Traduction de la liste des évaluations faites par le centre international de recherche sur le cancer (groupe 1, 2A et 2B) sur les risques de cancérogénicité pour l'homme et commentaires sur l'utilisations des agents cités (26-01-2023, vol. 1 à 132) – 47 pages.

Liste des classifications par sites de cancer, avec indication suffisante ou limitée chez l'homme, d'après les monographies CIRC (vol. 1 à 138). Mise à jour 03/2025



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Dans le BTP : on retrouve selon les situations de travail : **12 cancérogènes** avérés , pour lesquels les preuves sont suffisantes pour démontrer un effet causal, *selon la classification du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)*

- ✓ Rayonnement solaire (UV)
- ✓ Amiante
- ✓ Particules fines Diesel (émissions moteur)
- ✓ Silice cristalline inhalable
- ✓ Fumées de soudage
- ✓ Poussières de bois (bois bruts, stratifiés, contreplaqués, médium...)
- ✓ Formaldéhyde :colles dans les contreplaqués, médium, lamellés collés) ; résines urée-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde...
- ✓ Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : certains HAP ont des propriétés cancérogènes, parmi les 16 HAP considérés comme toxiques, le benzo[a]pyrène (BaP) est considéré comme cancérogène pour l'humain (*suies*) (Groupe 1) ; benzo[a]anthracène (BaA) ou le benzo[b]fluoranthène (BbF) comme

possiblement cancérogènes pour l'humain (Groupe 2B) ; brais de houille présent dans traverses bois créosotées des voies ferrées, ...

- ✓ Benzène : dans les carburants (en particulier l'essence sans plomb qui peut en renfermer jusqu'à 1 % en volume
- ✓ Rayonnements ionisants : dont *le radon*
- ✓ Chrome VI et composés inorganiques : soudage d'acier et d'alliage , soudage à l'arc, matériaux réfractaires (brique et mortiers) ; peinture et pigments , produit traitement du bois...
- ✓ Cobalt métal associé au carbure de tungstène : dans les outils de coupe, notamment les forets, les fraises... (lors de leur affutage)

Un autre cancérogène fait l'objet d'attention : le travail de nuit

Les cancers d'origine professionnelle se retrouvent plus souvent au niveau : **de la peau et des poumons**, qui sont les deux principales voies d'exposition des travailleurs.



Source AISMT13

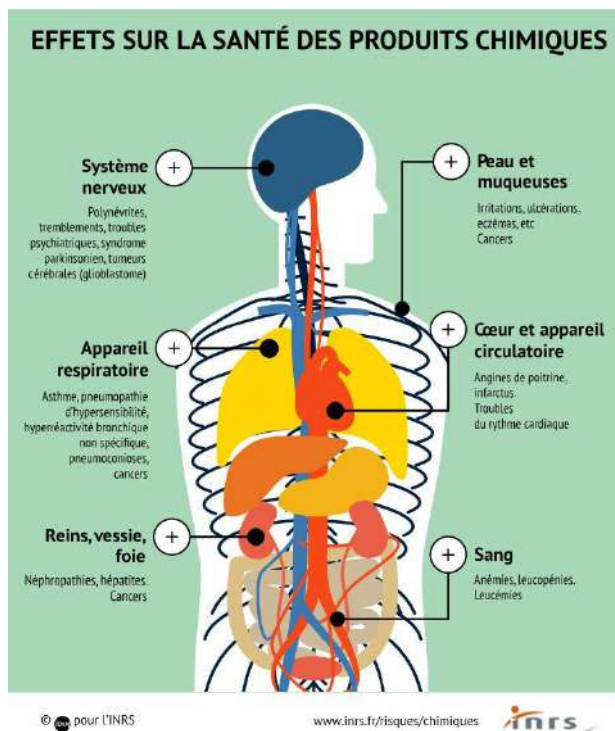
- ❖ Outils à destination des SPSTI afin de servir **de support de communication** pour des actions de sensibilisation autour du risque chimique.

Comprendre les trois voies de contamination des produits chimiques au travail
vidéo 3' Prevenstuff 03/2023

Risque chimique : les chemins de la contamination Prevenstuff 03/2023 You Tube 3'

Puisqu'une grande partie des substances toxiques s'élimine par l'urine, la vessie constitue un autre organe souvent atteint à la suite d'une exposition professionnelle

D'autres organes peuvent aussi être touchés :



L'exposition cutanée à des produits chimiques est une réalité en milieu professionnel.

Une fois au contact de la peau, la substance peut diffuser dans l'organisme (il s'agit du passage percutané) avant d'entraîner d'éventuels effets systémiques.

L'exposition cutanée n'induit pas systématiquement un passage percutané.

Les moyens de prévention doivent tenir compte de l'ensemble des voies de contamination possibles et **limiter l'exposition cutanée.**

Exposition cutanée et passage percutané : de quoi parle-t-on ? DC 35 INRS 12/2022



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Comprendre le risque chimique dans le BTP : exposition, effets et prévention OPPBTP You Tube 06/2025

- ❖ **La prévention du risque chimique est l'un des axes prioritaire de la politique de l'Etat en matière de santé et sécurité au travail**

En entreprise, la réglementation sur le risque chimique impose de nombreuses obligations particulières, venant s'ajouter aux principes généraux de prévention.

L'un des enjeux porte sur **la traçabilité des expositions**, afin d'assurer la prévention des risques, et le suivi de l'état de santé individuel pendant la carrière, mais également après, concernant les expositions les plus sensibles (nouvelles règles de renforcement de la **surveillance post-exposition et post-professionnel** adossé au suivi individuel renforcé)

Cette traçabilité s'organise pour l'employeur autour de 2 axes :

1°) Sur le plan collectif :

A partir du moment où un employeur utilise dans le cadre de son activité professionnelle un agent chimique, **il se trouve soumis à une obligation d'évaluation du risque chimique** qui découle des principes généraux de prévention

Des obligations particulières viennent s'ajouter en matière d'évaluation des risques liés aux agents chimiques dangereux (C. Trav., R4412-5) ou classés CMR (C. Trav., R4412-61).

Pour l'évaluation des risques, **Article R4412-6** : l'employeur prend en compte, notamment :

- ✓ **Les propriétés dangereuses des agents chimiques présents** sur les lieux de travail
- ✓ Les informations relatives à la santé et à la sécurité communiquées par le fournisseur de produits chimiques en application des articles **R. 4411-1-1, R. 4411-73 et R. 4411-84**
- ✓ Les renseignements complémentaires qui lui sont nécessaires obtenus auprès du fournisseur ou d'autres sources aisément accessibles
- ✓ **La nature, le degré et la durée de l'exposition**



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

- ✓ Les conditions dans lesquelles se déroulent les activités impliquant des agents chimiques, y compris le nombre et le volume de chacun d'eux, **en cas d'exposition successive ou simultanée à plusieurs agents chimiques, les effets combinés de l'ensemble de ces agents**
- ✓ Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) et les valeurs limites biologiques (VLB) fixées par décret
- ✓ L'effet des mesures de prévention prises ou à prendre sur le risque chimique
- ✓ Les conclusions fournies par le médecin du travail concernant le suivi de l'état de santé des travailleurs
- ✓ Les travaux conduits et propositions émises par les intervenants en prévention des risques professionnels mentionnés à **l'article R. 4623-26**.

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.

L'ANI du 09/12/2020, transposé par la loi du 02/08/ 2021, a rappelé ce rôle pivot pour la traçabilité collective des expositions (**C. Trav., L4121-3-1**), tout particulièrement dans le domaine du risque chimique, notamment pour évaluer *la poly exposition des salariés* aux produits chimiques du fait de l'effet combiné qu'ils peuvent produire.

- ❖ Le DUERP joue un rôle non exclusif, mais central : il doit notamment comporter en annexe des données collectives utiles à l'évaluation des expositions individuelles aux facteurs de risques, ce qui vise notamment au titre de l'environnement physique agressif, les agents chimiques dangereux, y compris les poussières et les fumées (**C. Trav., R4121-1-1**).



PREVENTION GAGNANTE BTP

2°) Sur le plan individuel : Performance Economique

Concernant l'exposition des travailleurs aux agents chimiques cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR, dont la liste est tenue à jour en lien avec la réglementation européenne), un nouveau décret vient notamment *organiser un nouveau volet de traçabilité*.

Décret du 04/04/2024 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques , et complétant la traçabilité de l'exposition des travailleurs aux agents chimiques cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction JO 05

Les employeurs doivent se mettre en conformité avec ces nouvelles prescriptions depuis le **05 /07/2024**

Dans ce cadre, l'entreprise doit :

- ✓ Etablir une liste actualisée des travailleurs susceptibles d'être exposés aux agents chimiques CMR cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction en tenant compte de l'évaluation des risques transcrite dans le DUERP.

Cette liste doit indiquer (pour chaque travailleur) :

- Les substances auxquelles il est susceptible d'être exposé
- Les informations sur la nature, la durée et le degré de son exposition (lorsque ces données sont connues).

L'employeur doit :

- ✓ Tenir à disposition des travailleurs , les informations de la liste qui les concernent personnellement.
- ✓ Tenir à disposition des travailleurs et des membres de la délégation du personnel du CSE les informations de cette liste, *sous format anonymisé*.
- ✓ Communiquer la liste et ses mises à jour au SPST, pour conservation pendant **au moins 40 ans** (les informations sont versées dans le dossier médical en santé travail (DMST)).
- ✓ Communiquer aux entreprises de travail temporaire les informations de la liste, et de ses mises à jour concernant les intérimaires mis à disposition (à charge pour ces employeurs de les transmettre à leur propre SPST).



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Sans revenir à l'ancien dispositif des fiches individuelles d'exposition, ce nouveau cadre **doit contribuer à assurer une meilleure traçabilité au niveau individuel, pour les CMR**.

Ce volet avait été considérablement affaibli dans le cadre des réformes successives dans le domaine de la pénibilité.

Ce décret modifie également le **tableau relatif aux valeurs limites d'exposition professionnelle**, afin d'y ajouter les substances mentionnées par la directive (UE) 2022/431 du 09/03/2022 modifiant la directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents

Ce tableau indique le niveau de concentration d'agents chimiques présent dans l'atmosphère des lieux de travail à ne pas dépasser sur une période précise (8 heures ou 15 minutes).

Agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) Traçabilité de l'exposition des travailleurs 30/05/2024

- ❖ **Risques Chimiques Pros** : une démarche en quatre étapes ,adaptée à l'entreprise pour l'aider à prévenir et réduire ses risques chimiques.(CARSAT ; CRAMIF)



L'Assurance Maladie Risques professionnels propose une démarche Risques Chimiques Pros, en quatre étapes, **accessible ici depuis un espace privé**.

Après avoir rempli le formulaire d'inscription, la caisse régionale de l'Assurance Maladie - Risques professionnels (Carsat, Cramif ou CGSS) enverra les codes d'accès à l'entreprise .

L'espace privé permet d'avoir accès à *des outils* qui permettent de réaliser chaque étape du parcours.

Si l'entreprise fait l'objet d'un accompagnement ciblé dans le cadre de Risques Chimiques Pros, elle s'identifie directement avec les codes d'accès , qu'elle a reçus de sa caisse régionale.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

❖ **Étape 1 : Initier la démarche**

Pour savoir si l'entreprise est concernée par les risques chimiques, consulter la page **Aide au repérage** sur le site seirich.fr.

Désigner un « pilote » chargé de l'animation de la démarche et ou de la mise en œuvre du projet dans l'entreprise

❖ **Étape 2 : Définir le plan d'actions :**

Identifier les produits chimiques utilisés ou émis par l'entreprise, afin d'évaluer les risques , et d'établir un plan d'actions de prévention primaire.

La prise en compte du risque chimique, passe avant tout par l'inventaire des produits manufacturés, et des procédés émissifs (poussières, fumées, etc..) présents dans l'entreprise et sur les chantiers

- ✓ Lister les produits chimiques stockés et utilisés

- ✓ Étudier les postes et les méthodes de travail : tâche réalisée, nombre de salariés concernés conditions d'utilisation intérieur/extérieur, espace clos... ; quantité utilisée, durée d'exposition, forme du produit chimique (liquide, solide, gaz, poussière, fumée, vapeur).
- ✓ Associer à chaque produit ou procédé, les phases de travail correspondantes certaines opérations sont susceptibles d'émettre un produit chimique (fumées de soudage...).
- ✓ Identifier les produits contenant des agents CMR.

Seule une évaluation, en fonction du poste de travail et des conditions d'intervention (qui peuvent différer d'une entreprise à l'autre), permet la mise en place de mesures de prévention adaptées.

Ces risques chimiques sont à intégrer dans le DUERP.

Deux outils en accès libre :

- ✓ **Une nouvelle version du logiciel Seirich INRS 10/2024**

La dernière version 4.0.0 intègre

- Des modifications d'algorithmes des risques résiduels (niveaux 2 et 3),
- La refonte de l'éditeur d'étiquette
- Des modifications afin d'aider à répondre aux obligations réglementaires liées à la traçabilité de l'exposition aux CMR
- L'amélioration des fonctionnalités d'import pour réduire le temps d'exécution.

Une nouvelle catégorie du plan d'action est dédiée **aux poly expositions chimiques pour les niveaux 2 et 3.**

Développé par l'INRS et ses partenaires, le logiciel Seirich (système d'évaluation et d'information sur les risques chimiques en milieu professionnel) permet aux entreprises d'évaluer les risques chimiques.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Cet outil s'adresse à tous, avec trois niveaux d'expertise pour s'adapter aux besoins de l'utilisateur.

- **Le niveau 1** : a été pensé pour une personne ayant peu ou pas de compétences sur le risque chimique et souhaitant entreprendre une démarche d'évaluation.
- **Le niveau 2**, ou niveau intermédiaire, permet de mettre en œuvre l'évaluation et la prévention des risques dans l'entreprise.
- **Le niveau 3** : est destiné aux personnes expertes en risque chimique.

Nouvelle version du logiciel Seirich

Inventaire des produits chimiques en milieu professionnel OPPBTP L'outil d'inventaire des produits chimiques de l'OPPBTP aide à réduire efficacement l'exposition aux risques chimiques

Exposition au risque chimique : tous concernés dossier OPPBTP 01/2025

Un outil de gestion recentré sur l'inventaire OPPBTP mise à jour 01/2025

Évaluation et prévention des risques chimiques INRS mise à jour 01/2024

5 principes sont à suivre dans l'ordre : pour élaborer le plan d'action:

1/ Suppression ou la substitution des produits chimiques dangereux ; la prévention du risque chimique sur les lieux de travail se fonde prioritairement sur la suppression du risque : impératif pour les agents CMR ; si la suppression est impossible, il convient de rechercher un produit , pas ou moins dangereux : **principe de la Substitution** (remplacement d'un produit dangereux par un produit non ou moins nocif) ou **à défaut, par la réduction des concentrations des polluants aux niveaux les plus faibles possibles.**

2/ Confinement des produits chimiques dangereux.

3/ Mesures de protection collective techniques (captage à la source, encoffrement...) et mesures organisationnelles (ex : réduction de l'effectif exposé).

4/ Mise en place de mesures d'hygiène et de mesures d'urgence

5/ Port d'équipements de protection individuelle (EPI) en dernier recours , et en complément des mesures prises



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Étape 3: mise en œuvre des différentes actions :

Étape 4 : Pérenniser les actions :

Intégrer la prévention des risques chimiques dans l'organisation de l'entreprise pour gagner en performance : en :

- ✓ Evaluant les risques chimiques à chaque changement de procédé et au moins une fois par an
- ✓ Intégrant les dangers des produits dans les procédures d'achats ;
- ✓ S'assurant du maintien des performances des solutions mises en place.

Les dangers des produits chimiques CNRS 12/2022

- ❖ **Effectuer une évaluation a priori du risque chimique , par l'utilisation de données de mesures déjà existantes , avec 3 outils mis à disposition par l'INRS :**

L'employeur peut s'appuyer sur des **données de mesures d'exposition existantes** (déjà réalisées dans des secteurs équivalents ou des activités similaires) et compilées dans des bases de données pour évaluer le risque chimique dans son entreprise.

Elles permettent *d'avoir une idée des niveaux d'exposition rencontrés au sein de son entreprise*, dans des activités , ou des tâches similaires

- ✓ L'outil « **Exposition aux substances chimiques par situations de travail** », qui remplace la base de données Solvex ;il rassemble les mesures dans l'air des locaux de travail de **substances chimiques** (composés organiques volatils, gaz, poussières de bois, métaux, silice cristalline, métaux, acides, bases, hydrocarbures aromatiques polycycliques, isocyanates, fibres hors amiante ...) , réalisées par les laboratoires interrégionaux de chimie des CARSAT , des laboratoires spécialisés de l'INRS, *il est mis à jour chaque année.* (environ **800 000 résultats de mesures d'exposition** professionnelle réalisées dans des entreprises françaises depuis 1987)

L'interrogation se fait directement en ligne en décrivant la situation de travail ou en partant d'une substance chimique.

Il est aussi possible d'importer une cartographie provenant des outils proposés par l'INRS : Seirich, Altrex Chimie...

- ✓ L'application **Scol@miante**, qui fournit des niveaux d'**empoussièrément aux fibres amiante** lors de la mise en œuvre de processus sur matériaux amiantés
- ✓ La **base de données « Les CMR en milieu professionnel en 2020 »**, qui met à disposition des données d'utilisation en France en 2020 pour les **substances cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (CMR)** ; elle regroupe 554 CMR classés 1A et 1B selon la 15^e ATP (adaptation au progrès technique).

Webinaire. Evaluer a priori le risque chimique : s'appuyer sur des résultats de mesure d'exposition existants Webinaire INRS 22/06/2023

Substances cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) en 2020 : évolution de leur utilisation en France depuis 2005 NT 108 INRS 07/2023



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Un nouveau site web de la feuille de route sur les substances cancérogènes est en ligne « Stop aux substances cancérogènes au travail »

Chaque année dans l'UE, environ 100 000 personnes décèdent d'un cancer causé par une exposition à des agents cancérogènes au travail.

Plus de 120 000 personnes reçoivent un diagnostic de cancer lié au travail.

53 % des décès liés au travail dans l'Union européenne sont liés **à l'exposition à des substances cancérogènes au travail**, met en évidence l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA) sur le nouveau site de la feuille de route sur les substances cancérogènes, le programme d'action volontaire à l'échelle européenne pour lutter contre le cancer lié au travail.

La feuille de route sur les agents cancérigènes aide les employeurs et les travailleurs à évaluer si les agents cancérigènes sont pertinents pour leur travail, et indique des mesures de gestion des risques adéquates pour les secteurs et leurs professions.

L'un des principaux objectifs de ce nouveau site Internet est de rendre plus accessible le volume croissant d'informations sur les substances cancérigènes dans le contexte professionnel.

La feuille de route sur les substances cancérigènes est **un programme d'action volontaire de l'UE** visant à empêcher les travailleurs d'être exposés aux substances cancérigènes sur leur lieu de travail.

Trois points d'entrée :

1/ Pour savoir si des agents cancérigènes sont présents dans votre secteur ou votre profession, vous pouvez accéder à ces informations **par le secteur ou la profession**.

2/ Le site propose une approche fondée sur le **principe S.T.O.P.**, qui classe les mesures de protection en :

S : Substitution des substances dangereuses par des alternatives moins nocives ;

T : Mesures techniques, telles que l'installation de systèmes fermés ou de dispositifs d'aspiration d'air ;

O : Mesures organisationnelles, visant à améliorer la sécurité au quotidien ;

P : Protection personnelle, en dernier recours, lorsque les autres mesures ne sont pas suffisantes.

3/ Si vous travaillez avec des agents cancérigènes ou que des agents cancérigènes sont générés lors d'un processus sur votre lieu de travail (par exemple des fumées de soudage), vous trouverez toutes les informations pratiques et juridiques importantes dans les **fiches d'information** complètes correspondantes.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Mesurer les risques :

La réglementation risque chimique est difficilement applicable dans le BTP :

Ex : **l'obligation de mesure et de contrôle annuel**, de l'exposition des opérateurs, à des agents cancérigènes et mutagènes (CMR), afin de vérifier le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP), et par conséquent l'efficacité des mesures de prévention mises en place.

Les modalités de ce contrôle annuel prévoient **la détermination de groupes d'expositions similaire (GES)**:

Dans le BTP, les chantiers sont tous différents, et les conditions d'intervention changent tout le temps ; Il est difficile de constituer des GES, et de mener à bien les mesurages.

Les outils actuels ne sont pas assez faciles à utiliser ».

- ❖ Selon la législation , l'employeur doit procéder de manière régulière (**au moins une fois/an**, et lors de tout changement susceptible d'entraîner des conséquences néfastes sur l'exposition des travailleurs), au mesurage de l'exposition des travailleurs : aux agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) ; et aux agents chimiques dangereux (ACD) présents dans l'atmosphère de travail.

Il fait procéder à des contrôles techniques (contrôle des valeurs limites d'exposition professionnelle: VLEP) par **un organisme accrédité** (indépendant de l'établissement contrôlé), ayant une compétence spécifique requise pour le(s) agent(s) chimique(s) contrôlé(s);

Les prélèvements sont effectués sur des postes de travail **en situation représentative de l'exposition** ; (l'organisme accrédité établit la stratégie de prélèvement, après consultation de l'employeur, du médecin du travail et du CSE).

En cas de dépassement d'une VLEP, l'employeur prend immédiatement les mesures de prévention et de protection adaptées propres à assurer la protection des travailleurs.

Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) recommandées par l'ANSES :sont des concentrations dans l'air d'une substance chimique, que peut respirer la quasi-totalité des travailleurs pendant un temps déterminé sans risque connu, à la date de l'expertise, d'altération pour la santé.

Les niveaux sont déterminés en considérant que la population des travailleurs exposée est homogène



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) : est 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 **(C. trav., art. R. 4412-4).**

On distingue :

- **Valeurs limites d'expositions professionnelles (VLEP) contraignantes**, dont le respect est obligatoire
- **Valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle (VLIEP)** qui fixent des objectifs de prévention.

Un nouveau tableau pour les Valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes (VLEP) est entré en vigueur le 29/12/2021

En conséquence, un nouveau tableau *remplace celui de l'article R.4412-149 du code du travail.*

Décret du 28/12/ 2021 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques JO 29/12

Trois types de valeurs limites d'exposition en milieu professionnel sont recommandées :

- **Valeur Limite d'Exposition Professionnelle-8 heures (VLEP-8h)** : qui a pour objectif de protéger, à moyen et long terme, la santé des travailleurs régulièrement exposés à l'agent chimique considéré, et ce pendant la durée d'une vie de travail

Cette limite est, sauf indication contraire, la limite de la moyenne pondérée en fonction du temps de la concentration d'un agent chimique, dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur **au cours d'un poste de travail de 8 heures**

- **Valeur Limite d'exposition à Court Terme (VLCT-15 min)** : qui vise à protéger les travailleurs des effets néfastes (effets toxiques immédiats ou à court terme tels que des phénomènes d'irritation) sur la santé dus à des pics d'exposition.

Il s'agit de la limite de la moyenne pondérée en fonction du temps de la concentration d'un agent chimique dans la zone de respiration d'un travailleur sur **une période de référence de 15 minutes** (sauf indication contraire) pendant le pic d'exposition quelle que soit sa durée

- **Valeur plafond** : Il s'agit de la limite de concentration atmosphérique d'un agent chimique dans la zone de respiration d'un travailleur, qui ne doit être dépassée à aucun moment de la période de travail.

Elle concerne principalement les agents reconnus comme irritant fort ou corrosif ou pouvant causer un effet grave potentiellement irréversible, à très court terme.

Des mesures analytiques spécifiques sont mises en œuvre pour mesurer cette valeur.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Ces trois types de valeurs sont exprimés soit en :

- **Mg.m⁻³**, c'est-à-dire en milligrammes d'agent chimique par mètre cube d'air et **en ppm (parties par million)**, c'est-à-dire en centimètres cube d'agent chimique par mètre cube d'air, pour les gaz et les vapeurs
- **Mg.m⁻³** uniquement, pour les aérosols liquides et solides
- **Fibres par cm³ (f.cm⁻³)** : pour les matériaux fibreux.

Liste des VLEP françaises : Valeurs limites d'exposition professionnelle établies pour les substances chimiques , outil 65 :

Cette base prend en compte le dernier texte paru (décret du 04/04/ 2024).

Cette liste est proposée sous forme d'un fichier Excel.

- ❖ **Une nouvelle base de données INRS** , recense l'ensemble des valeurs limites d'exposition professionnelle établies pour des agents chimiques (gaz, poussières, aérosols...).

L'INRS met à disposition l'ensemble des valeurs limites réglementaires (contraignantes ou indicatives) et non réglementaires établies pour des agents chimiques (gaz, poussières, aérosols...).

Pour chaque substance listée, les informations suivantes sont proposées :

- ✓ Désignation de la substance, numéro CAS
- ✓ VLEP sur 8h (en ppm ou en mg/m³)

- ✓ VLEP court terme (VLEP CT en ppm ou en mg/m³)
- ✓ Renvoi à un tableau de maladie professionnelle ou à une fiche toxicologique de l'INRS
- ✓ Année de mise à jour
- ✓ Commentaires additionnels.

Valeurs limites d'exposition professionnelle Moyens de prévention ED 6443 INRS 05/2022

❖ Nouvelles limites d'exposition pour mieux protéger les travailleurs (UE):

Afin de garantir des lieux de travail plus sûrs, la Commission propose de nouvelles valeurs limites d'exposition pour:

- ✓ **Le cobalt et les composés inorganiques**, qui sont couramment utilisés dans la production de batteries, en particulier pour les véhicules électriques, et dans les procédés de fabrication d'aimants et de métaux durs.

La limite proposée est de 0,01 mg/m³ pour les particules qui peuvent être respirées par le nez et la bouche, et de 0,0025 mg/m³ pour les particules plus fines qui peuvent atteindre plus profondément dans les poumons.

Les limites transitoires (0,02 mg/m³ et 0,0042 mg/m³) donnent aux industries six ans pour s'adapter.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

- ✓ **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP):** Les HAP sont généralement présents dans des industries telles que la production d'acier, de fer et d'aluminium et sont également présents dans les fumées de soudage.

La nouvelle valeur limite proposée est de 0,00007 mg/m³ : pour aider les secteurs les plus touchés à s'adapter, *une limite temporaire deux fois plus élevée s'appliquera pendant six ans après l'entrée en vigueur de la directive.*

- ✓ **1,4-dioxane:** cette substance est couramment utilisée comme solvant dans la production chimique et textile, ainsi que , dans *les détergents ménagers.*

La limite générale proposée est de 7,3 mg/m³ avec une limite d'exposition à court terme de 73 mg/m³ ; une limite biologique est également suggérée.

En plus de fixer ces limites d'exposition, la Commission propose **des «notations»**, qui avertissent les employeurs , et les travailleurs d'une exposition possible par la peau , ou par d'autres moyens , et indiquent quand des mesures de protection supplémentaires sont nécessaires.

- ✓ **Inclusion des fumées de soudage**

Les fumées de soudage peuvent contenir des substances nocives comme *le chrome, le nickel et les composés du cadmium*, qui sont classés comme cancérigènes.

En ajoutant des fumées de soudage à la DCMR, la Commission établit des lignes directrices juridiques plus claires , et prescrit des mesures de protection pour améliorer la sécurité des travailleurs et favoriser un environnement de travail plus sain et plus sûr.

La proposition de la Commission doit être examinée par le Parlement européen et le Conseil. Une fois adoptée, les États membres disposeront , de deux ans pour transposer la directive dans leur droit national

Proposition de la Commission - Renforcement de la protection des travailleurs contre les produits chimiques dangereux 07/2025

- ❖ Pour toute substance étudiée, l'Anses a **recensé les Protocoles de Mesure des niveaux d'exposition professionnelles disponibles**

- L'ANSES indique la nécessité **de prendre en compte la Voie Cutanée**, lors de l'évaluation de l'exposition,

Les prélèvements surfaciques représentent un outil complémentaire aux mesures atmosphériques et bio métrologiques, pouvant être mis en œuvre par les entreprises afin d'appréhender l'évaluation des risques chimiques d'une manière globale

Cette contamination peut conduire à une exposition secondaire des travailleurs par contact avec ces surfaces souillées, pouvant représenter des voies d'entrée de composés toxiques dans l'organisme par voie cutanée ou par ingestion involontaire, ou indirectement par voie respiratoire, par la remise en suspension dans l'atmosphère

Depuis quelques années, cette approche tente de se structurer, notamment sur l'aspect de la standardisation des pratiques métrologiques.

Des protocoles encadrant ces mesures sont actuellement disponibles ; un grand nombre d'entre elles sont rassemblées dans la base de données MétroPol, développée par l'INRS



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

En l'absence de valeurs de référence, l'utilisation des données, a essentiellement pour but : **de sensibiliser les opérateurs sur les expositions potentielles**

Cette mention alerte sur le fait que : la voie d'exposition cutanée peut potentiellement entraîner des effets sanitaires indépendamment du respect des valeurs limites atmosphériques.

En effet, le cumul des deux voies d'exposition (inhalation et cutanée) **peut entraîner un dépassement de la dose considérée**

Enfin, lorsqu'elle le juge pertinent, en complément des VLEP atmosphériques, l'Anses se positionne sur des éléments pouvant être utiles pour la mise en place d'un **Suivi Biologique des Expositions** par le Médecin du travail.

- Le résultat des mesurages et les rapports de contrôle technique sont communiqués par l'employeur au médecin du travail, et son équipe pluridisciplinaire ainsi qu'aux membres du CSE.

Le médecin du travail informe l'employeur **de l'interprétation anonyme et globale** des résultats **de la surveillance biologique des expositions (IBE)** aux agents chimiques dans le respect du secret médical ; en cas de dépassement pouvant résulter d'une exposition professionnelle, **il en informe l'employeur sous une forme non nominative**.

Pour améliorer l'accès aux **Valeurs Toxicologiques de Références (VTR)**, à un maximum d'utilisateurs, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (**ANSES**) a mis à disposition **une base données en ligne** regroupant plus de 500 VTR, celles qu'elle a construites, et celles d'autres organismes qu'elle utilise pour mener ses travaux d'expertise.

Cette base regroupe des informations sur les substances chimiques (nom et numéro CAS), sur les VTR (type de VTR, voie d'exposition, population, valeur et unité) et permet de consulter l'ensemble des rapports et avis de l'Agence en lien avec des VTR.

L'Agence rappelle que les VTR sont **des indicateurs biologiques** qui permettent de qualifier ou quantifier sur une base scientifique : un risque pour la santé humaine lié à l'exposition à une substance chimique.

Elles sont spécifiques **d'une durée d'exposition** (aiguë, sub-chronique ou chronique), **d'une voie d'exposition** (orale ou respiratoire) et **d'un type d'effet** (reprotoxique, cancérogène...).



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Produits Chimiques : 7 familles du BTP :

Les professionnels du BTP semblent sous-estimer leurs usages de produits chimiques , enquête réalisée par l'OPPBTP et les SPSTI auprès de plus de 5 000 entreprises 02/ 2025

1/ Solvants organiques++ : présents dans les peintures, colles, vernis, décapants, nettoyeurs/dégraissants ...

Les métiers de peintre, mécanicien, soudeur, serrurier métallier, plombier, plasturgiste, laborantin (industrie routière) , menuisier bois..., figurent parmi les travailleurs les plus concernés par la toxicité des solvants.

9 familles principales de solvants organiques :

- **Hydrocarbures aromatiques** (HAP ; benzène, toluène, xylènes, cumène...)
- **Solvants pétroliers** (hors aromatiques :paraffines (ou alcanes), tels l'hexane ou l'heptane ;des oléfines (ou alcènes) ; des composés cycliques, comme le cyclohexane des mélanges complexes, comme les kérosènes, les white-spirit, les naphtas ; alcanes, alcènes...)

- **Alcools** : méthanol (ou alcool méthylique) ;éthanol (ou alcool éthylique) ; n-propanol ; isopropanol (ou alcool isopropylique) ; n-butanol ; isobutanol ; alcool isoamylique ; alcool furfurylique ; éthylène glycol ; propylène glycol.
- **Cétones** : acétone (ou propanone) ; butanone (ou méthyléthylcétone, ou MEK) ; 4-méthyl-2-pentanone (ou méthylisobutylcétone, ou MIBK) ;cyclohexanone ; méthylbutylcétone (ou MBK) ; acétone, méthyéthylcétone...)
- **Esters** :acétate de méthyle ; acétate d'éthyle ; acétate de n-propyle ; acétate d'isopropyle ;acétate de n-butyle ;acétate d'isobutyle ;lactate d'éthyle.
- **Éthers** :éther diéthylique ;diméthoxyméthane ; éther diisopropylique tétrahydrofurane (THF) ;1,4-dioxane.
- **Éthers de glycol** :
- **Hydrocarbures halogénés** : solvants chlorés : trichloroéthylène ; tétrachloroéthylène (ou perchloroéthylène) ;dichlorométhane (ou chlorure de méthylène) ;chlorobenzène monochlorométhane (ou chlorure de méthyle) ;trichlorométhane (ou chloroforme) ; tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone) ;1,1,1-trichloroéthane (ou T111) ;n-bromopropane (ou bromure de n-propyle).
- **Solvants particuliers** : dérivés nitrés (nitrométhane, 2-nitropropane, nitrobenzène), des dérivés azotés (triéthylamine, N,N-diméthylformamide ou DMF, ...) ; dérivés soufrés (diméthylsulfoxyde ou DMSO ; sulfure de carbone).

En Savoir Plus :

Base de données Solvants : plus de 100 substances classiquement utilisées comme solvant INRS

Solvants usuels : principales incompatibilités CNRS/PRC 2020



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Afin d'aider les entreprises à prévenir les risques liés à l'utilisation des solvants , l'INRS met désormais à leur disposition une **nouvelle base de données en ligne sur les solvants**.

Elle recense des données sur plus de 100 substances classiquement utilisées comme solvants telles que :

- ✓ Identité de la substance
- ✓ Classification et l'étiquetage conformément au règlement CLP
- ✓ Classification du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)
- ✓ Valeurs limites d'exposition professionnelle françaises (VLEP)
- ✓ Tableaux des maladies professionnelles (régime général)
- ✓ Classification COV ou non
- ✓ Type d'utilisation et les secteurs utilisateurs
- ✓ Propriétés physico-chimiques
- ✓ Liens actifs vers des fiches informatives sur la substance.

La liste des substances recensées dans cette base n'est toutefois pas exhaustive.

L'INRS précise également que les informations sur la classification et l'étiquetage d'une substance peuvent évoluer et doivent par conséquent être vérifiées systématiquement en consultant l'annexe VI du règlement CLP.

Guide de lecture de la Base de données Solvants

2/ Acides forts présents dans les nettoyants décapants : acide chlorhydrique, nitrique, sulfurique, fluorhydrique...

3// Résines : présentes dans les peintures, colles, joints, revêtements de sols, vernis : acrylique, glycérophthalique, époxydique, polyuréthane.

4/ Produits noirs : présents dans les étanchéités, revêtements routiers (trottoirs, voies, réparations de chaussées) : bitume, enrobé bitumineux, émulsion bitume, asphalte.

5/ Huiles minérales :

- Huiles de coffrage , démoulages utilisés dans le gros œuvre
- Huiles minérales utilisées dans des moteurs à combustion interne pour les pièces mobiles d'un moteur(CMR) lors vidange moteur

Arrêté du 03/05/2021 modifiant l'arrêté du 26 /10/2020 fixant la liste des substances, mélanges et procédés cancérogènes au sens du code du travail JO 07/05 ; est entrée en vigueur depuis le 01/07/2021.

6/ Nuisances issues des procédés de construction : poussières :(plomb, amiante, bois, silice, fibres minérales artificielles, fibres céramiques réfractaires ...), fumées (soudage) aérosols ; carburants (gasoil et essence) ; gaz d'échappement issus des groupes électrogènes, engins...

7/Composants présents : dans les produits de construction : adjuvants... dans ciment, béton, peintures

Les ciments/bétons sont considérés comme des **mélanges dangereux** : ils doivent être mis en œuvre en respectant les règles générales de prévention prévues par le Code du travail pour les agents chimiques dangereux (articles R. 4412-1 à R. 4412-57).

8/ Gaz : lors des interventions en milieux souterrains : vides sanitaires, caves, galeries, fosses (radon : cancérogène (radioactif) ; CO2 : asphyxiant, H2S : toxique...)

❖ Les poly expositions, des situations à mieux prendre en compte en prévention

Cf supra item : Poly exposition/Exposome : dans mesures organisationnelles

En Savoir Plus :

L'essentiel sur la prévention des risques chimiques Anim 482 INRS 09/2025

Fiches toxicologiques INRS mise à jour 01/2025

Kit animation : utiliser les produits chimiques en sécurité OPPBTP 06/2025

Comprend une vidéo, une affiche, des conseils utiles et un quiz.

Comment utiliser la base de données fiches toxicologiques ? Anim 160 : 2'30'' INRS 2018

Le risque chimique l'essentiel ED 6541 INRS 11/2024

Prévention du risque chimique sur les lieux de travail : aide juridique TJ 23 INRS 01/2024

Valeurs toxicologiques de référence (VTR) ANSES 12/2024

Quelles Bonnes Pratiques face aux produits chimiques ? : Pôle Santé Travail Métropole Nord 03/2018

Les risques chimiques dus aux produits manufacturés Zoom sur le risque OPPBTP mise à jour 02/2020

Fiches d'aide au repérage (FAR) et fiches d'aide à la substitution (FAS) des cancérrogènes INRS

Fiches d'aide au repérage et à la substitution des cancérrogènes INRS (environ 100 fiches)

Exp-Pro : Santé Publique France a développé plusieurs outils : bases de données (Evalutil), et matrices emplois-expositions (Matgéné, Sumex 2), mis à disposition sur le portail dénommé

Évaluez le risque chimique de votre entreprise OPPBTP

Affiches de prévention risques chimiques CNRS

CMR, sachez identifier les dangers CNRS 10/2022

Les dangers des produits chimiques CNRS 12/2022



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Les secrets de la détection du risque chimique au travail Preventstuff you Tube

Vidéo à destination des SPST pour servir de support de communication autour du risque chimique.

❖ **Bases de données et logiciels INRS :**

Solvants, choix et utilisation des principaux solvants présents en milieu de travail

Mixie, un outil pour évaluer les multi expositions aux substances chimiques

Metropol, recueil des méthodes pour la métrologie des polluants

Biotox, recueil d'informations sur la bio métrologie d'une centaine de produits chimiques

Seirich, un logiciel pour repérer, évaluer et s'informer sur les produits chimiques utilisés en entreprise version 3.4.0 02/2024

Outil 110 d'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle INRS 11/2023

ProtecPo, un logiciel pour mieux protéger sa peau

Clean Tool : bonnes pratiques pour le nettoyage des surfaces métalliques

Prémédia, un logiciel pour la prédiction de la durée d'utilisation d'une cartouche d'APR (appareil de protection respiratoire)



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ Évolution de la réglementation en matière d'agents chimiques dangereux (ACD)

L'article R. 4722-29 du Code du travail autorise déjà l'agent de contrôle de l'inspection du travail à demander à l'employeur de faire procéder *à l'analyse de toutes matières*, y compris des substances, mélanges, matériaux, équipements, matériels ou articles susceptibles de comporter , ou d'émettre **des agents chimiques dangereux** pour les travailleurs, afin d'en connaître la composition et les effets sur l'organisme humain.

Un arrêté du 26/02/2025 JO 09/03, entre en vigueur le **01/04/2025** pour les agents chimiques (excepté l'amiante) donnant lieu à cette demande d'analyse ; il fixe :

- ✓ Les méthodes de prélèvement et d'analyse, notamment pour l'amiante
- ✓ Les conditions d'accréditation des organismes compétents
- ✓ Désigne l'organisme habilité à procéder à cette analyse en l'absence d'organismes accrédités.

Il complète l'article R. 4722-29 du Code du travail cf. supra

L'analyse requise comprend une procédure analytique dite « **essai** » et l'établissement d'un rapport d'essais , qui intègre les résultats de l'analyse, établis en langue française.

Dès la rédaction du rapport d'essais achevée, l'organisme en transmet copie à l'employeur, afin de lui permettre d'adresser à l'agent de contrôle de l'inspection du travail les résultats qui y figurent , dans un délai compatible avec celui fixé par ce dernier

Le rapport d'essais contient :

- ✓ *La marque d'accréditation ou une référence textuelle à l'accréditation pour l'organisme accrédité*

Où

- ✓ *La mention de la qualité d'organisme désigné en application de l'article 6.*

Le rapport d'essais comprend :

1/ Informations générales :

- Nom et adresse de l'organisme accrédité ou de l'organisme désigné

- Objet et date de la demande d'analyse
- Version du rapport et, si le rapport a été amendé, la modification effectuée et la raison de cet amendement
- Date d'envoi du rapport
- Signature ou autre preuve de validation par une personne autorisée de l'organisme accrédité ou de l'organisme désigné
- Si un rapport complet doit être réémis, il comporte une référence au précédent rapport
- Date de réalisation du ou des prélèvements

2/ Identification de l'entreprise concernée par la procédure :

- Nom de l'entreprise, raison sociale et adresse
- Description du domaine d'activité de l'entreprise



3/ Résultats de l'analyse :

PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Pour chaque analyse doivent figurer dans le rapport d'essais :

- Date de réception du ou des échantillons
- Conditions d'emballage (notamment la température, l'humidité) et de transport du ou des échantillons réceptionnés, si nécessaire
- Nature et l'état physique du ou des échantillons réceptionnés
- Caractéristiques des appareils de mesure utilisés , et la date de leur dernier étalonnage, si pertinent
- Méthode de préparation des échantillons
- Technique d'analyse utilisée et, le cas échéant, la référence normative
- Résultats de l'analyse incluant l'incertitude de mesure
- Tous les faits et facteurs susceptibles d'influer de manière significative sur les résultats de l'analyse.

Le rapport comporte une conclusion claire et précise détaillant l'identification et, le cas échéant, la concentration des substances chimiques dont la présence a été identifiée dans les échantillons.

Arrêté du 26/02/2025 relatif aux conditions d'accréditation des organismes et aux méthodes de prélèvement et d'analyse de toutes matières, y compris substances, mélanges, matériaux, équipements, matériels ou articles susceptibles de comporter ou d'émettre des agents chimiques dangereux réalisés à la demande de l'agent de contrôle de l'inspection du travail JO 09/03

Agents CMR : mise à jour des outils d'aide au repérage INRS :

- ✓ **Le premier outil « Liste des substances chimiques classées CMR »** ; la base de données CMR dresse la liste des 1808 substances chimiques classées par la réglementation européenne comme cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction de catégorie 1A, 1B et 2 (CMR) ; elle tient compte de la 22ème adaptation au progrès technique et scientifique du CLP (règlement délégué (UE) 2024/2564 du 19/06/2024).

La recherche dans cette base de données est possible par le nom chimique, le numéro CAS ou le numéro index. Le contenu de la base est également téléchargeable au format Excel

- ✓ **Le second outil, « CMR dans le milieu professionnel français en 2020 »**, est une base de données qui regroupe **554 CMR classés 1A et 1B**, et donne, pour chaque substance chimique utilisée en France, des informations sur les quantités produites, exportées ou importées, **les secteurs d'utilisation et les moyens de substitution**.
- ✓ **Demeter : documents pour l'évaluation médicale des produits toxiques vis-à-vis de la reproduction INRS**

Ce guide a pour but de fournir une aide à l'évaluation du risque pour la reproduction lors d'exposition d'hommes ou de femmes en milieu professionnel à des produits chimiques.

Les fiches Demeter contiennent des informations sur les dangers vis-à-vis de la reproduction de près de 170 substances et permettent d'évaluer le risque dû à l'exposition en fonction de sa période de survenue (avant la conception, pendant la grossesse ou l'allaitement) et fournissent des propositions de conduites à tenir.

Classification du CIRC volumes 1 à 138 : par localisation cancéreuse Centre Léon Berard mise à jour 03/2025

Selon les agents présentés dans le tableau, l'exposition peut être : environnementale (rayonnement solaire, par exemple), et/ou professionnelle (ex : amiante), et/ou liée au mode de vie (tabagisme ou consommation d'alcool).



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ Nanomatériaux /Nanoparticules:

On parle aussi de : nanoparticules, nanotubes, nano feuillets ou de nanostructures, nano objets agrégés ou agglomérés (NOAA).

Il est usuel de désigner les nano-objets, leurs agrégats et leurs agglomérats par le diminutif « NANO » .

Elles se caractérisent par leur taille comprise entre 1 et 100 nanomètres (nm) , invisibles à l'œil nu ; **50 000 fois plus fine qu'un cheveu** , comparativement à une fibre d'amiante, 2000 fois plus petite qu'un cheveu

Deux définitions officielles sont couramment utilisées :

- ❖ **L'organisation internationale de normalisation (ISO)** : considère un NANO comme étant un matériau unitaire possédant une dimension externe ou une structure à l'échelle nanométrique.

En pratique il est également utilisé pour un assemblage de nano-objets (formant par exemple une poudre).

❖ Révision du terme « nanomatériau » par la commission européenne 06/2022

On entend par « **nanomatériau** » un matériau naturel, formé accidentellement , ou manufacturé, constitué de **particules solides** qui sont présentes soit **individuellement**, soit

en tant que particules constitutives identifiables **dans des agrégats** (particules soudées ou fusionnées) ou **des agglomérats** (amas friable de particules ou d'agrégats) , **50 % au moins de ces particules**, dans la répartition numérique par taille, **répondant au moins à l'une des conditions suivantes :**

Une ou plusieurs dimensions externes de la particule se situent dans la fourchette **de 1 nm à 100 nm**

- ✓ La particule présente une forme allongée, telle que celle d'un bâtonnet, d'une fibre ou d'un tube, deux dimensions externes étant inférieures à 1 nm et l'autre dimension supérieure à 100 nm
- ✓ La particule présente une forme de plaque, une dimension externe étant inférieure à 1 nm et les autres dimensions supérieures à 100 nm.
- ✓ Un matériau présentant une surface spécifique en volume inférieure à $6 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ n'est toutefois pas considéré comme un nanomatériau.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Nanomatériaux : l'Anses appelle à adopter une définition plus protectrice 17/05/2023

Dans sa nouvelle définition des nanomatériaux les modifications actées par la Commission européenne tendent à restreindre le nombre et la nature des objets qui seront considérés in fine comme tels.

Appliquée en l'état, cette définition conduira par exemple à **faire l'impasse sur des objets nanométriques** suscitant beaucoup d'intérêts et de développements en ce moment : les nano vecteurs de type micellaire (vésicules, liposomes, particules lipidiques, etc.), conçus pour transporter des substances d'intérêt en médecine, nutrition ou en agriculture.

Alors même que l'objectif de cette nouvelle définition était de clarifier ce que sont les nanomatériaux, **elle ajoute finalement de la confusion** avec des nouveaux concepts qui ouvrent la voie à des différences d'interprétation.

Pour l'ANSES

- ✓ La définition des nanomatériaux élaborée par la Commission européenne est à visée réglementaire , et ne peut donc pas être appréhendée comme une définition purement scientifique
- ✓ Il n'y a pas de consensus scientifique : ni sur les critères à prendre en compte pour définir les nanomatériaux, ni sur les valeurs des paramètres physico-chimiques retenus dans la définition (ex : l'intervalle dimensionnel à considérer pour la nano-échelle, actuellement de 1 à 100 nm, est arbitraire).

L'ANSES recommande de considérer dès à présent une définition élargie des nanomatériaux, plus englobante que l'actuelle recommandation européenne afin que les caractérisations de danger nano spécifiques concernent le plus grand nombre possible de nanomatériaux.

Définition des nanomatériaux : analyse, enjeux et controverses Connaître, évaluer, protéger Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective 04/ 2023

Points d'interrogations et de controverses de cette dernière définition :

❖ Exclusions de différentes catégories de matériaux :

Elle devrait conduire à l'exclusion de nano-objets jusqu'alors considérés comme des nanomatériaux :

L'introduction du terme « solide » **exclut des particules gazeuses et liquides, notamment les émulsions et les micelles** (ces dernières, utilisées pour des applications médicales présentent une capacité accrue de passage de certaines barrières biologiques)

L'exclusion des « molécules uniques » pourrait écarter de la définition des nano plastiques, fullerènes et, une fois encore, les nano micelles et structures lipidiques utilisées comme vecteurs

L'exclusion de nano-composites pourrait être utilisée par certaines marques pour échapper aux contraintes réglementaires au motif que leurs ingrédients sont des composés complexes, dans lesquels plusieurs substances sont présentes (par exemple des nanoparticules de dioxyde de titane enrobées de silice ou greffées sur des plaques de mica, utilisées notamment en cosmétiques).

Les réserves émises par l' ANSES , sur le préprojet soumis à consultation en 2021 (cf. infra) n'ont pas été prises en compte par la Commission

Note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relative à « l'élaboration d'une proposition de définition actualisée du terme « nanomatériaux » à partir de la Recommandation 2011/696/UE : 01/2022



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ Concernant la fourchette 1-100nm (identique à celle de 2011), **aucune justification scientifique ne permet d'établir une taille limite supérieure et/ou inférieure** pour définir l'ensemble des nanomatériaux

Des résultats d'études toxicologiques font état d'effets toxiques engendrés spécifiquement à l'échelle submicronique dépassant les 100 nm, notamment jusqu'à 600 nm.

La « Food & Drug Administration » (FDA) américaine a ainsi choisi de définir un nanomatériau comme un matériau dont l'une des dimensions au moins, est inférieure à 1000 nm

❖ Suppression de la possibilité d'abaisser le seuil de 50% :

Cette suppression permet désormais de ne pas considérer comme nanomatériaux (et donc de ne pas encadrer en conséquence) des substances , dont 49% des particules en nombre serait constituée de particules sous la barre des 100 nm.

Cette définition sera-t-elle transposée telle quelle ?? , ou assorties d'adaptations ou mesures de gestion, visant à minimiser les risques sanitaires ou environnementaux des matériaux *“présentant des propriétés de la nano-échelle”* mais non couverts par la recommandation révisée de définition

La Commission a clairement indiqué son souhait de voir sa recommandation révisée devenir « contraignante », **d'un point de vue juridique** ; elle devrait donc être à terme transposée dans le règlement REACH (fin 2022) , et les autres règlements de l'UE comportant des dispositions sur les nanomatériaux

- ❖ Pour la DGT (02/2008) le risque présenté par les nanomatériaux **doit être traité comme un risque chimique**, en appliquant les principes généraux de prévention : repérage, évaluation des risques, suivi des travailleurs exposés (suivi complexe) ... **ils doivent être au cœur de la démarche de prévention.**

On distingue les :

- **Nanoparticules naturelles** : particules issues de l'érosion des roches, éruptions volcaniques, feux de forêt, aérosols de sel / embruns...
- **Nanoparticules anthropiques**, c'est-à-dire *non intentionnellement produites*, mais qui sont le résultat d'une activité humaine (combustion : particules fines moteurs diesels, chauffage au bois, émissions industrielles, soudage ...).

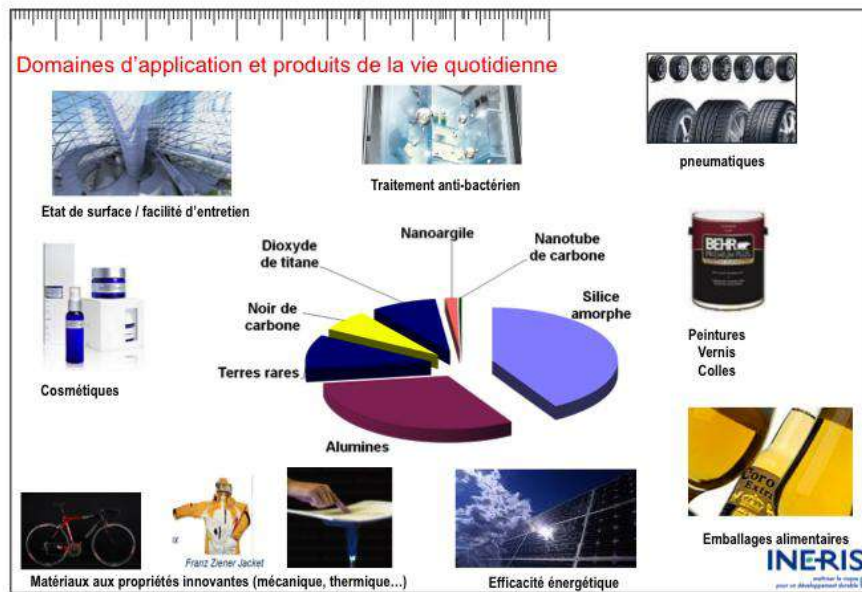
Exemple d'activités anthropiques et concentrations enregistrées

Procédés	Concentration totale dans la gamme de mesure: 14 - 673 nm en particules / cm ³	Dimensions à la concentration maximale en nm
Extérieur, bureaux	⇒ 10 000	
Fonderie de silicium	⇒ 100 000	280 - 520
Broyage de métal	⇒ 130 000	17 - 170
Soudage	⇒ 400 000	36 - 64
Découpe au plasma	⇒ 500 000	120 -180
Boulangerie	⇒ 640 000	32 - 109
Terrain d'aéroport	⇒ 700 000	< 45
Brasage fort	54 000 à 3 500 000	33 - 126
Soudure autogène	100 000 à 40 000 000	40 - 600

Moehlmann et al - Oct 2005 - NanoSafe 1

INERIS
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

- **Nanoparticules manufacturées** : matériaux volontairement produits, **pour leurs propriétés spécifiques**, afin de conférer des propriétés nouvelles ex : solidité, résistance aux salissures (autonettoyante ou dépolluante), ou aux UV : béton, peintures, enduits, verres ...).



Se présentent sous forme de :

- Poudre
- Suspension colloïdale
- Gel
- Intégré dans une matrice (ex : polymère)

« Substance ***fabriquée intentionnellement*** à l'échelle nanométrique contenant des particules libres ou sous forme d'agrégat ou d'agglomérat dont une proportion minimale des particules présentent ***une ou plusieurs dimensions externes comprises entre 1 et 100 nanomètres*** ». **Nanomètre = milliardième de mètre** : recommandation de la Commission européenne du **18 /10/2011** relative à la définition du nanomatériau (JOUE n° L 275 du 20 /10/ 2011).

Pour l'OMS et le CIRC, ***certaines sont des cancérogènes possibles pour l'homme Cat :2 : dioxyde de titane sous forme de poudre ; noir de carbone.***



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Article R 523-12 Code Environnement

Sont applicables depuis **le 01/01/2013** :

Décret du 17/02/2012 : relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire

Arrêté : 06 /08/ 2012 relatifs au contenu et aux conditions de présentation de la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire précise les informations à déclarer.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail (ANSES) a été désignée comme gestionnaire des déclarations et des données qu'elles contiennent (décret n°2012-232 du 17 /02/2012)

Le Ministère de la Transition écologique et solidaire a publié un **guide** des « *meilleures techniques à envisager pour la mise en œuvre des substances à l'état nanoparticulaire* » à destination des industriels.

Le dioxyde de titane entre dans la composition d'une grande variété de produits du BTP tels que les **peintures (pigments)**, béton, ciment ; il a des propriétés autonettoyantes et antipollution, et absorbe les UV.

❖ **Le dioxyde de titane contenu dans les peintures liquides n'est pas assimilé à du dioxyde de titane en poudre, suspecté d'être cancérigène par inhalation.**

La présentation sous forme liquide ou visqueuse n'est pas de nature à exposer à l'inhalation de TiO₂ en poudre

Publication au JO européen : les pays membres écartent toute classification concernant le TiO₂ contenu dans les peintures, colles sous forme liquide ou visqueuse, elles ne sont pas de nature à exposer à l'inhalation de TiO₂ en poudre.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ **La Cour de justice confirme l'annulation de la classification du dioxyde de titane(TiO₂) , sous certaines formes de poudre , comme substance cancérigène 01/08/2025**

Selon la Cour, même si le Tribunal a dépassé les limites de son contrôle juridictionnel , l'annulation de la classification et de l'étiquetage litigieux est néanmoins justifiée.

En effet, c'est à bon droit que le Tribunal a jugé que le CER avait omis de prendre en compte tous les éléments pertinents aux fins de l'évaluation de l'étude scientifique en cause.

Le CIRC (2010), a classé le TiO₂ , comme **cancérogène possible pour l'Homme (groupe 2B)** et du RAC7 (2017) , concluant que le TiO₂ doit être classé comme cancérigène suspecté (catégorie 2) selon le règlement CLP n°1272/2008.

Le dioxyde de titane sous forme nanoparticulaire ANSES 01/2019

L'utilisation des nanomatériaux est en fort développement dans le secteur du BTP

Ils entrent dans la composition de nombreux produits : **bétons, peintures, enduits , mastics, solvants, diluants, nettoyeurs, verre ...**

Dans le BTP Le contact se fait lors des opérations d'usinage (découpe, ponçage, polissage, perçage...), et lors du nettoyage, et maintenance des équipements

Il s'agit entre autres :

- ✓ **Silices amorphes** : fluidifiant, résistance mécanique, résistance aux rayures , au feu (béton, ciment, matériau isolation, bois, verre, peinture, vernis, adhésif et mastic)
- ✓ **Dioxyde de titane(TiO₂)** ++ comme autonettoyant, dépolluant : en poudre (dans le béton, ciment, carrelage, membrane bitumineuse, revêtement routier, conduit aéraulique, verre, peinture, vernis, lasure)
- ✓ **Nanotubes de carbone (NTC)** légèreté, résistance mécanique, résistance à l'abrasion (béton, peinture)

Ces nanotubes pourraient avoir un effet fibre de même nature que l'amiante, mesurent quelques microns de long, et entre 1 et 50 nm en diamètre ; ont des propriétés assez proches du graphite ; même s'il a été démontré que les effets induits par les NTC étaient réversibles après arrêt de l'exposition, cette réversibilité n'est pas complète , et pourrait contribuer à une sensibilisation des cellules.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

- ✓ **Oxyde de Zinc** : autonettoyant, résistance aux UV et IR (revêtement pour le bois, verre, peinture, vernis)
- ✓ **Dioxyde de Cérium** : résistance aux UV, anti-graffitis(peinture, revêtement pour le bois, verre)
- ✓ **Graphène** associé à une couche mince **d'oxyde de titane nano- poreux** permet d'obtenir un film permettant un autonettoyage des vitrages
- ✓ **Résine nano émulsifiée** + un protecteur anti-UV (**TiO₂ ou ZnO**) ; antiveillissement des bois lasurés et peintures dépolluantes
- ✓ Matériaux d'isolation : des **nano mousses (hydro-NM-oxyd)**, et des systèmes nano structurés, contribuant à assurer une bonne isolation thermique et phonique
- ✓ Panneaux solaires avec des nanomatériaux ont de meilleurs rendements que les panneaux conventionnels
- ✓ Traitement de l'eau et nano filtres : pour éliminer les virus et les bactéries (station épuration des eaux)

Peinture, vernis , lasure, adhésif, mastic :

❖ Peinture (intérieure et extérieure) :

- ✓ Argent : Antibactérien
- ✓ Argile :Charge
- ✓ Carbonate de calcium : effets irisés, opacité, charge
- ✓ Dioxyde de cérium : résistance aux UV, anti-graffitis
- ✓ Dioxyde de titane : autonettoyant, dépollution, résistance aux UV, résistance aux rayures
- ✓ Hydroxyde d'aluminium :saturation
- ✓ Nanotube de carbone :résistance mécanique, résistance à l'abrasion, conductivité électrique, résistance aux UV
- ✓ Nickel :résistance à l'abrasion
- ✓ Noir de carbone :pigment, pouvoir couvrant

- ✓ Oxyde d'aluminium : résistance aux rayures et à l'abrasion, résistance aux UV
- ✓ Oxyde de fer : pigment
- ✓ Oxyde de zinc : matité, autonettoyant, dépollution, résistance aux UV
- ✓ Polymère carboné fluoré : hydrofuge, résistance aux solvants
- ✓ Silice amorphe : matité, durabilité, résistance mécanique, résistance aux rayures et à l'abrasion, viscoélasticité
- ✓ Sulfate de baryum : anticorrosion
- ✓ Cellulose : viscoélasticité

❖ **Vernis :**

- ✓ Graphène : anticorrosion
- ✓ Dioxyde de titane Autonettoyant, dépollution, résistance aux UV
- ✓ Oxyde de zinc
- ✓ Hydroxyde d'aluminium : saturation
- ✓ Noir de carbone : pigment, pouvoir couvrant
- ✓ Silice amorphe : matité, durabilité, résistance mécanique, viscoélasticité



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ **Lasure :**

- ✓ Argent : antibactérien
- ✓ Dioxyde de cérium : résistance aux UV
- ✓ Dioxyde de titane : autonettoyant, dépollution, résistance aux UV, résistance aux rayures

❖ **Adhésif et mastic :**

- ✓ Carbonate de calcium : charge
- ✓ Noir de carbone : pigment
- ✓ Silice amorphe : résistance aux rayures et à l'abrasion, charge, viscoélasticité

❖ Une brochure de l'INRS publiée en 08/2023 est constituée de 2 parties.

- La première dresse un état des connaissances sur les nanomatériaux : généralités (définitions, réglementation, toxicité, exposition professionnelle), repérage et identification des nanomatériaux, évaluation des risques et mesures de prévention.
- La seconde traite des secteurs concernés par la fabrication ou l'utilisation de nanomatériaux ; cette partie se présente sous forme de fiches pour une dizaine de secteurs d'activités : *dont la construction, bâtiment et travaux publics,*

Aide au repérage des nanomatériaux en entreprise ED 6174 INRS 08/2023

Influence de paramètres physiques de nanotubes de carbone multi-parois sur leurs propriétés toxicologiques dans un modèle de cellules épithéliales bronchiques. Rapprochement avec les effets pulmonaires chez le rat. Thèse 03/2022

Un rapport du **Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP)** publié le 03/02/2020 fait un point sur l'évolution des connaissances *sur les dangers et les risques que présentent les nanomatériaux.*

Les nanoparticules de forme sphérique se rapprochent, par leurs dimensions, **des particules atmosphériques ultrafines**, en particulier celles issues des processus de combustion telles que les particules rejetées par les moteurs diesel , dont on connaît bien les effets néfastes sur la santé et qui ont été classés cancérogènes certains par le CIRC (Groupe 1) en 2012.

De même, les nanotubes se rapprochent, par leur diamètre et leur longueur, des dimensions des fibres d'amiante , même si la composition chimique de ces produits manufacturés est très différente

Les évaluations d'exposition professionnelle, principalement par inhalation, indiquent que des concentrations très faibles de particules ultrafines (PUF) sont détectées dans les lieux de travail.

Ces faibles concentrations doivent cependant être considérées avec attention, car même si la masse est faible, étant donné la taille nanométrique des particules, **elles représentent une très grande quantité en nombre de particules.**



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Les études épidémiologiques actuellement disponibles suggèrent que l'exposition aux nanoparticules peut provoquer la possibilité de survenue de diverses **pathologies inflammatoires** pouvant toucher divers organes.

- **Les poumons** : BPCO, asthme
- **L'appareil cardiovasculaire** : athérosclérose, hypertension artérielle, infarctus, arythmie
- **Le système nerveux** : maladie neuro-dégénérative
- **La peau** : maladies inflammatoires, pathologies auto-immunes, syndrome de Raynaud

Aucun indicateur biologique d'exposition n'est actuellement disponible

L'état actuel des connaissances **ne permet pas de proposer un suivi médical spécifique**

Bien que non validés comme indicateurs de risque pour la santé, peuvent être réalisés, et servir de référence à l'embauche .

- ✓ Une radiographie standard du thorax
- ✓ Une EFR
- ✓ Un électrocardiogramme

Ils constituent également une aide pour déterminer l'aptitude à certains postes qui nécessitent **le port d'équipements de protection individuelle.**

L'on sait déjà quelles sont les conséquences sanitaires que peut avoir l'accumulation de particules fines dans le corps, **telles que la fibrose pulmonaire ou les cancers liés à l'exposition à l'amiante ou encore à la silice.**

Il ne faudrait pas une nouvelle crise sanitaire comme pour l'amiante

Sont actuellement à l'étude des **marqueurs précoces d'inflammation pulmonaire** et de stress oxydant (monoxyde d'azote, 8 isoprostane, peroxyde d'hydrogène, malondialdéhyde, etc) ou des cytokines pro-inflammatoires (TNF alpha, etc)

Il convient de toujours chercher le niveau d'exposition le plus bas possible ;
même si le niveau d'exposition est faible, il peut être quotidien pour certains travailleurs .

- **Concernant l'exposition par voie cutanée**, il n'existe pas de passage des nanoparticules vers le derme en peau saine, seulement dans l'épiderme.

Toutefois, la dermatite allergique de contact, l'eczéma atopique, le psoriasis et l'usage de détergents irritants et de produits chimiques peuvent augmenter l'absorption, au **travers de lésions cutanées**

❖ **Inhalation et contact cutané** possibles dans le BTP lors des :

- Opérations de soudage, ponçage, polissage, perçage, usinage, découpe au laser (verre) décapage au laser de peintures d'un **matériau contenant des nanoparticules** (béton, ciment verre, peintures, vernis, mastic, revêtement pour le bois).
- Manipulations de nanomatériaux sous forme de poudre (versée dans une trémie par exemple).
- Opérations de nettoyage, d'entretien et maintenance d'équipements industriels ou sont utilisés des nanomatériaux



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

- **Potentielle pathogénicité de l'inhalation de nanomatériaux fibreux inertes :**

Utilisés pour l'isolation thermique (nanofibres de verre ou nanotubes de carbone, etc.) leur potentielle pathogénicité serait liée , non pas à leur composition chimique ,mais **à leurs caractéristiques géométriques et à leur dimension.**

C'est ce que révèle une étude récente réalisée sur des nanofibres de verre par une équipe franco-chinoise, comprenant un chimiste du CNRS ,

Elle a permis d'observer que, lorsque confrontées à des nanofibres inertes dont la longueur excède 15 microns , les cellules macrophages ne réussissent pas à se distendre suffisamment pour totalement les encapsuler à l'intérieur de leur vésicule « digestive ».

Cette étude a permis de détecter, caractériser et quantifier pour la première fois, des fuites de sécrétions très nocives *pour la paroi alvéolaire*

Une expérimentation sur des rats , a ensuite permis de conclure qu'une inhalation régulière, et sans protection de nanomatériaux fibreux inertes analogues, quels qu'ils soient, génère

des lésions pulmonaires à répétition , pouvant mener à terme au développement de **fibroses**.

Cette découverte questionne l'usage de **feutres de nanofibres inertes** dans le secteur du bâtiment, jugées jusqu'alors moins délétères que l'amiante, qu'elles substituent , mais qui pourraient en réalité présenter les mêmes risques, pour la santé de ceux qui les manipulent.

C.Amatore, chercheur au CNRS et co-auteur de l'étude est formel :

« Notre expérimentation sur des rats n'a porté que sur l'inhalation régulière de nanomatériaux fibreux inertes, et pas sur de la laine de verre à proprement parler, mais il ne fait aucun doute , que la laine de verre, ou de roche, **se détériore quand on la manipule** , et que l'inhalation d'aérosols de leurs débris microscopiques, pourrait être dangereuse pour la santé ; **c'est aux fabricants de démontrer le contraire** ».

Détection par nanocapteur de fuites d'espèces réactives d'oxygène et d'azote lors de la phagocytose frustrée des nanofibres Nature Nanotechnology, /01/2024.

- ❖ **Concernant l'exposition par voie orale**, les nanoparticules peuvent traverser la barrière intestinale et atteindre le foie et la rate
- ❖ **Concernant l'exposition par voie transplacentaire**, les nanoparticules peuvent se diffuser dans le placenta et les membranes fœtales (amnios et chorion) à la suite d'une exposition aérienne de la mère à des nanoparticules



En Savoir Plus :

PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Nanotechnologie–Nanoparticules : Quels dangers, quels risques ? Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP) 03/02/2020

Les nanomatériaux ont la capacité **à traverser des barrières biologiques**, à persister dans l'environnement **ou à s'accumuler dans les organismes**.

Les résultats des études de toxicité et de génotoxicité *in vitro /in vivo* ainsi que, par analogie, ceux issus des études épidémiologiques ou expérimentales sur la pollution de l'air (particules fines diesel, fumées de soudage...) suggèrent **leurs effets biologiques potentiellement délétères**.

Les études réalisées ont permis de démontrer des effets importants sur la santé :

Les particules associées à l'ozone augmentent **la sensibilité aux allergènes**.

- Plus les particules sont petites, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire (bronchioles, alvéoles).
- Pourraient franchir les barrières protectrices de l'organisme (barrière hémato encéphalique), de nombreuses inconnues demeurent encore.

A noter toutefois, que le CPP précise bien que la plupart des données existantes obtenues par tests sur les animaux et sur cellules en culture permettent de mieux

comprendre les relations de cause à effet, *elles ne sont pas directement extrapolables à l'homme*

2/ Peu de données épidémiologiques concernant les expositions professionnelles

Si les études épidémiologiques manquent encore sur l'exposition professionnelle, de très nombreuses études expérimentales ont été publiées, en particulier sur les nanoparticules les plus utilisées : **dioxyde de titane (TiO₂)**, **oxyde de zinc (ZnO)**, **argent**, **silice colloïdale**, **oxyde de cérium**, etc.

Il est relevé que si aucune valeur limite d'exposition professionnelle n'est à ce jour définie, toutefois certaines VLEP concernent certaines poussières **comme les poussières réputées sans effet spécifique**, **le dioxyde de titane**, le graphite sous forme non fibreuse, ou encore **certains oxydes et sels métalliques**.

Il est fondamental d'étudier la toxicité chronique liée à l'exposition aux nanoparticules.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ Exposition aux nano-objets dans le bâtiment ADEME 09/2025

L'usage de nanomatériaux manufacturés constitue un axe majeur dans la mutation du secteur du bâtiment.

En effet, l'association de nano-objets (nanoparticule, nanofibre et nano feuillet) aux produits de construction du bâtiment vise généralement à améliorer ou à leur conférer de nouvelles propriétés

Cependant, cette utilisation accrue de nano-objets s'accompagne d'interrogations légitimes quant au devenir de ces nanomatériaux à long terme, et à son impact potentiel sur la santé humaine et l'environnement

Ces nano-additifs sont émis dans l'environnement, à l'état libre ou amalgamé, lors de sollicitations mécaniques (**perçage**, **ponçage**, **sciage**) .

Les mesures gravimétriques ont confirmé que **le ponçage** génère les concentrations massiques les plus élevées, tandis que les analyses TXRF ont révélé la présence de titane sur les filtres, notamment lors du ponçage.

L'analyse des grilles TEM a permis d'identifier différents types de particules, incluant *des nanoparticules de titane, du talc et du carbonate de calcium*.

Le suivi temporel des concentrations particulières a montré l'efficacité des stratégies de réduction à la source pour diminuer l'exposition de l'opérateur.

Les stratégies de réduction à la source, et en particulier **l'aspiration à la source**, se sont avérées efficaces pour diminuer les émissions particulières lors des différentes opérations mécaniques (**perçage**, **ponçage**) et à différentes échelles.

Pour le perçage, la poche de gel s'avère pertinente.

Le vieillissement accéléré des peintures a été identifié comme un facteur augmentant les taux d'émission, soulignant l'importance de considérer le cycle de vie complet des matériaux.

Projet MENEBAT : maîtrise de l'exposition aux nano-objets lors de l'usage de nanomatériaux manufacturés dans le bâtiment ADEME 09/2025



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Le CPP recommande par exemple, de rendre nécessaire la traçabilité des nanoparticules en milieu de travail *à l'aide d'un pictogramme pour mieux informer les travailleurs.*

Le repérage et l'évaluation initiale ne sont pas faciles :

- ✓ S'interroger sur certaines propriétés atypiques du matériau : **autonettoyant, anticorrosion, antibactérien, résistant au feu...**, dans ce cas : risque élevé de renfermer des nanoparticules
- ✓ S'adresser au fournisseur pour savoir s'il a effectué une déclaration **auprès du registre national R-Nano**

Les obligations d'informations relatives aux substances prescrites par Reach **pour l'enregistrement des nanomatériaux** ont été modifiées par un règlement de la Commission européenne (03/12/2018).

Ces évolutions, **sont entrées vigueur le 01/01/2020**, elles touchent neuf annexes du règlement n° 1907/2006 concernant : l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances, ainsi que les restrictions applicables à ces substances ; **et mention explicite de présence de nanomatériaux dans FDS.**

La mise à jour de Reach impose de nouvelles exigences d'informations, notamment **sur les propriétés physicochimiques ou toxicologiques des nanomatériaux.**

- ❖ Le règlement européen (UE) 2020/878 a induit des changements dans la fiche de données de sécurité ; **depuis le 01/01/2023, toutes les FDS doivent être conformes à ce règlement.**

De nouvelles informations doivent être ajoutées:

- ✓ Informations sur les nanomatériaux en rubrique 2.1

Mesures d'exposition :

La métrologie étant encore peu efficace sur les nanoparticules, le peu de données toxicologiques acquises rend incertaine l'évaluation des risques **et creuse toujours plus le fossé entre l'innovation liée aux nanotechnologies et leurs dangers.**

Seuls quelques organismes : **Ineris, CEA, INRS** réalisent des mesures des expositions professionnelles (comptage, analyse morphologique des particules, composition chimique....
Actuellement se développent des outils pour réaliser des mesures quantitatives

- **MPS® (mini partiel sampler) de l'INERIS** : **prélèvement simple, portable et très efficace** ; *doté d'une petite pompe aspiratrice, il permet d'effectuer un prélèvement en quelques minutes et peut échantillonner une large gamme de particules, de 5 nm à plus de 10 microns ; le MPS® peu coûteux et nécessitant peu de maintenance, il est fabriqué et vendu par Ecomesure (sous licence INERIS) ;* L'INERIS et Ecomesure sont en capacité de réaliser des analyses pour des utilisateurs du MPS® qui ne disposent pas de Microscope à Transmission Electronique
- **Nanobadge CEA Liten (Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies nouvelles et les Nanomatériaux)** : proposé depuis début 2015 : le prélèvement est effectué dans une cassette intégrée sur un préleveur compact et autonome, pouvant être porté par les opérateurs ou positionné en poste fixe ; la



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Un SPSTI, ou une entreprise peuvent louer le matériel de prélèvement ; les types de matériels à louer sont :

- L'échantillonneur qui aspire l'air au débit de 1 litre par minute.
- Les cassettes qui collectent les particules, se connectent sur l'échantillonneur ; une cassette correspond à un prélèvement et un échantillonneur accueille une cassette à la fois.
- Le cas échéant, un appareil de détection temps réel de particules.

Les appareils (échantillonneurs ou détecteurs temps réel) n'ont qu'un seul bouton marche/arrêt.

- **Testo DISC mini**, instrument portable et individuel, instantanément prêt à l'emploi sans réglage préalable ni étalonnage.

L'appareil est insensible aux vibrations et s'utilise indépendamment de la position.

Permet de mesurer en temps réel la concentration en nombre et le diamètre moyen des particules ; permet de surveiller de manière fiable l'exposition aux particules fines diésel aux fumées de soudage ou aux nanoparticules industrielles

- ❖ Privilégier la manipulation des nanomatériaux **sous forme non pulvérulente**
- ❖ Mécaniser les procédés, et capter les polluants à la source
- ❖ Filtrer l'air avant tout rejet à l'extérieur utilisation *de filtres à très haute efficacité* (classe> 13)
- ❖ Port EPI adaptés : **cf. Mesures Humaines EPI** :
- ❖ Appareil de protection respiratoire filtrant (filtre P3) ou isolant selon le cas.
- ❖ Port de combinaison à usage unique (type 5), lunettes et gants étanches
- ❖ Nettoyage régulier des surfaces à l'aide d'aspirateurs munis de filtres à très haute efficacité (THE) *type HEPA H13 ou H14* ; ou nettoyage au chiffon humide

En Savoir Plus :

Nanomatériaux Ministère transition écologique 01/2025

Aide au repérage des nanomatériaux en entreprise ED 6174 INRS 08/2023

Pour chaque secteur d'activité dont le BTP, sont répertoriés les nanomatériaux manipulés et les propriétés ou fonctionnalités apportées en fonction des applications.

Droit de la prévention (OPPBTP) : nanoparticules & nanomatériaux

Appareils respiratoires efficaces sous certaines conditions INRS 02/2019

Webinaires Nanomatériaux manufacturés INRS 15/11/2018 et 11/12/2018

Pictogramme de signalisation pour les nanomatériaux INRS 10/2013

Vidéo vulgarisation Les nanomatériaux Santé & Travail S02 E07 You Tube 4'30 05/2023

Meilleures techniques à envisager pour la mise en œuvre des substances à l'état nanoparticulaire Ministère transition écologique

Définition des nanomatériaux : analyse, enjeux et controverses Connaître, évaluer, protéger Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective 04/ 2023

Les nanomatériaux ANSES 06/2020



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

❖ Perturbateurs Endocriniens (PE) :

Pour l'heure, le code du travail **ne prévoit pas de réglementation spécifique** aux perturbateurs endocriniens.

Les effets des perturbateurs endocriniens(PE) sur la santé humaine sont complexes.

Les molécules qualifiées de perturbateurs endocriniens sont en augmentation et leur présence est ubiquitaire dans l'environnement

D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS), un perturbateur endocrinien se définit comme « *une substance ou un mélange de substances exogène, qui altère les fonctions du système endocrinien , et de ce fait induit des effets néfastes dans un organisme intact, chez sa progéniture , ou au sein de (sous)-populations* »

Les perturbateurs endocriniens potentiels (PE) sont des substances chimiques ou des mélanges, d'origine naturelle ou artificielle, possédant la capacité **d'interférer avec le système hormonal**, appelé également système endocrinien, ils peuvent avoir des effets nocifs importants

Bien que les PE soient un risque émergent qui peut continuer à faire débat, **l'exigence de la prévention de leurs expositions ne fait plus débat**

L'estimation des effets des PE sur la santé humaine est rendue très difficile en raison de nombreuses interrogations sur leurs mécanismes d'action, la multiplicité des substances concernées, et des voies d'exposition, et sur les fenêtres d'exposition critiques.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Ces substances peuvent imiter l'action d'une hormone, la bloquer, ou en perturber la production ou la régulation ; les salariés peuvent être exposés par :

- Inhalation (fumées, vapeurs)
- Ingestion en portant les mains ou des objets contaminés à la bouche
- Contact avec la peau.

Touchent aussi bien les individus exposés, **que leur descendance.**

Dans l'environnement de travail, la fréquence et le niveau des expositions peuvent être plus élevés que pour la population générale.

21 effets sur la santé sont évalués comme prioritaires à surveiller :

Parmi eux,

- ✓ Dysgénésies testiculaires :
 - Cryptorchidie (testicule non descendu, correspond à l'absence du testicule dans la bourse)
 - Hypospadias (ouverture par laquelle passe l'urine (méat urinaire) n'est pas située au bout du pénis.)
 - Qualité du sperme
 - Cancer du testicule
- ✓ Puberté précoce centrale idiopathique
- ✓ Endométriose
- ✓ Fibrome utérin.

Auxquels s'ajoutent **l'infertilité, et la diminution de la fécondité** (non surveillés actuellement pour leur lien avec les perturbateurs endocriniens).

On retient également des :

- ✓ **Effets métaboliques** (surpoids et obésité, maladies cardiovasculaires, diabète de type 2 et syndrome métabolique)
- ✓ **Troubles du neurodéveloppement de l'enfant** (troubles du comportement, déficit intellectuel et troubles du déficit de l'attention)
- ✓ **Certains PE ont aussi un effet cancérogène avéré** : cancer du sein, cancer de la prostate, lymphomes et leucémies chez l'enfant)
- ✓ Asthme.

Santé publique France doit analyser la faisabilité de la mise en place **d'une surveillance des effets classés comme prioritaires.**

Étude PEPS'PE : priorisation des effets sanitaires à surveiller dans le cadre du programme de surveillance en lien avec les perturbateurs endocriniens. Résultats Santé Publique France 10/2023

Mieux comprendre les perturbateurs endocriniens Santé Publique France Fiche pour le praticien



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Dans l'environnement de travail, la fréquence et le niveau des expositions peuvent être plus élevés, que pour la population générale.

Il n'existe pas à ce jour une réglementation spécifique applicable aux PE, la prévention liée à ces substances **est fondée sur la démarche de prévention des risques chimiques**, visant à supprimer les risques ou, à défaut, à réduire l'exposition aux produits CMR ;

Elle s'appuie sur les principes généraux de prévention.

Pour retrouver le caractère de perturbateur endocrinien d'une substance, on utilise **les FDS**

Les perturbateurs endocriniens ont désormais leurs classes de danger au titre de la classification CLP

Un règlement de la Commission européenne du 19/12/2022 a modifié le règlement (CE) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, dit CLP (**JO Union Européenne 31/03/2023**) ; ce dernier fixe désormais **33 classes de danger**.

Une nouvelle section 3.11 relative à la nouvelle classe de danger « **Perturbation endocrinienne pour la santé humaine** » et **une nouvelle section 4.2**, relative à la nouvelle classe de danger « **Perturbation endocrinienne dans l'environnement** » sont créés au sein de l'annexe I du règlement CLP fixant les critères harmonisés pour la classification des substances, des mélanges et de certains articles.

Deux catégories de danger de perturbateurs endocriniens sont créées en fonction de la solidité du niveau de preuve :

- ✓ **Catégorie 1** : perturbateurs endocriniens connus ou présumés pour la santé humaine et pour l'environnement
- ✓ **Catégorie 2** : perturbateurs endocriniens suspectés pour la santé humaine et pour l'environnement.

Lorsqu'il existe des données démontrant de manière concluante que les effets néfastes, ne sont pas pertinents pour l'être humain, la substance n'est pas considérée comme un perturbateur endocrinien pour la santé humaine.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

- ❖ **Des éléments d'étiquetage** sont utilisés pour les substances et les mélanges répondant aux critères de classification dans cette classe de danger

Des critères d'identification des substances **PBT** (*persistantes, bioaccumulables, toxiques*), **vPvB** (*très persistantes, très bioaccumulables*), **PMT** (*persistantes, mobiles, toxiques*) et **vPvM** (*très persistantes, très mobiles*) sont également fixés en application du règlement REACH.

Les substances et mélanges ayant des propriétés PBT ou vPvB sont extrêmement préoccupants car ils ne se décomposent pas facilement dans l'environnement et ont tendance à s'accumuler dans les organismes vivants.

Une accumulation difficile à inverser, ce qui entraîne une exposition cumulée des animaux et des êtres humains par l'intermédiaire de l'environnement.

Les propriétés intrinsèques des substances et mélanges persistants, bioaccumulables et toxiques (PBT) et très persistants et très bioaccumulables (vPvB), ainsi que celle des substances et mélanges persistants, mobiles et toxiques (PMT) et très persistants et très mobiles (vPvM) présentent des similitudes, mais elles diffèrent considérablement en ce qui concerne le critère de toxicité.

Il convient donc de créer des nouvelles classes de danger qui reflètent ces distinctions, tout en établissant des règles communes pour l'évaluation scientifique des propriétés intrinsèques liées à la persistance, à la bioaccumulation et à la mobilité.

- ✓ **Une nouvelle section 4.3**, relative **aux propriétés persistantes, bioaccumulables et toxiques ou très persistantes et très bioaccumulables** ;
- ✓ **Une nouvelle section 4.4** relative **aux propriétés persistantes, mobiles et toxiques ou très persistantes et très mobiles** sont ajoutées à l'annexe I de CLP.

Ces critères de classification seront applicables depuis le **01/05/2025** au plus tard.

Une période transitoire est prévue pour les substances mises sur le marché avant le 01/05/2025, qui n'ont pas à être classées conformément à ces nouveaux critères jusqu'au 01/11/ 2026.

Ils s'appliquent aux mélanges à compter du 01/05/2026 sauf pour ceux mis sur le marché avant cette date, pour lesquels un délai transitoire est fixé jusqu'au 01/05/ 2028.

Si ces substances sont des PE, il conviendra, par application du principe de précaution, de traiter comme un PE à part entière ; lors des produits « mélanges », le fabricant doit indiquer les 4 substances principales.

Cela signifie que si la substance est intégrée en très faible quantité, nous ne retrouverons pas sa dénomination



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

- ❖ L'employeur **doit, substituer obligatoirement les PE classés CMR de catégorie 1A et 1B** au sens du règlement CLP (classification et étiquetage des produits). **Code du travail, art. R. 4412-59 à R. 4412-93).**

On retrouve également la « SIN list » où SIN signifie « Substitute It Now» (**A substituer immédiatement).**

Dans cette liste, on retrouve l'ensemble des substances dites SVHC (Substances of Very High Concern) / **substances extrêmement préoccupantes.**

- ❖ La base **DEDuCT** (Database of endocrine disrupting chemicals and their toxicity profiles) constitue une liste scientifiquement robuste de perturbateurs endocriniens avérés ou potentiels.

Elle n'est disponible qu'en langue anglaise.

Elle a été actualisée en 2021; elle peut s'avérer utile en entreprise car elle permet de rechercher des perturbateurs endocriniens par numéro CAS , par grands domaines d'activité (industrie, agriculture, etc.), voire par organe cible.

Les substances ont été classées en différentes catégories selon le niveau de preuve a priori

Les 792 perturbateurs endocriniens de la base de données DEDuCT sont classifiés de la manière suivante :

- **Catégorie I** : ceux qui ont des effets PE* rapportés à l'appui d'expériences in vivo (sur des humains), cela concerne **8 substances**
- **Catégorie II** : ceux qui ont des effets PE* rapportés à l'appui d'expériences in vivo (sur des rongeurs) et in vitro sur des cellules humaines, cela concerne **171 substances**
- **Catégorie III** : ceux qui ont des effets PE* rapportés à l'appui d'expériences in vivo (sur des rongeurs), cela concerne **410 substances**
- **Catégorie IV** : ceux qui ont des effets PE* rapportés à l'appui d'expériences in vitro sur des cellules humaines, cela concerne **203 substances**

ANSES Élaboration d'une liste de substances chimiques d'intérêt en raison de leur activité endocrine potentielle. Méthode d'identification et stratégie de priorisation pour l'évaluation, 04/2021.

Endocrine Disruptor Lists



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

- ❖ Il est interdit d'affecter ou de maintenir les femmes enceintes et les femmes allaitant à des postes de travail les exposant aux perturbateurs endocriniens identifiés comme

toxiques pour la reproduction (substances CMR classées 1A, 1B ou H 362 par le règlement CLP) (**article D. 4152-10 du Code du travail**).

Les conséquences sont difficiles à évaluer et les recherches scientifiques ne permettent pas de définir pour le moment , des taux de toxicité.

Si la substitution n'est pas réalisable, la prévention consiste en :

- ✓ Protection collective (ventilation et assainissement de l'air ...)
- ✓ Protection individuelle (gants, masques, vêtements de protection...) cf. EPI nanoparticules dans mesures humaines du guide)
- ✓ Information des salariés sur les risques et mesures d'hygiène (lavage des mains avant de manger , ou de fumer, etc.).



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Dans le BTP et activités connexes :

Certains PE **ont aussi un effet cancérogène avéré :**

- ✓ **Métaux lourds : cadmium, plomb**
- ✓ **Sous-produits de dégradation :**
 - **Benzo a pyrène** : dans les suies (opérations de nettoyage cheminées).
 - **Benz(a)anthracène** : revêtement routier,
 - **Polychlorobiphényles (PCB) : dioxines, furanes** : on en retrouve encore dans les opérations d'élimination des déchets, et lors l'entretien de vieux dispositifs électriques (PCB) ; sont impliqués dans le risque de mélanomes malins., et cancer du sein et lymphome malin non hodgkinien
- ✓ **Formaldéhyde** : colles à bois, (urée formol, résorcinol) , peintures, vernis ; MDF) : leucémie surtout myéloïde
- **Hydrocarbures aromatiques polycycliques** pour les cancers du poumon, de la vessie et de la peau
- ✓ **Phtalates** (plastifiants : PVC, gants vinyle) dans les tumeurs du foie et du testicule
- ✓ **Chlordécone** (pesticide) pour le cancer de la prostate
- ✓ **DDT** : cancers du foie, du testicule, du sein et lymphome malin non hodgkinien

Les salariés exposés aux PE classés CMR 1A ou 1B bénéficient **d'un suivi individuel renforcé (SIR)** de leur état de santé

Divers autres produits utilisés dans le BTP sont des PE :

- ✓ **Solvants** :(styrène, hexane, toluène) : solvants ou des produits en contenant

- ✓ **Le bisphénol A (CAS 80-05-7)** est un PE classé sur la liste I de l'UE ; il est identifié principalement dans *des peintures, des adhésifs et des durcisseurs*, à des concentrations de 50 % maximum
- ✓ **Le dicyclohexyl phtalate (CAS 84-61-7)** est un PE classé sur la liste I de l'UE. Il est retrouvé dans des *(enduits, durcisseurs, résines)*, pour certains à forte concentration dans le marquage routier, revêtements de sol)

Dans les métiers du nettoyage :

- ✓ **Biocides** (Méthyl p-Hydroxy benzoate ; acide borique) : produits à usage biocides dans le nettoyage (éther glycols) , utilisation de produits contenant des conservateurs biocides

Dans les métiers du paysage :

- ✓ **Certains pesticides** (organochlorés, fongicides, herbicides) ; insecticides (pyréthre et pyréthrinolide, dont le principal représentant est la **deltaméthrine** (CAS 52918-63-5)

Recueillir les données médicales potentiellement en lien avec les expositions , et si nécessaire orienter vers un spécialiste par exemple en cas de :

- Maladies métaboliques
- Cancers hormono-dépendants : tumeurs et cancer du sein, cancer de l'utérus, cancer des ovaires, cancer des testicules , cancer de la prostate.
- Difficultés de conception (hommes et femmes), fausses couches, prématurité...
- Pathologies gynécologiques (endométriose) et obstétricales

Concernant la surveillance biologique des expositions (IBE) , plusieurs indicateurs sont à ce jour disponibles dans la base de données BIOTOX de l'INRS comme :

- Dosage des métabolites urinaires du di-2-éthylhexylphtalate (DEHP)
- Dosage du styrène urinaire ou de ses métabolites urinaires



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Les femmes enceintes sont plus vulnérables aux perturbateurs endocriniens.

Il existe des règles spécifiques de prévention et de protection pour ces salariées : en effet les produits chimiques peuvent nuire à la santé de l'embryon ou du fœtus ; les effets peuvent être divers : malformations, retards de croissance, anomalies du développement du système nerveux ou cancer.

Le médecin du travail , joue un rôle très important dans le suivi des femmes enceintes ; à l'issue de la visite d'information et de prévention ou si la salariée le souhaite, la salariée enceinte, venant d'accoucher ou allaitante est orientée sans délai pour une visite avec le médecin du travail ; ce dernier peut lui proposer des adaptations de poste en tenant compte des risques pour elle et son enfant.

Les conséquences sont difficiles à évaluer et les recherches scientifiques ne permettent pas de définir pour le moment des taux de toxicité.

Il n'y a aucune relation entre la dose et l'effet concernant la toxicité des perturbateurs endocriniens.

C'est pour cela qu'il n'existe pas de VLEP sur les perturbateurs endocriniens contrairement aux produits CMR

On peut souligner la similarité, au niveau de la méconnaissance des risques et des études, **entre les perturbateurs endocriniens et les nanoparticules.**

Les évolutions réglementaires liées à ces deux thématiques définiront les futures méthodes de prévention associées ces risques



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Effets et particularités des perturbateurs endocriniens (ANSES) :

✓ **Faible dose d'exposition :**

Habituellement, en dessous d'un certain niveau d'exposition, les mécanismes de défense de l'organisme permettent d'éviter l'apparition d'effets sanitaires : **effet de seuil.**

Pour certaines substances dangereuses comme les molécules cancérogènes, **et les perturbateurs endocriniens**, on observe qu'il n'y a parfois pas d'effet de seuil, au moins à l'échelle d'une population donc, **des effets possibles même à faible dose.**

✓ **Relation dose-réponse non monotone :**

Traditionnellement, les effets nocifs des substances chimiques sont décrits, dans les études de toxicologie *comme proportionnel à la dose testée.*

Typiquement, une faible dose ne produit pas d'effet, la dose médiane produit de faibles effets toxiques alors que la forte dose testée induit des effets plus prononcés ou plus délétères.

Mais, des toxicologues ont remarqué que certaines substances chimiques, peuvent suivre des courbes inversées, c'est-à-dire : **avoir des effets plus importants à faible dose** (voire, opposés) à ceux observés à fortes doses, on parle alors de **dose réponse non-monotone.**

✓ **« Fenêtres d'exposition »**

La sensibilité aux perturbateurs endocriniens **peut varier selon les périodes de la vie.**

C'est notamment le cas de la période du développement foeto-embryonnaire, de la petite enfance, qui présentent une sensibilité accrue à ces substances.

La mise en place de la puberté est également une période sensible au cours de laquelle un dérèglement hormonal peut altérer de manière irréversible certaines fonctions de l'organisme.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

✓ « Effets cocktails »

La compréhension des effets des perturbateurs endocriniens demande de prendre en compte également l'exposition de l'individu **à un mélange de substances chimiques, et de comprendre leurs interactions au sein de l'organisme humain sur le long terme**, dès la période du développement foeto-embryonnaire.

Face à cette complexité, la connaissance des effets des perturbateurs endocriniens aux niveaux de concentration observés dans l'environnement se heurte aux limites de la toxicologie classique, et des méthodes habituelles d'évaluation des risques.

La question est donc d'en développer de nouvelles, adaptées aux spécificités de ces composés.

Comprendre les effets potentiels de l'environnement et sur la santé des populations nécessite que les projets de recherche prennent en compte **les effets synergiques potentiels des mélanges de contaminants environnementaux**

En Savoir Plus :

Webinaire : Perturbateurs endocriniens : les repérer pour prévenir les risques en entreprise Anim 498 INRS 11/2025

Repérage des perturbateurs endocriniens en entreprise Outil 16 INRS 04/2025

Ce guide rassemble 344 substances chimiques, produites en grande quantité et classées pour leurs effets avérés ou potentiels de perturbation endocrinienne (par l'Anses et/ou par le site institutionnel EDLists).

Pour chaque substance, les principaux secteurs industriels et usages (passés et actuels) concernés sont recensés. Sont également renseignés pour chaque substance, le numéro CAS, la catégorie au regard des effets de perturbation endocrinienne sur la santé, et le cas échéant, la classification CMR (règlement européen CLP), le ou les tableaux de maladies professionnelles ainsi que la fiche toxicologique associés

Les perturbateurs endocriniens : quels risques ? quelle prévention ? Symposium INRS-CARSAT Languedoc-Roussillon. Montpellier TD 321 INRS 06/06/2024

Evaluation de la deuxième stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens : Pour une future stratégie «zéro exposition aux perturbateurs endocriniens» IGAS 07/2024

Les perturbateurs endocriniens en entreprise DO 40 INRS 07/2023

Les perturbateurs endocriniens ED 6377 INRS 04/2020

Perturbateurs endocriniens : Ce qu'il faut retenir INRS

Mieux connaître les perturbateurs endocriniens (PE) et les nanomatériaux pour mieux prévenir les risques sur les lieux de travail DREETS Centre Val de Loire : Document de synthèse à destination des préventeurs 01/2022

Perturbateurs endocriniens en milieu professionnel DREETS Centre Val de Loire

Fiche repères "Les perturbateurs endocriniens" INCA 07/2019

Webinaire. Perturbateurs endocriniens : connaître et prévenir les risques Anim 308 25/11/2021 INRS

New online database for identifying endocrine disruptors: Industry

New online database for identifying endocrine disruptors: Polluant

A team at the Institute of Mathematical Sciences in Chennai, India, has placed online a database which identifies **686 endocrine disruptors**. The database is called DEDuCT: Database on Endocrine Disrupting Chemicals and their Toxicity Profil

Version 1.0 released on **April 25, 2019** compiles the diverse information on **686 EDCs** including two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) chemical structure, physicochemical properties, predicted ADMET properties and molecular descriptors.

Faibles doses, grands enjeux : l'exposition quotidienne aux PE contribue à l'épidémie moderne de maladies chroniques

List of potential endocrine disruptors TEDX mise à jour 09/2018



Produits Biocides :

PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

*"Toute substance ou tout mélange, constitué d'une ou plusieurs substances actives, en contenant ou en générant, qui est destiné à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière **par une action chimique (peuvent contenir des perturbateurs endocriniens), ou biologique** autre qu'une simple action physique ou mécanique."*

Il s'agit entre autres de produits désinfectants, insecticides, produits de lutte contre les rongeurs, les pigeons, produits de protection du bois ou encore peintures antisalissures...

Bien que ciblant les organismes nuisibles, les biocides sont par définition **des produits actifs susceptibles d'avoir des effets sur l'homme, ou l'environnement**.

Le **Règlement sur les Produits Biocides** appelé RPB (UE N°528/2012) est entré en vigueur **01/09/2013**.

Ces produits sont classés **en quatre grands groupes**, comprenant **22 types de produits** (TP) différents :

- **Désinfectants, produits 1 à 5** :hygiène humaine ou animale, désinfection des surfaces, de l'eau potable...

- TP1 regroupe les produits d'hygiène humaine qui ne sont pas des cosmétiques par leur vocation de désinfection.
 - TP2 regroupe les désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux
 - TP3 regroupe les produits d'hygiène vétérinaires.⁴
 - TP4 regroupe les surfaces en contact avec les denrées alimentaires et les aliments pour animaux.
 - TP5 concerne l'eau potable.
- **Produits de protection, types de produits 6 à 13** : conservateurs, produits de protection du bois, des matériaux de construction....
Ce second groupe rassemble les TP 6 à 13 : le TP 8 concerne les produits de protection du bois contre les insectes ou les champignons, ; le TP 10 concerne les produits de protection des matériaux de construction ; le TP 13 concerne les produits de protection des fluides de coupe des métaux.
- **Produits lutte contre les nuisibles** (rodenticides, insecticides, répulsifs: **types de produits 14 à 20** (ex : rodenticides : TP 14 ; insecticides : TP 18)
- **Autres produits, types de produits 21 et 22** ; ex : fluides utilisés pour l'embaumement ; produits antisalissures : TP21.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

En Savoir Plus :

Les biocides des produits à utiliser avec précaution Vigil Anses 11/2022

Liste des produits biocides susceptibles de contenir des substances perturbatrices endocriniennes

Index Produits Phytosanitaires Ephy ANSES :

BioCID, le catalogue répertoriant les produits biocides déclarés sur le marché français, disposant ou non d'une autorisation de mise sur le marché (AMM).

L'application BioCID remplace définitivement Simmbad.

Certibiocide Notice Explicative

Droit de la prévention (OPPBTP) : produits biocides

❖ PFAS :



La présence de PFAS dans l'environnement a une origine uniquement anthropique, c'est-à-dire **due à l'activité humaine**.

Ce sont des composés chimiques organiques fluorés de synthèse (per- et polyfluoroalkylés) ils représentent une famille de 4 000 à 10 000 composés chimiques aux propriétés très diverses

Ces substances ont pour particularité de **se dégrader très peu**, après utilisation ou rejet

Elles sont désignées également sous le terme de « **polluants éternels** ».

C'est une problématique qui va au-delà de la santé au travail, **c'est aussi une vraie problématique de santé publique et d'environnement**.

Les Pfas forment une vaste famille de composés chimiques organiques fluorés de synthèse (plusieurs milliers de substances).

Il s'agit de toute substance chimique contenant au moins un groupe méthyle perfluoré (CF₃) ou un groupe méthylène perfluoré (CF₂-)



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

- ❖ En milieu professionnel, les salariés sont principalement exposés aux PFAS par inhalation de poussières, de gaz ou de vapeurs, et, pour une moindre part, par *voie cutanée*.

Leur persistance dans l'environnement et dans l'organisme humain en fait un sujet de préoccupation croissante en santé publique et **au travail**.

Comme pour tous les autres produits chimiques, les expositions aux PFAS utilisés ou générés par l'activité, doivent être prises en compte par l'employeur dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) .

À ce jour, l'exposition professionnelle aux PFAS est très peu documentée

Il y a une véritable difficulté à identifier les PFAS dans les produits utilisés (absence de mention spécifique « PFAS » dans les fiches de données de sécurité) et en raison du nombre élevé de substances

Peu de données atmosphériques ou bio métrologiques relatives à l'exposition de salariés aux Pfas ont été publiées.

Il n'existe pas en France de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) ou de valeur limite biologique (VLB) pour les Pfas.

Les propriétés des Pfas sont multiples : ignifuges, imperméabilisantes, antiadhésives, résistantes aux fortes températures, émulsifiantes, tensioactives, etc

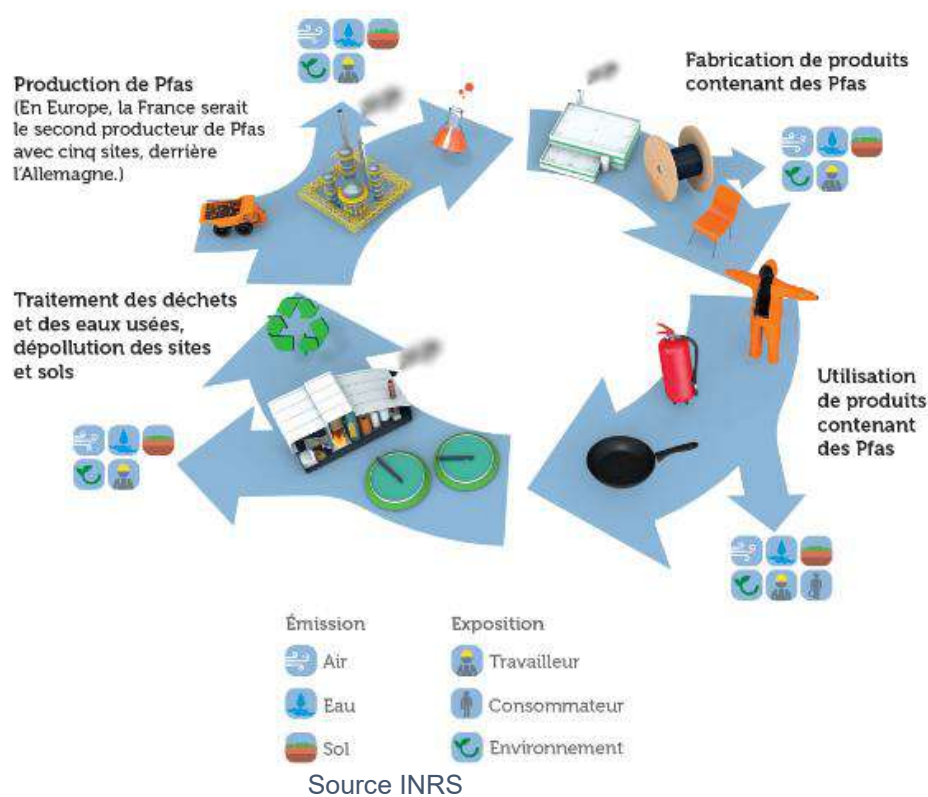
Il n'existe pas de liste exhaustive de Pfas.

Le repérage des Pfas est facilité par les données figurant dans les FDS relatives aux substances extrêmement préoccupantes (SVHC) , et aux éléments de classification et d'étiquetage des substances , et des mélanges présentant des effets « perturbateur endocrinien », ainsi que des propriétés PBT, vPvB, PMT et vPvM

En l'absence d'information dans les FDS, il est possible de contacter les fournisseurs, ou de se référer à certaines bases de données, telles que Chemsec Pfas

Les secteurs d'activité concernés sont nombreux : la **chimie** et la **plasturgie**

Les travailleurs de la construction et de l'entretien des bâtiments peuvent être particulièrement exposés.



PREVENTION GAGNANTE BTP
Performance Economique

Des Pfas sont utilisés dans les :

- ✓ **Revêtements** : peintures, laques , vernis.
- ✓ **Revêtements de sol** : dans les moquettes, pour éviter les taches, salissures et eau
- ✓ **Produits d'étanchéité et béton**: pour créer une barrière résistante à l'eau ; protéger le béton contre les taches, l'assombrissement, les moisissures et les dommages physiques.

- ✓ **Produits de calfeutrage**: pour augmenter leur étanchéité
- ✓ **Fils et câbles électriques** : isolants
- ✓ **Matériaux en verre** : pour en augmenter la durabilité et limiter l'accumulation de poussière
- ✓ **Panneaux solaires photovoltaïques** : pour augmenter leur durabilité, transparence, résistance aux UV, à la chaleur ; leur résistance mécanique, à la saleté et leur production d'énergie,
- ✓ **Produits dérivés du bois** : dans les panneaux de bois composites comme les panneaux à lamelles orientées (OSB), les panneaux de fibres de moyenne et haute densité (MDF et HDF), et le contreplaqué.
- ✓ **Huiles moteur**
- ✓ **Lubrifiant**
- ✓ **Batteries**
- ✓ **Traitement des métaux**
- ✓ **Gaz fluorés**

Un guide, en anglais, présente la problématique , les matériaux concernés, dans quelle mesure les travailleurs et le public peuvent être exposés, et les risques sur la santé et l'environnement, ainsi que des pistes de solution.

Building a better world Eliminating Unnecessary PFAS in Building Materials 2021



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Le nettoyage, stations d'épuration des eaux usées (STEU) , installations d'incinération, de traitement/recyclage des déchets (dont les déchets d'équipements électriques et électroniques ou DEEE), , **traitement des sites et sols pollués...** sont également particulièrement concernés par les Pfas, du fait de leur diffusion et de leur persistance

Certaines de ces substances présentent **des effets toxiques avérés** *tant chez les individus exposés que sur leur descendance.*

Du fait de leurs longues demi-vies, de leur distribution dans l'organisme et de leurs interactions avec différents organes cibles (tels que **le foie, les reins**, etc.), de nombreux effets ont été rapportés chez des organismes exposés à des Pfas, dont certains ont été observés chez leur descendance.

- ❖ **Quatre effets potentiels** sur la santé *disposent d'un niveau de preuve jugé suffisant* :
 - ✓ Diminution de la réponse immunitaire à la vaccination (chez l'adulte , et chez l'enfant d'une mère exposée)
 - ✓ Dyslipidémie (anomalie lipidique due à du cholestérol et/ou des triglycérides élevés)
 - ✓ Troubles du développement chez l'enfant d'une mère exposée : un retard de croissance (faible poids de naissance)
 - ✓ Effet cancérogène :cancer du rein, testicules

❖ **D'autres types d'effets** sur la santé sont suspectés avec un niveau de preuve scientifique moins élevé, sur la base des connaissances acquises à ce jour

- ✓ Perturbateurs endocriniens avérés ou potentiels : désordres thyroïdiens (hypothyroïdie, hyperthyroïdie)

Comme certains Pfas sont aussi des perturbateurs endocriniens avérés ou potentiels : désordres thyroïdiens (hypothyroïdie, hyperthyroïdie), les effets néfastes peuvent également se retrouver sur la descendance

- ✓ Troubles de la reproduction et de la fertilité (baisse de la qualité des gamètes, troubles du cycle menstruel, etc.)



PREVENTION GAGNANTE BTP

Autres effets :

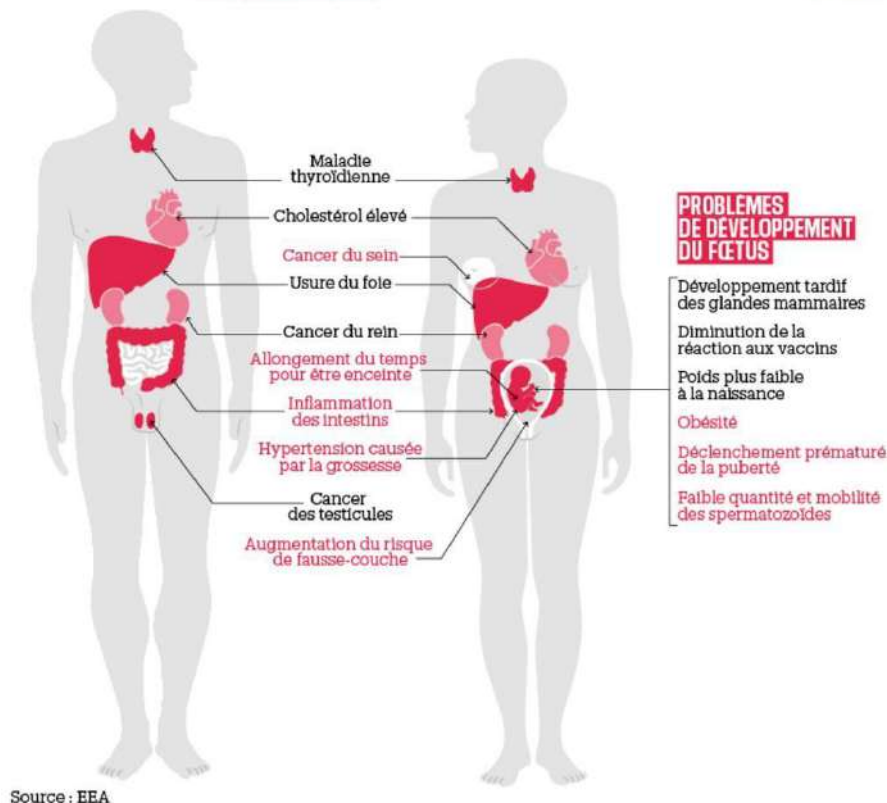
Performance Economique

- Lésions hépatiques
- Maladies inflammatoires de l'intestin
- Pathologies cardiovasculaires
- Hypertension artérielle chez la femme enceinte
- Troubles neurodégénératifs chez l'adulte
- Troubles du neuro développement de l'enfant (langage, troubles de l'attention), et des anomalies métaboliques (obésité...)

Effets des PFAS sur la santé

Effets avérés et **effets suspectés**

LIBÉ
LABO



- ❖ Des recherches récentes ont montré que deux types de substances per-et polyfluoroalkyles (PFAS) favorisent la migration des cellules cancéreuses dans l'organisme, ce qui indique que ces produits chimiques pourraient contribuer **à la métastase du cancer.**

Ces travaux ont été motivés par le fait *que les pompiers, fortement exposés aux PFAS dans le cadre de leur travail (utilisation de mousses), sont atteints de ce type d'évolution du cancer , à un taux plus élevé que la population générale.*

Une équipe de l'université de Yale a étudié le lien entre le PFAS , et le cancer colorectal pour en apprendre davantage sur la relation entre les deux.

Ces travaux fournissent des informations sur la réponse métabolique des cellules cancéreuses colorectales à l'exposition au PFAS et fournissent des preuves de leur potentiel métastatique», écrivent les auteurs.

Ces résultats fournissent des informations précieuses sur les impacts potentiels de l'exposition au SPFO et à l'APFO sur la progression du cancer colorectal, soulignant l'importance de surveiller ces produits chimiques environnementaux , afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.»

Perfluorooctanesulfonic Acid and Perfluorooctanoic Acid Promote Migration of Three-Dimensional Colorectal Cancer Spheroids 12/2023



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

En entreprise, le salarié peut être exposé à des Pfas, mais également à d'autres produits chimiques (*poly exposition*) ; il peut y avoir **des synergies** entre ces différents produits chimiques

- ✓ **Le PFOA** est classé :

Cancérogène du groupe 1 : agent cancérogène pour l'homme, *par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)*

Volume 135 : Evaluation des effets cancérogènes de l'acide perfluorooctanoïque (APFO) et l'acide perfluorooctanesulfonique (SPFO) CIRC 12/2023

Cancérogène de catégorie 2 (cancérogène suspecté) ; H351, toxique pour la reproduction de catégorie 1B (reprotoxique présumé) ; H360D et toxique pour la reproduction *par le règlement européen (CLP)*

- ✓ **Le PFOS** est classé

Par Le CIRC, comme cancérogène du groupe 2B, agent pouvant être cancérogène pour l'homme de catégorie 2 (cancérogène suspecté) ; H351, toxique pour la reproduction de catégorie 1 (reprotoxique présumé) ; H360D et toxique pour la reproduction, catégorie supplémentaire : effets sur ou via l'allaitement ; H362.

Par ailleurs, d'autres Pfas sont classés toxiques pour la reproduction de catégorie 1B, tels que le PFHpA ou le PFDA (classé également cancérogène de catégorie 2)

❖ La démarche de prévention des risques qu'il convient de mettre en œuvre ***pour tous les Pfas est analogue à celle déployée pour les agents chimiques cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR)***

- ✓ Eviter les risques, si possible en les supprimant;
 - ✓ Evaluer les risques et les combattre à la source
 - ✓ Remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou ce qui l'est moins :
substitution des produits dangereux par des produits moins dangereux
 - ✓ Diminuer au niveau le plus bas possible, en mettant en œuvre des mesures :
- **Organisationnelles** : établissement de notices de poste, interdiction d'accès à certaines zones au personnel non habilité, nettoyage et entretien des installations, stockage des produits...
 - **Techniques** : travail en vase clos, ou encoffrement, mécanisation ou automatisation des procédés de travail; mise en place de dispositifs de captage à la source au plus près de la zone d'émission avec une vitesse de captage adéquate ; ventilation et assainissement de l'air, rejet de l'air à l'extérieur des bâtiments après filtration



PREVENTION GAGNANTE BTP

- **Humaines** :
Performance Economique
 - Port d'équipements de protection individuelle (EPI) adaptés ; leur choix dépend de la forme physique des Pfas (poussières, gaz, vapeurs.), de la durée et de la fréquence des opérations
 - ✓ Appareil de protection respiratoire
 - ✓ Gants étanches
 - ✓ Vêtement de protection contre le risque chimique
 - ✓ Lunettes
 - Information des salariés : en particulier celles et ceux en âge de procréer
 - Pour les femmes ayant un projet de grossesse, enceintes et/ ou allaitantes, potentiellement exposées à des Pfas, ***elles doivent contacter leur SPST***

Il est interdit de les affecter ou de les maintenir à des postes de travail les exposant à des Pfas classés toxiques pour la reproduction de catégorie 1A ou 1B ou de catégorie supplémentaire de danger des effets sur ou via l'allaitement , mention de danger H362 au sens du règlement CLP (article D. 4152-10).

En santé au travail, Il y a peu de données disponibles pour le moment.

Jusqu'à présent, le secteur a été peu investigué ,car il n'existe pas, actuellement de méthodes qui permettent d'estimer l'exposition des salariés en entreprise.

❖ Les 5 axes d'action du plan interministériel :

- ✓ Développer des méthodes de mesure des émissions, des contaminations de l'environnement , et de l'imprégnation des humains et des autres organismes vivants
- ✓ Disposer de scénarios robustes d'évaluation d'exposition des organismes (humains et autres organismes vivants), prenant en compte les multiples voies (ingestion, inhalation, contact cutané) et sources d'exposition aux polluants ubiquitaires que sont les PFAS
- ✓ Renforcer les dispositifs de surveillance des émissions
- ✓ Réduire les risques liés à l'exposition aux PFAS ; innover en associant les acteurs économiques et soutenir la recherche
- ✓ Améliorer l'information auprès de la population, pour mieux agir.

Plan d'action interministériel sur les PFAS 04/2024

- ❖ Un arrêté définit les modalités d'une campagne de prélèvements et d'analyses de substances per- ou polyfluoroalkylées (PFAS) dans les émissions atmosphériques des installations , qui réalisent **un traitement thermique de déchets**, classées au titre de l'une au moins des rubriques suivantes de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement :

2770 : Installation de traitement thermique de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2792 et 2793 et des installations de combustion consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910

2771 : Installation de traitement thermique de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations visées à la rubrique 2971 et des installations consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910

2971 : Installation de production d'énergie, telle que la production de chaleur, d'électricité ou de gaz, à partir de déchets non dangereux préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible

3520 : Elimination ou valorisation de déchets dans des installations d'incinération des déchets ou des installations de coïncinérations des déchets.



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

Cette campagne porte sur 49 substances PFAS:

- Le prélèvement et l'analyse de chacune des substances Pfas listées à **l'annexe I de l'arrêté**
- La mesure du fluorure d'hydrogène (HF)
- La mesure des principaux paramètres périphériques associés que sont le débit, la teneur en oxygène, la température, la pression et la teneur en vapeur d'eau

Délais pour la campagne de prélèvements :

2770 et/ou 3520-b	Toutes capacités	Installations d'incinération, à l'exception des unités d'incinération d'ordures ménagères qui seraient classées sous la rubrique 2770 et/ou 3520-b uniquement dans le but de traiter des déchets d'activités de soins à risques infectieux	31/10/ 2025
2770 et/ou 2771 et/ou 3520	Toutes capacités	Installations de Co-incinération, à l'exception des installations classées sous la rubrique 2971	30/04/ 2026
2771 et/ou 3520-a	Supérieure ou égale à 15 t/h	Installations d'incinération	31/10/ 2026
2771 et/ou 3520-a	Inférieure à 15 t/h	Installations d'incinération	30/04/ 2027
2971 et/ou 2770 et/ou 2771 et/ou 3520	Toutes capacités	Installations de co-incinération de CSR, et toute autre installation répondant au I de l'article 1er du présent arrêté qui ne serait pas concernée par les échéances précédentes	30/04/ 2028

Arrêté du 31 /10/2024 relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylées dans les émissions atmosphériques des installations d'incinération, de Co-incinération et d'autres traitements thermiques de déchets JO 10/11



PREVENTION GAGNANTE BTP

Performance Economique

❖ Une campagne de surveillance des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) en entrée et en sortie de station d'épuration a débuté en /09/2025

La surveillance des PFAS concerne uniquement les stations de traitement des eaux usées urbaines d'une capacité nominale supérieure ou égale à 10 000 équivalent-habitants

Chaque station devra procéder à trois séries de prélèvements et d'analyses sur les eaux en entrée et en sortie, espacées d'au moins un mois, et réparties sur la période allant du premier prélèvement à réaliser avant le 31 /12/2025, jusqu'au 31/12/2026.

Pour les stations de traitement des eaux usées urbaines connaissant des pics de charge annuels liés à des activités importantes, l'une des trois campagnes de prélèvement devra obligatoirement **être réalisée durant une période correspondant à ce pic d'activité**

La surveillance porte sur l'analyse des seules substances PFAS listées en annexe 1 de l'arrêté.

Elle prévoit une analyse ciblée de concentrations de 22 substances spécifiques

Arrêté du 03/09/ 2025 relatif à l'analyse de substances per- et polyfluoroalkylées dans les eaux en entrée et sortie de stations de traitement des eaux usées urbaines JO 09

En Savoir Plus :

**Etat des connaissances sur les PFAS et pistes de recherche en santé au travail
TC 186 INRS 12/ 2025**

L'ampleur du problème du remplacement des PFAS «pour toujours» Royal society of chemistry 10/2024