

---

**RECOMMANDER**  
LES BONNES PRATIQUES

---

**RECOMMANDATION**

Dépistage, prise en charge et suivi des personnes potentiellement surexposées au cadmium du fait de leur lieu de résidence

Les recommandations de bonne pratique (RBP) sont définies dans le champ de la santé comme des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données.

Les RBP sont des synthèses rigoureuses de l'état de l'art et des données de la science à un temps donné, décrites dans l'argumentaire scientifique. Elles ne sauraient dispenser le professionnel de santé de faire preuve de discernement dans sa prise en charge du patient, qui doit être celle qu'il estime la plus appropriée, en fonction de ses propres constatations et des préférences du patient.

Cette recommandation de bonne pratique a été élaborée selon la méthode résumée dans l'argumentaire scientifique et décrite dans le guide méthodologique de la HAS disponible sur son site : Élaboration de recommandations de bonne pratique – Méthode Recommandations pour la pratique clinique.

Les objectifs de cette recommandation, la population et les professionnels concernés par sa mise en œuvre sont brièvement présentés dans le descriptif de la publication et détaillés dans l'argumentaire scientifique.

Ce dernier ainsi que la synthèse de la recommandation sont téléchargeables sur [www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr).

## Grade des recommandations

<b>A</b>	<b>Preuve scientifique établie</b> Fondée sur des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1) : essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur ou méta-analyse d'essais comparatifs randomisés, analyse de décision basée sur des études bien menées, revues systématiques d'études expérimentales ou métrologiques bien conduites (prenant en compte la pertinence des méthodes de mesure, les éventuelles relations dose-effet ou dose-réponse et la convergence des résultats obtenus).
<b>B</b>	<b>Présomption scientifique</b> Fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2), comme des essais comparatifs randomisés de faible puissance, des études comparatives non randomisées bien menées, des études de cohorte ; des études métrologiques bien conduites dans un échantillon représentatif de la population générale, des études caractérisant les relations dose-effet ou les relations entre l'exposition et les concentrations d'un indicateur biologique d'exposition, méthodologiquement bien conduites, en population générale, dans une cohorte de travailleurs ou chez des volontaires.
<b>C</b>	<b>Faible niveau de preuve</b> Fondée sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas-témoins (niveau de preuve 3), des études rétrospectives, des séries de cas, des études comparatives comportant des biais importants (niveau de preuve 4).
<b>AE</b>	<b>Accord d'experts</b> En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord entre experts du groupe de travail, après consultation du groupe de lecture. L'absence de gradation ne signifie pas que les recommandations ne soient pas pertinentes et utiles. Elle doit, en revanche, inciter à engager des études complémentaires.


# Descriptif de la publication

<b>Titre</b>	<b>Dépistage, prise en charge et suivi des personnes potentiellement surexposées au cadmium du fait de leur lieu de résidence</b>
<b>Méthode de travail</b>	Recommandation pour la pratique clinique (RPC)
<b>Objectif(s)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Définir l'intérêt et les modalités de dépistage des contaminations par le cadmium, dans les populations résidant sur des sites pollués par cet élément</li><li>— Proposer aux professionnels de santé des modalités de prise en charge des personnes surimprégnées pour le diagnostic, le traitement et le suivi de leur intoxication</li><li>— Informer les populations concernées</li></ul>
<b>Cibles concernées</b>	<p><b>Populations concernées</b></p> <p>Personnes résidant sur des sites ou à proximité immédiate des sols dont la pollution par le cadmium est avérée ou possible ou dont le fond géochimique de cadmium est naturellement élevé</p> <p><b>Professionnels concernés</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Ensemble des professionnels de santé intervenant dans le dépistage, la prise en charge et le suivi des personnes résidant sur un site pollué ou potentiellement pollué par le cadmium. Il s'agit principalement des médecins généralistes, des pédiatres, des médecins scolaires, médecins de PMI, médecins des centres de prévention et de soins, des médecins de santé publique, des médecins ou pharmaciens biologistes, des gynécologues-obstétriciens, des néphrologues, des diététiciens et des personnels infirmiers impliqués dans la prise en charge de ces personnes, mais aussi des médecins de centres antipoison et des centres régionaux de pathologies professionnelles et de l'environnement</li><li>— Pouvoirs publics : ministère de la Santé, ARS...</li></ul>
<b>Demandeur</b>	Direction générale de la Santé (DGS)
<b>Promoteur(s)</b>	Haute Autorité de santé (HAS), Société de toxicologie clinique (STC)
<b>Pilotage du projet</b>	Coordination : Aude Gautier, chef de projet, service des bonnes pratiques de la HAS ; (chef de service : Dr Pierre Gabach) Secrétariat : Sladana Praizovic
<b>Recherche documentaire</b>	Gaëlle Fanelli, documentaliste ; Laurence Frigère, assistante documentaliste (chef de service : Frédérique Pagès)
<b>Auteurs</b>	Dr Robert Garnier, médecin du travail, toxicologue clinicien, Paris
<b>Conflits d'intérêts</b>	Les membres du groupe de travail ont communiqué leurs déclarations publiques d'intérêts à la HAS. Elles sont consultables sur le site <a href="https://dpi.sante.gouv.fr">https://dpi.sante.gouv.fr</a> . Elles ont été analysées selon la grille d'analyse du <a href="#">guide des déclarations d'intérêts et de gestion des conflits d'intérêts</a> de la HAS. Pour son analyse la HAS a également pris en compte la base « <a href="#">Transparence-Santé</a> » qui impose aux industriels du secteur de la santé de rendre publics les conventions, les rémunérations et les avantages liés aux acteurs du secteur de la santé. Les intérêts déclarés par les membres du groupe de travail et les informations figurant dans la base « <a href="#">Transparence-Santé</a> » ont été considérés comme étant compatibles avec la participation des experts au groupe de travail.
<b>Validation</b>	Version du 4 juillet 2024

**Actualisation**

**Autres formats**

Argumentaire scientifique et fiches d'information de la recommandation de bonne pratique, téléchargeables sur [www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr)

Ce document ainsi que sa référence bibliographique sont téléchargeables sur [www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr) 

Haute Autorité de santé – Service communication information  
5 avenue du Stade de France – 93218 SAINT-DENIS LA PLAINE CEDEX. Tél. : +33 (0)1 55 93 70 00  
© Haute Autorité de santé – juillet 2024

# Sommaire

---

<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>1. Sources d'exposition de la population générale au cadmium</b>	<b>9</b>
<b>2. Toxicocinétique et indicateurs biologiques d'exposition</b>	<b>10</b>
2.1. Toxicocinétique	10
2.2. Indicateurs biologiques d'exposition	10
<b>3. Effets toxiques du cadmium et valeurs toxicologiques de référence</b>	<b>13</b>
3.1. Effets sur la santé du cadmium et relations dose-effet ou dose-réponse	13
3.2. Valeur toxicologique de référence pour la protection de la population générale	14
<b>4. Intérêt et modalités de dépistage sur les populations cibles</b>	<b>16</b>
<b>5. Diagnostic, prise en charge et surveillance médicale de l'intoxication par le cadmium</b>	<b>18</b>
5.1. Diagnostic d'effets sur la santé du cadmium	18
5.2. Traitement de l'intoxication chronique par le cadmium	19
5.3. Prévention des intoxications par le cadmium	19
5.4. Surveillance médicale	20
<b>Table des annexes</b>	<b>22</b>
<b>Participants</b>	<b>31</b>
<b>Abréviations et acronymes</b>	<b>33</b>

# Introduction

## Contexte d'élaboration de la recommandation

À la demande du ministère des Solidarités et de la Santé, la Haute Autorité de santé (HAS) a élaboré, en partenariat avec la Société de toxicologie clinique (STC), une recommandation de bonne pratique à l'intention des professionnels de santé et des usagers, pour le dépistage, la prise en charge et le suivi des populations résidant sur des sites à risque de pollution par le cadmium.

En France, sont recensés, à ce jour, plus de 7 000 sites et sols pollués ou potentiellement pollués du fait d'activités industrielles anciennes (anciens sites miniers, anciennes installations classées pour la protection de l'environnement [ICPE], etc.) ou actuelles, appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif (base de données BASOL). L'action des agences régionales de santé (ARS) pour la gestion sanitaire de l'exposition des populations via les sites et sols pollués s'inscrit dans le cadre de la méthodologie nationale de gestion de ces sites, portée par la direction générale de la Prévention des risques (DGPR) du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, et qui a fait l'objet d'une actualisation par la note du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués<sup>1</sup>. L'organisation des services déconcentrés et de l'ARS autour du préfet est précisée dans l'instruction technique du 27 avril 2017 relative à la gestion des sites pollués et de leurs impacts nécessitant la mise en œuvre de mesures de gestion sanitaire et d'études de santé et/ou de mesures de gestion sanitaire des productions animales et végétales<sup>2</sup>. Une instruction ministérielle du 13 juin 2019 précise le rôle des ARS dans la gestion des situations de sites et sols pollués exposant les populations riveraines, ainsi que leur articulation avec les autres acteurs mobilisés<sup>3</sup>.

Le cadmium est l'un des polluants inorganiques les plus souvent impliqués. Une concentration élevée de cadmium dans les sols peut également être observée du fait du fond géochimique, en l'absence de pollution industrielle.

Les populations résidant<sup>4</sup> sur ou à proximité immédiate des sols dont la concentration de cadmium est élevée peuvent se contaminer, du fait de l'inhalation et/ou de l'ingestion des dérivés impliqués (par manutention des poussières, consommation d'aliments produits sur le site). Le risque de contamination des individus (et celui d'effets sanitaires indésirables résultants) dépend(ent) du comportement des individus, mais aussi de la bioaccessibilité et de la biodisponibilité des formes de cadmium présentes dans les sols.

Les dérivés du cadmium présents dans les sols sont inorganiques et ont une toxicité élevée. L'exposition répétée à de faibles doses peut être à l'origine de multiples effets sanitaires : rénaux, osseux, respiratoires, neurologiques, cardiovasculaires, sur la reproduction et cancérogènes.

La présente expertise s'est fondée sur celles préalables :

- de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) sur les effets sanitaires du cadmium et pour l'élaboration de valeurs de référence pour le cadmium (valeurs toxicologiques de référence externes et internes pour la population

<sup>1</sup> [Note du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués – Mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués de 2007](#) ; disponible sur le site [Legifrance.gouv.fr](http://legifrance.gouv.fr)

<sup>2</sup> [Instruction interministérielle n° DGS/EA1/DGPR/DGAL/2017/145 du 27 avril 2017](#) ; disponible sur le site [Legifrance.gouv.fr](http://legifrance.gouv.fr)

<sup>3</sup> [Instruction ministérielle n° DGS/EA1/2019/43 du 13 juin 2019 précisant les missions des agences régionales de santé dans la gestion sanitaire des sites et sols pollués.](#)

<sup>4</sup> La résidence peut être considérée comme habituelle si elle est de plusieurs heures par jour, plusieurs jours par semaine, quel que soit le site (résidences avec jardin, jardins collectifs, terrains d'activités sportives ou de loisirs).

générale et les travailleurs ; recommandations pour les surveillances biologiques des expositions professionnelles et environnementales au cadmium) ;

- du Haut Conseil de la santé publique (HCSP) qui a défini, en 2022, des valeurs repères pour la concentration du cadmium dans les sols pollués ;
- de Santé publique France (SpF) qui a décrit, en 2007-2008 (étude nationale nutrition santé [ENNS]), puis en 2014-2016 (étude Esteban), la distribution de la concentration urinaire de cadmium, dans un échantillon représentatif de la population résidant en France.

Un représentant du HCSP a également participé au groupe de travail pour l'élaboration des présentes recommandations de bonne pratique ; trois représentants de l'Anses, de SpF et du laboratoire en charge des analyses de cadmium dans l'enquête ENNS ont été auditionnés.

## Objectifs de la recommandation

Les enjeux de cette recommandation de bonne pratique sont : la prévention des effets sur la santé de l'exposition environnementale au cadmium, l'identification de populations à risque et leur information sur les dangers et les risques, la détection précoce des contaminations et des effets sur la santé du cadmium dans ces populations, une meilleure prise en charge médicale et un suivi adapté et harmonisé des personnes contaminées ou à risque de l'être.

Les objectifs de cette recommandation sont :

- de définir l'intérêt et les modalités de dépistage des contaminations par le cadmium, dans les populations résidant sur des sites pollués par cet élément ;
- de proposer aux professionnels de santé des modalités de prise en charge des personnes surimprégnées pour le diagnostic, le traitement et le suivi de leur intoxication ;
- d'informer les populations concernées.

Les points suivants développés au préalable dans ce document sont un prérequis indispensable à la réalisation des objectifs de cette recommandation :

- l'identification des sources d'exposition de la population générale au cadmium et la caractérisation des modalités des contaminations ;
- la caractérisation des effets toxiques du cadmium et l'identification des valeurs toxicologiques de référence garantissant la préservation de la santé des personnes exposées ;
- la caractérisation de la toxicocinétique et du métabolisme du cadmium ; l'identification des indicateurs biologiques d'exposition et de leurs valeurs de référence sanitaires, ainsi que la description de la distribution de leurs concentrations dans la population générale.

## Limites de la recommandation

Le champ de cette recommandation est limité au dépistage, à l'évaluation, au traitement et à la prévention des effets sur la santé, associés à l'exposition environnementale au cadmium. La recommandation de valeurs de gestion dans les milieux (en l'occurrence, dans le sol) est du ressort du Haut Conseil de la santé publique (HCSP).

Sont exclues du champ de l'analyse :

- les expositions professionnelles au cadmium ;
- les expositions aiguës au cadmium.

## Populations concernées

Cette recommandation vise les personnes résidant sur des sites ou à proximité immédiate des sols dont la pollution par le cadmium est avérée ou possible ou dont le fond géochimique de cadmium est naturellement élevé.

## Professionnels concernés

Cette recommandation de bonne pratique est destinée aux professionnels suivants :

- l'ensemble des professionnels de santé intervenant dans le dépistage, la prise en charge et le suivi des personnes résidant sur un site pollué ou potentiellement pollué par le cadmium. Il s'agit principalement des médecins généralistes, des pédiatres, des médecins scolaires, médecins de PMI, médecins des centres de prévention et de soins, des médecins de santé publique, des médecins ou pharmaciens biologistes, des gynécologues-obstétriciens, des néphrologues, des diététiciens et des personnels infirmiers impliqués dans la prise en charge de ces personnes, mais aussi des médecins de centres antipoison et des centres régionaux de pathologies professionnelles et de l'environnement ;
- les pouvoirs publics : ministère de la Santé, ARS...

Pour plus d'information, tous les chapitres présents dans ce texte des recommandations sont développés dans l'argumentaire scientifique.

# 1. Sources d'exposition de la population générale au cadmium

Les principales sources d'exposition de la population générale au cadmium sont alimentaires. Les aliments dont les teneurs en cadmium sont les plus élevées sont les abats (foie, rognons), les coquillages, les céphalopodes et à un moindre degré, le chocolat. Cependant, pour la plupart des individus, les principaux contributeurs aux apports alimentaires sont les céréales (en particulier, le riz et le blé) et leurs produits dérivés (pains, pâtes, biscuits, etc.), les pommes de terre et les autres légumes. Le tabagisme est une source notable d'exposition au cadmium, pour les fumeurs eux-mêmes et pour ceux qui sont soumis à un tabagisme passif. Cependant, en l'absence de sources d'exposition spécifiques (par exemple, du fait de la pollution des sols), les apports alimentaires de cadmium sont 500 à 1 000 fois plus élevés que les expositions respiratoires chez les non-fumeurs et environ 10 fois plus élevés que celles des fumeurs consommant 20 cigarettes par jour.

Le cadmium est largement distribué dans la croûte terrestre, mais ses concentrations y sont naturellement généralement faibles (0,05 à 1 mg/kg).

Les principales sources de contamination de l'environnement par le cadmium sont ou ont été : les métallurgies du cadmium et du zinc, et à un moindre degré, celles du plomb et du cuivre, ainsi que l'emploi d'engrais phosphatés pour l'amendement des terres agricoles et la production de batteries cadmium-nickel. Dans le passé, le cadmium a aussi été largement employé pour le traitement anticorrosion de matériels métalliques, pour la production de matériaux de soudure (brasage) à basse température, comme pigment de peintures, émaux, verres..., comme stabilisant de matières plastiques. Toutes ces applications sont en rapide diminution depuis plusieurs décennies, mais la diffusion des matériels et matériaux concernés a été très large.

Les populations résidant sur ou à proximité immédiate des sols dont la concentration de cadmium est élevée peuvent se contaminer, du fait de l'inhalation et/ou de l'ingestion de poussière et/ou de terre (par manuportage à la bouche/inhalation des poussières, consommation d'aliments produits sur le site, utilisation d'eau superficielle ou souterraine locale pour la boisson ou la préparation des aliments). Le risque de contamination des individus (et celui d'effets sanitaires indésirables résultants) dépend du comportement et des habitudes alimentaires des individus, mais aussi de la bioaccessibilité (fraction du cadmium solubilisable dans les fluides digestifs) et de la biodisponibilité (fraction absorbable dans le tube digestif) des formes du cadmium présentes dans les sols.

Pour plus d'information, ce point est développé dans les chapitres 2, 3 et 4 de l'argumentaire scientifique.

## 2. Toxicocinétique et indicateurs biologiques d'exposition

### 2.1. Toxicocinétique

Quand la source d'exposition au cadmium est le sol ou la poussière du sol, la voie d'absorption très prédominante est généralement la voie digestive, du fait du port à la bouche des mains ou d'objets contaminés et/ou de la consommation d'aliments, en particulier de végétaux autoproduits<sup>5</sup>. L'absorption respiratoire est, habituellement, quantitativement négligeable. L'absorption cutanée l'est toujours, si la peau n'est pas lésée.

L'absorption digestive des dérivés inorganiques hydrosolubles du cadmium est nettement plus importante que celle des composés insolubles, mais quel que soit le dérivé impliqué, elle est comprise entre 1 et 10 % et rapidement limitée car elle résulte d'un mécanisme de transport actif, commun à divers cations divalents. Elle est augmentée par la vitamine D, les carences en fer, en calcium ou en zinc. La variabilité de l'absorption digestive du cadmium inorganique peut rendre nécessaire le mesurage de sa bioaccessibilité dans les sols ou les poussières contaminées, afin d'être en capacité de faire une évaluation acceptable des expositions des résidents et des risques sanitaires associés. Le cadmium dans les aliments présente une biodisponibilité assez constante (5-10 %), à l'exception du cadmium dans le riz (poli) et dans les coquillages, respectivement beaucoup mieux et moins bien absorbé que celui contaminant d'autres aliments.

Le cadmium sanguin est principalement érythrocytaire (98 %). Le cadmium plasmatique se fixe d'abord sur l'albumine, mais dès son arrivée dans les hépatocytes, ce complexe est dissocié et le cadmium se fixe sur une protéine de faible poids moléculaire, la métallothionéine (MT), dont il induit la synthèse. Le cadmium fixé à la MT peut sortir des hépatocytes et être distribué dans d'autres tissus. Les plus fortes concentrations sont mesurées dans les reins, le foie, le pancréas et l'os. La barrière hémato-encéphalique est très peu perméable au complexe cadmium-MT. La perméabilité du placenta est limitée : le rapport des concentrations entre le sang maternel et celui du fœtus, du cordon ou du nouveau-né est d'environ 3/1.

L'excrétion du cadmium est urinaire et fécale. Elle est très lente : chaque jour, seulement environ 0,01 à 0,02 % de la charge corporelle sont éliminés, pour moitié seulement dans les urines. La demi-vie d'excrétion urinaire est de 21 à 43 ans. L'excrétion lactée est très faible : le rapport des concentrations lait/sang est d'environ 1/10.

Pour plus d'information, ce point est développé dans le chapitre 5 de l'argumentaire scientifique.

### 2.2. Indicateurs biologiques d'exposition

R1 – Pour évaluer et surveiller l'exposition individuelle au cadmium, il est recommandé d'utiliser un indicateur biologique de l'exposition, qui, contrairement aux indicateurs de l'exposition externe, prend en compte toutes les sources et toutes les voies d'exposition, ainsi que les particularités individuelles des personnes exposées (avis d'experts).

R2 – La concentration urinaire de cadmium (cadmiurie) ajustée sur celle de la créatinine (CdU) est l'indicateur biologique de référence : elle informe sur l'exposition cumulée au cadmium. Elle est

---

<sup>5</sup> Autoconsommation : dans ce rapport, consommation de végétaux autoproduits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

prédictive des risques d'effets sur la santé. Elle est plus pertinente que tous les autres indicateurs et elle doit être utilisée en première intention (grade A).

R3 – La concentration de cadmium dans le sang total est un indicateur biologique d'exposition, complémentaire de sa concentration urinaire. Il est un meilleur indicateur de l'exposition récente, mais beaucoup moins pertinent pour l'évaluation de l'exposition cumulée et des risques sanitaires. Ses seules indications sont les variations récentes (au cours des dernières semaines) de l'exposition et toujours en complément de la concentration urinaire (grade B).

R4 – Il n'est pas recommandé de doser le cadmium dans le plasma, le sérum, les cheveux, les ongles ou toute autre matrice que les urines et le sang total : sa concentration dans ces milieux n'informe utilement ni sur les expositions actuelles ou cumulées, ni sur les risques sanitaires (avis d'experts).

R5 – Pour l'organisation des prélèvements d'urine ou de sang et pour leur transport, il est préconisé de suivre les recommandations de bonne pratique émises sous la direction de la Société française de médecine du travail, désormais Société française de santé au travail<sup>6</sup> (avis d'experts).

R6 – Afin d'éliminer tout risque de contamination externe des prélèvements, il est recommandé de les réaliser à distance de toute source d'exposition au cadmium et en utilisant des matériels dont les références auront été fournies par le laboratoire d'analyse (avis d'experts).

R7 – Pour le dosage du cadmium dans les urines ou le sang, il est recommandé d'avoir recours à un laboratoire expérimenté<sup>7</sup> pour ce dosage et pour ces matrices :

- ayant mis en place des contrôles internes de qualité systématiques et participant à un programme d'évaluation externe de la qualité, points déterminants pour l'obtention d'une accréditation COFRAC-ISO 15189, garantie de la qualité des résultats ;
- mettant en œuvre une méthode d'analyse :
  - de sensibilité suffisante pour mesurer les concentrations habituellement observées en population générale,
  - prenant en compte les interférences connues, de l'étain et de l'oxyde de molybdène notamment, pour l'analyse en ICP-MS (avis d'experts).

R8 – Afin de permettre l'interprétation des résultats des dosages, il est recommandé qu'un professionnel de santé recueille, lors de la prescription, puis du prélèvement, les informations sur les principaux facteurs de variation des concentrations urinaire et sanguine de cadmium (avis d'experts). Un exemple de fiche de renseignements, utilisable à cet effet, est présenté en annexe 1. La fiche accompagne le prélèvement et est complétée par les différents intervenants (prescripteur, préleveur) et avec l'aide de la personne concernée (ou de son entourage) [avis d'experts].

R9 – Il est recommandé d'utiliser pour la surveillance de la cadmiurie les urines du matin au lever parce qu'elles sont les moins exposées à une contamination externe et plus concentrées que celles des autres mictions. Elles sont les mieux adaptées à la surveillance biologique de l'exposition au cadmium des individus de la population générale dont la CdU est très faible, ce qui est, en particulier, le cas des enfants (avis d'experts).

R10 – Pour l'interprétation des concentrations urinaires de cadmium mesurées, il est recommandé de les comparer :

- aux valeurs sanitaires de référence (voir les recommandations 13 et 14) ;

---

<sup>6</sup> Recommandations de bonne pratique de la Société française de médecine du travail sur la surveillance biologique de l'exposition professionnelle à des agents chimiques. <https://societefrancaisedesanteautravail.fr/page-33/recommandations-de-la-sfst>

<sup>7</sup> La base de données BIOTOX de l'INRS recense les laboratoires réalisant ces dosages en France et dans les pays limitrophes. <https://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>

- en complément, afin de détecter une éventuelle surexposition, aux valeurs de référence observées en population générale suivantes<sup>8</sup> :
  - 0,30 µg/g créatinine pour les enfants (< 18 ans),
  - 0,50 µg/g créatinine pour les adultes âgés de 18 à 40 ans,
  - 0,70 µg/g créatinine, pour les hommes de plus de 40 ans,
  - 1,2 µg/g créatinine, pour les femmes de plus de 40 ans (grade B) [voir annexe 5].

R11 – Pour l'interprétation des concentrations de cadmium mesurées dans le sang total, il est recommandé de les comparer avec celles attendues en population générale, en utilisant les valeurs de référence suivantes :

- 0,2 µg/L, pour les enfants de moins de 12 ans ;
- 0,4 µg/L, pour les enfants âgés de 12 à 17 ans ;
- 0,5 µg/L pour les adultes n'ayant jamais fumé ;
- 0,8 µg/L pour les adultes ex-fumeurs ;
- 2 µg/L pour les adultes fumeurs actifs (grade B) [voir annexe 6].

Pour plus d'information, ce point est développé dans le chapitre 6 de l'argumentaire scientifique.

---

<sup>8</sup> Les valeurs de référence observationnelles en population générale correspondent approximativement au 95<sup>e</sup> percentile de la distribution de la concentration urinaire de cadmium dans la population générale résidant en France ou à la limite supérieure de son intervalle de confiance.

# 3. Effets toxiques du cadmium et valeurs toxicologiques de référence

## 3.1. Effets sur la santé du cadmium et relations dose-effet ou dose-réponse

Le cadmium et ses dérivés ont une toxicité élevée. L'exposition répétée à de faibles doses peut être à l'origine de multiples effets sanitaires :

- rénaux : atteintes tubulaire et glomérulaire ;
- osseux : déminéralisation osseuse et augmentation du risque de fracture ;
- sur la reproduction : altérations de la qualité du sperme et des concentrations circulantes de testostérone et d'hormones hypophysaires ; expérimentalement, chez les petits rongeurs, diminution des fertilités des mâles et à plus fortes doses, des femelles ;
- sur le développement : effets fœtotoxiques et tératogènes, bien documentés expérimentalement ;
- génotoxiques : effets clastogènes *in vitro* et *in vivo*, qui ne résultent pas d'une interaction directe du cadmium avec le matériel génétique, mais plutôt de l'induction d'un stress oxydant, associé à une inhibition de la réparation de l'ADN, à une dérégulation de la prolifération tissulaire et à une altération des fonctions de suppression des tumeurs ; en conséquence, les effets génotoxiques du cadmium sont à seuil de dose (ils ne surviennent qu'au-delà d'un certain seuil d'exposition) ;
- cancérogènes :
  - il y a des preuves suffisantes de la cancérogénicité du cadmium chez l'animal : il a induit des cancers broncho-pulmonaires après inhalation chez le rat et la souris, des sarcomes *in situ* chez le rat et des tumeurs interstitielles testiculaires chez le rat et la souris, après injection sous-cutanée ou intra-musculaire,
  - il y a des preuves suffisantes d'un excès de risque de cancers broncho-pulmonaires chez l'Homme, après exposition professionnelle à des fumées ou des poussières de dérivés du cadmium ; des études rapportent des associations positives entre l'exposition professionnelle ou environnementale au cadmium et des excès de risque de cancers de la prostate, du sein, du rein, mais d'autres études montrent des résultats négatifs et globalement, les preuves d'une association causale entre l'exposition au cadmium et les risques d'autres tumeurs que les cancers broncho-pulmonaires sont insuffisantes.

D'assez nombreuses études rapportent également des excès de risque de diverses affections cardiovasculaires (maladie coronarienne, infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque, hypertension artérielle, accident vasculaire cérébral, athéromatose artérielle, artérite des membres inférieurs, anévrisme aortique...) et de diabète associés à l'exposition au cadmium. Cependant, diverses insuffisances méthodologiques de ces études ne permettent pas d'établir que les associations observées soient causales.

### Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Les VTR sont des valeurs d'indicateurs d'exposition externe ou d'indicateurs biologiques d'exposition élaborées pour assurer la sécurité sanitaire des personnes exposées si elles ne sont pas dépassées. Elles sont dérivées des données toxicologiques disponibles (expérimentales, cliniques et biologiques). La première étape de leur élaboration est l'identification d'un ou de plusieurs effets critiques (survenant

pour les expositions les plus faibles responsables d'effets sanitaires). Il faut ensuite, en fonction des effets critiques retenus :

- identifier l'hypothèse de construction, à seuil de dose (pas d'effet sanitaire attendu en dessous d'un certain niveau d'exposition) ou sans seuil de dose (toute exposition, si faible soit-elle, est associée à un risque ; celui-ci augmente avec la dose d'exposition). La plupart des effets sanitaires non cancérogènes sont des effets à seuil de dose et la majorité des effets cancérogènes sont sans seuil de dose ;
- choisir une (ou plusieurs) étude(s) clé(s) de bonne qualité, la (ou les) plus pertinente(s) parmi les études épidémiologiques ou toxicologiques disponibles ;
- définir un point de départ (PoD) chez l'Homme ou l'animal à partir de cette (ou ces) étude(s) de référence : dose maximale sans effet, dose minimale ayant produit des effets, benchmark dose... ;
- réaliser des ajustements temporels et allométriques si nécessaire ;
- pour une VTR à seuil, appliquer des facteurs d'incertitude à ce PoD de manière à dériver une VTR applicable à l'ensemble de la population visée ;
- pour une VTR sans seuil, déterminer une pente et/ou des concentrations/doses associées à plusieurs niveaux de risque.

R12 – En raison de leur apparition aux doses les plus faibles et de leurs relations dose-réponse les mieux caractérisées, il est recommandé de retenir les effets rénaux (atteintes tubulaire et glomérulaire) comme effets critiques à seuil de dose du cadmium, pour l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence pour les expositions chroniques (grade B).

Les données épidémiologiques et expérimentales disponibles ne permettent pas d'identifier d'excès de risque unitaire (ERU) ou de valeur toxicologique de référence (VTR) basés sur le risque cancérogène associé à l'exposition au cadmium.

Pour plus d'information, ce point est développé dans le chapitre 7 de l'argumentaire scientifique.

## 3.2. Valeur toxicologique de référence pour la protection de la population générale

Comme indiqué plus haut, la concentration urinaire de cadmium, ajustée sur celle de la créatinine, est l'indicateur biologique de référence pour évaluer l'exposition cumulée au cadmium et le risque de survenue d'effets sanitaires.

R13 – Il est recommandé de retenir la concentration urinaire de cadmium de 1 µg/g créatinine comme seuil à partir duquel des effets sanitaires de l'exposition répétée au cadmium sont possibles (valeur toxicologique de référence interne : VTRi) (grade B).

R14 – La charge corporelle de cadmium augmente pendant au moins les 5 premières décennies de la vie, pour culminer entre 50 et 60 ans. Pour prévenir l'élévation de la concentration urinaire de cadmium à 1 µg/g créatinine à l'âge de 50 ans ou plus tard, il est recommandé que la concentration ne dépasse pas les seuils suivants :

- 0,3 µg/g créatinine, avant 21 ans ;
- 0,3 µg/g créatinine, entre 21 et 30 ans ;
- 0,5 µg/g créatinine, entre 31 et 40 ans ;
- 0,8 µg/g créatinine, entre 41 et 50 ans ;
- 1 µg/g créatinine, à partir de 51 ans (grade B) [voir annexe 5].

R15 – Lorsque la concentration urinaire de cadmium mesurée indique un dépassement de seuil, mais que l'exposition au cadmium est récente (< 1 an), ou qu'elle a été récemment (au cours des dernières semaines) rapidement variable, il est recommandé de contrôler le dosage sur un deuxième prélèvement, réalisé dans les semaines qui suivent. En cas de discordance entre les résultats des deux premiers dosages, un troisième prélèvement est nécessaire (avis d'experts).

R16 – Il n'est pas recommandé de valeur sanitaire de référence pour la concentration du cadmium dans le sang total. Les données épidémiologiques disponibles ne permettent pas d'en identifier une (avis d'experts).

Pour plus d'information, ce point est développé dans les chapitres 8 et 9 de l'argumentaire scientifique.

## 4. Intérêt et modalités de dépistage sur les populations cibles

Un logigramme décrivant la stratégie de dépistage d'une surexposition au cadmium des sols se trouve en annexe 2.

R17 – Conformément à l'avis du HCSP, il est recommandé de considérer les sols dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres est au moins égale à 1 mg/kg de matière sèche comme des sources potentielles de surexposition au cadmium pour les populations qui y séjournent (grade C).

R18 – Il est recommandé de considérer les sols dont la concentration de cadmium est au moins égale à 0,5 mg/kg de matière sèche comme des sources potentielles de surexposition au cadmium pour les populations qui y séjournent, si elles sont autoconsommatrices<sup>9</sup> de végétaux et/ou géophages, onychophages ou ayant un pica (grade C).

R19 – Quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est supérieure ou égale à 0,5 mg/kg de matière sèche et strictement inférieure à 1 mg/kg de matière sèche, il est recommandé de mettre en œuvre un dépistage biométriologique des surexpositions individuelles (mesure de la CdU : concentration urinaire de cadmium, ajustée sur celle de la créatinine), ciblé sur :

- les autoconsommateurs<sup>9</sup> de végétaux ;
- les personnes qui sont géophages, onychophages ou ont un pica (grade C).

R20 – Quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol atteint ou dépasse 1 mg/kg de matière sèche, il est recommandé de mettre en œuvre un dépistage biométriologique des surexpositions individuelles au cadmium (mesure de la CdU : concentration urinaire de cadmium, ajustée sur celle de la créatinine), ciblé sur :

- les autoconsommateurs<sup>9</sup> de végétaux ;
- les personnes qui sont géophages, onychophages ou ont un pica ;
- les enfants de moins de 7 ans, en particulier ceux qui résident dans des maisons individuelles avec jardin ou qui fréquentent des aires de jeux ou de loisirs, où le sol est accessible ;
- les personnes dont la durée cumulée de séjour sur le site est au moins égale à 10 ans (à 5 ans, si elle a commencé avant l'âge de 7 ans) [grade C].

R21 – L'outil du dépistage des surexpositions au cadmium est la mesure de la concentration urinaire du cadmium, ajustée sur celle de la créatinine urinaire (CdU) (grade A).

R22 – Une prise en charge médicale de la surexposition au cadmium est recommandée, quand deux dosages successifs de cadmium urinaire, à quelques semaines d'intervalle, indiquent une concentration dépassant le seuil sanitaire de 1 µg/g créatinine ou un seuil prédictif d'un dépassement de la concentration urinaire de 1 µg/g créatinine à l'âge de 50 ans et au-delà, soit :

- 0,3 µg/g créatinine, avant 21 ans ;
- 0,3 µg/g créatinine, entre 21 et 30 ans ;
- 0,5 µg/g créatinine, entre 31 et 40 ans ;
- 0,8 µg/g créatinine, entre 41 et 50 ans ;
- 1 µg/g créatinine, à partir de 51 ans (grade B) [voir annexe 5].

<sup>9</sup> Autoconsommation : dans ce rapport, consommation de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

R23 – Pour une meilleure approche de la contribution du site à la charge corporelle et à la CdU des personnes y séjournant, il est recommandé de comparer aussi la CdU mesurée à la concentration attendue dans la population générale résidant en France et pour la tranche d'âge à laquelle appartient la personne concernée, soit les valeurs suivantes :

- 0,3 µg/g créatinine, avant 18 ans ;
- 0,5 µg/g créatinine, entre 18 et 40 ans ;
- 0,7 µg/g créatinine, chez les hommes de plus de 40 ans ;
- 1,2 µg/g créatinine, chez les femmes de plus de 40 ans (grade B) [voir annexe 5].

#### **Recommandation destinée aux pouvoirs publics**

R24 – Quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol atteint ou dépasse 0,5 mg/kg de matière sèche, il est recommandé de constituer une base de données rassemblant et conservant tous les résultats des évaluations biométriologiques de l'exposition. Elle permettra :

- au niveau régional, d'assurer la traçabilité des expositions individuelles pour les intéressés, leurs familles et les professionnels de santé concernés ;
- aux niveaux régional et national, d'analyser périodiquement des données anonymisées afin de guider les actions de prévention et d'évaluer leur efficacité (avis d'experts).

Pour plus d'information, ce point est développé dans les chapitres 10, 11 et 12 de l'argumentaire scientifique.

# 5. Diagnostic, prise en charge et surveillance médicale de l'intoxication par le cadmium

## 5.1. Diagnostic d'effets sur la santé du cadmium

Un logigramme décrivant la stratégie du diagnostic et de la prise en charge médicale des surexpositions au cadmium de l'environnement et des intoxications chroniques se trouve en annexe 3.

R25 – Il est recommandé de n'entreprendre la recherche d'effets sur la santé de l'exposition au cadmium que chez les personnes, quel que soit leur âge, dont la concentration urinaire de cadmium atteint ou dépasse le seuil de 1 µg/g créatinine (grade B).

R26 – Les effets sanitaires qu'il est recommandé de rechercher en première intention, chez les personnes dont la concentration urinaire de cadmium a atteint ou dépassé le seuil de 1 µg/g créatinine, sont des atteintes rénales tubulaire proximale et glomérulaire (grade A).

R27 – Les indicateurs d'effets précoces à utiliser pour l'identification des atteintes tubulaires et glomérulaires sont respectivement une protéinurie de faible poids moléculaire (de préférence, la concentration urinaire de *retinol binding protein*) et une protéinurie de poids moléculaire élevé (en première intention, la microalbuminurie) [grade B].

R28 – Si la recherche de protéinurie tubulaire ou glomérulaire est positive, il est recommandé de compléter le bilan rénal, par exemple : en cas de protéinurie tubulaire, recherche d'aminocidurie, de glycosurie et surtout, d'augmentation des excrétions rénales d'acide urique, de calcium et de phosphates ; en cas de microalbuminurie, estimation du débit de filtration glomérulaire (avis d'experts).

R29 – Quand la concentration urinaire de cadmium atteint ou dépasse 1 µg/g créatinine, il est recommandé de rechercher une déminéralisation osseuse, chez :

- les femmes ménopausées ;
- les personnes des deux sexes, âgées d'au moins 60 ans ;
- ainsi que chez tout individu, quel que soit son âge, quand le bilan de l'atteinte tubulaire rénale indique une fuite phosphocalcique (grade B).

R30 – Il est recommandé que les femmes en situation de procréer dont la cadmiurie est au moins égale à 1 µg/g créatinine, ainsi que leurs médecins/sages-femmes soient informés des risques d'effets sur le développement, associés à ce niveau d'exposition cumulée, afin qu'une surveillance adaptée de leurs grossesses et de leurs enfants exposés *in utero* soit mise en place (grade C).

### Recommandation destinée aux pouvoirs publics

R31 – Quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol atteint ou dépasse le seuil :

- de 0,5 mg/kg de matière sèche sur un site où il existe une autoconsommation<sup>10</sup> des végétaux ;

<sup>10</sup> Autoconsommation : dans ce rapport, consommation de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

- ou de 1 mg/kg de matière sèche sur un site sans production de végétaux alimentaires, mais avec des sols accessibles (non recouverts et non revêtus) dans des jardins individuels ou collectifs et/ou des terrains d'activités sportives ou de loisirs ;

il est recommandé :

- que les médecins des personnes qui séjournent sur ce site en soient informés et
- qu'une formation sur les modalités de l'exposition au cadmium et sa surveillance, ainsi que sur les effets sanitaires du cadmium et leur diagnostic, leur soit proposée (avis d'experts).

### **Recommandation destinée aux pouvoirs publics**

R32 – Dans les sites où la concentration en cadmium dans le sol est élevée, le recours des personnels de santé aux spécialistes des services hospitalo-universitaires régionaux de la toxicité du cadmium et de ses effets sanitaires doit être facilité pour des avis ou des consultations. Dans ce cadre, les praticiens des centres régionaux des pathologies professionnelles et environnementales (CRPPE) et des centres antipoison (CAP) doivent jouer un rôle pivot, parce qu'ils sont eux-mêmes des ressources et parce qu'ils sont en capacité de faciliter la coordination des actions des praticiens de terrain et des services hospitalo-universitaires spécialisés, qui pourraient être consultés pour l'exploration de certains des effets sanitaires du cadmium (avis d'experts).

## **5.2. Traitement de l'intoxication chronique par le cadmium**

La prise en charge thérapeutique repose d'une part sur la réduction de l'exposition, d'autre part sur la recherche et le traitement symptomatique des effets toxiques.

R33 – En l'état actuel des connaissances, il n'est pas recommandé d'administrer un traitement chélateur aux personnes dont la charge corporelle de cadmium et en conséquence sa concentration urinaire sont élevées (avis d'experts).

R34 – Il est recommandé de rechercher des carences en fer, calcium et zinc, chez toutes les personnes dont la concentration urinaire de cadmium dépasse la valeur sanitaire de référence pour leur tranche d'âge (voir R22). Ces éventuelles carences doivent être rapidement compensées, car elles facilitent l'absorption digestive du cadmium (grade B).

## **5.3. Prévention des intoxications par le cadmium**

R35 – La prise en charge thérapeutique des surexpositions environnementales au cadmium repose essentiellement sur l'identification des sources d'exposition pour leur réduction au plus bas niveau possible. Pour toutes les personnes dont la concentration urinaire de cadmium dépasse la valeur sanitaire de référence pour leur tranche d'âge (voir R22), il est recommandé de conduire une enquête environnementale, dans le but d'identifier les sources, en particulier locales, et les modalités de la surexposition au cadmium (exposition alimentaire, en particulier autoconsommation<sup>11</sup> de végétaux, exposition aux sols et poussières de sols, exposition à la fumée de tabac, exposition professionnelle actuelle ou passée...) (avis d'experts).

### **Recommandation destinée aux pouvoirs publics**

<sup>11</sup> Autoconsommation : dans ce rapport, consommation de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

R36 – Il est recommandé que la stratégie de réduction des expositions au cadmium au niveau le plus bas possible comprenne un volet d'éducation sanitaire de l'ensemble de la population exposée, sur les sources et les circonstances possibles des expositions au cadmium, leurs effets sur la santé, ainsi que sur les mesures à prendre pour les prévenir (avis d'experts).

R37 – Pour les personnes séjournant sur un site dont la concentration en cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol atteint ou dépasse 0,5 mg/kg de matière sèche, les principales sources locales d'exposition sont :

- l'autoconsommation<sup>12</sup> de végétaux pour l'ensemble de la population et,
- l'ingestion de poussières et de terre par les enfants de moins de 7 ans, en particulier ceux âgés de 6 mois à 4 ans.

Il est recommandé :

- de limiter l'autoconsommation<sup>12</sup> de végétaux cultivés dans des jardins individuels ou issus de la cueillette locale et de varier l'origine des aliments et les quantités consommées (grade B) ;
- d'éviter de laisser jouer les jeunes enfants (< 7 ans) sur ces sols, de leur laver fréquemment les mains et le visage ; de couper leurs ongles courts ; de recouvrir les aires de jeu ; de nettoyer fréquemment les sols des espaces intérieurs, des terrasses, des balcons ainsi que les rebords de fenêtres et les garde-corps, avec un linge humide ; de proscrire l'utilisation du balayage à sec ; d'éviter l'utilisation de revêtements de sols textiles dans les locaux fréquentés par des enfants ; de laver fréquemment les vêtements des enfants, leurs jouets et doudous (avis d'experts).

## 5.4. Surveillance médicale

Un logigramme décrivant la stratégie de surveillance médicale des personnes résidant sur un site où la concentration de cadmium dans le sol est élevée se trouve en annexe 4.

R38 – Une surveillance biologique de l'exposition au cadmium est recommandée pour les populations cibles (voir R18 et R19), quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol atteint ou dépasse 0,5 mg/kg de matière sèche (grade C).

R39 – Quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est au moins égale à 0,5 mg/kg mais reste inférieure à 1 mg/kg de matière sèche, il est recommandé que les populations cibles de la surveillance biologique des expositions soient : les autoconsommateurs<sup>11</sup> de végétaux et les personnes, quel que soit leur âge, qui ont un pica, une géophagie ou une onychophagie (grade C).

R40 – Quand la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est au moins égale à 1 mg/kg de matière sèche, il est recommandé que les populations cibles de la surveillance biologique des expositions soient :

- les enfants âgés de moins de 7 ans ;
- les personnes dont la durée cumulée de fréquentation du site est d'au moins 10 ans (au moins 5 ans, si elle a commencé avant l'âge de 7 ans) ;
- les autoconsommateurs<sup>11</sup> de végétaux et les personnes, quel que soit leur âge, qui ont un pica, une géophagie ou une onychophagie (grade C).

<sup>12</sup> Autoconsommation : dans ce rapport, consommation de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

R41 – Le principal outil de la surveillance des expositions au cadmium est la concentration urinaire du cadmium, ajustée sur celle de la créatinine (grade A).

R42 – Il est recommandé d'ajuster la fréquence et les modalités de la surveillance médicale des personnes suivies au résultat de la comparaison de la dernière concentration urinaire de cadmium mesurée aux valeurs sanitaires de référence pour la tranche d'âge correspondante :

- 0,3 µg/g créatinine, avant 21 ans ;
- 0,3 µg/g créatinine, entre 21 et 30 ans ;
- 0,5 µg/g créatinine, entre 31 et 40 ans ;
- 0,8 µg/g créatinine, entre 41 et 50 ans ;
- 1 µg/g créatinine, à partir de 51 ans (grade B) [voir annexe 5].

R43 – Tant que la concentration urinaire de cadmium reste inférieure à la valeur sanitaire de référence pour la tranche d'âge de la personne concernée, il est recommandé que la rythmicité de son contrôle soit au moins annuelle (avis d'experts).

R44 – Quand la concentration urinaire de cadmium atteint ou dépasse la valeur sanitaire de référence pour la tranche d'âge, il est recommandé que la rythmicité de son contrôle soit au moins semestrielle (avis d'experts).

R45 – Quand la concentration urinaire de cadmium atteint ou dépasse pour la première fois la valeur sanitaire de référence pour la tranche d'âge concernée, il est recommandé de la confirmer en répétant le prélèvement, dans les semaines qui suivent. Si le dépassement est confirmé, une prise en charge médicale doit être réalisée ; elle diffère selon que la concentration urinaire est ou non inférieure à 1 µg/g créatinine (voir R22 à R36) [avis d'experts].

R46 – Quand la concentration urinaire de cadmium dépassait déjà la valeur sanitaire de référence pour la tranche d'âge concernée au précédent contrôle, et lorsqu'elle continue d'augmenter malgré des actions de prévention guidées par une première enquête environnementale, il est recommandé de compléter l'enquête environnementale et les actions de prévention de la surexposition au cadmium (avis d'experts).

R47 – Dans les cas où la concentration urinaire de cadmium augmente, il est recommandé d'associer à sa surveillance celle de la concentration de cadmium dans le sang total. Cette dernière, plus influencée que la concentration urinaire par les expositions récentes (au cours des dernières semaines) au cadmium, permet un meilleur repérage temporel des contaminations. Elle améliore le guidage des actions de prévention et permet d'en évaluer l'efficacité (avis d'experts).

R48 – Quand la concentration urinaire de cadmium atteint ou dépasse 1 µg/g créatinine, la recherche des complications doit être répétée annuellement (voir R25 et les suivantes) [avis d'experts].

Pour plus d'information, ce point est développé dans les chapitres 13 et 14 de l'argumentaire scientifique.

# Table des annexes

---

Annexe 1. Fiche de renseignements pour l'interprétation des résultats des dosages de cadmium dans les urines ou le sang total	23
Annexe 2. Stratégie de dépistage d'une surexposition au cadmium des sols	24
Annexe 3. Stratégie du diagnostic et de la prise en charge médicale des surexpositions au cadmium de l'environnement et des intoxications chroniques	25
Annexe 4. Stratégie de surveillance médicale des expositions et des effets sanitaires associés au cadmium du sol	26
Annexe 5. Valeurs de référence pour l'interprétation de la cadmiurie	27
Annexe 6. Valeurs de référence pour l'interprétation de la cadmiémie (concentration de cadmium dans le sang total)	28
Annexe 7. Glossaire	29

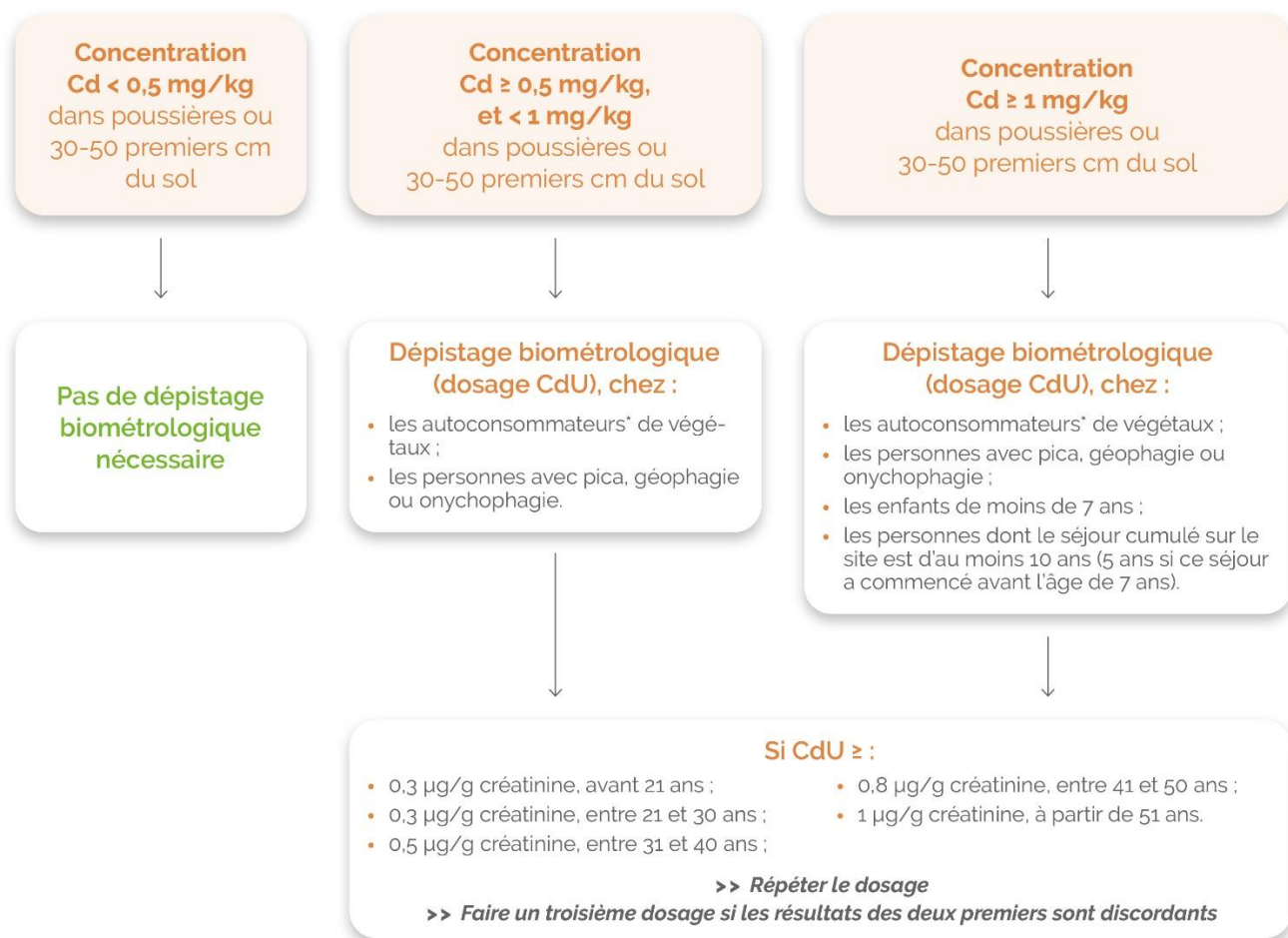
## Annexe 1. Fiche de renseignements pour l'interprétation des résultats des dosages de cadmium dans les urines ou le sang total

Cette fiche peut être remplie par le prescripteur et/ou le préleveur avec le patient. Elle doit accompagner le prélèvement jusqu'au laboratoire d'analyse et revenir au prescripteur avec le rapport d'analyse.

Prescripteur de la surveillance biologique	
Nom du médecin prescripteur (ou cachet du médecin) : _____	
Adresse : _____	
Téléphone : _____ e-mail : _____	
Date de la prescription : __/__/____	
Identification du préleveur de l'échantillon	
Nom du préleveur : _____	
Qualité du préleveur : _____	
Téléphone : _____ e-mail : _____	
Recueil de l'échantillon	
Date du prélèvement urinaire : __/__/____	Heure du prélèvement urinaire : __ h__
S'agit-il de la première miction au lever ? : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
Date du prélèvement sanguin : __/__/____	Heure du prélèvement sanguin : __ h__
Lieu du prélèvement : <input type="checkbox"/> à domicile <input type="checkbox"/> au laboratoire	
Renseignements individuels	
Nom : _____	Prénom : _____
Sexe : <input type="checkbox"/> féminin <input type="checkbox"/> masculin	Date de naissance : __/__/____
Tabagisme : <input type="checkbox"/> fumeur <input type="checkbox"/> non-fumeur <input type="checkbox"/> ex-fumeur	
Si fumeur actuel, nombre moyen de cigarettes fumées quotidiennement : _____	Depuis combien d'années : _____
Si ex-fumeur, nombre moyen de cigarettes fumées quotidiennement : _____	Pendant combien d'années : _____
Exposition passive à la fumée de fumeurs de l'environnement familial ou professionnel : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
<b>Estimation du temps passé dans la zone où il existe un risque de surexposition au cadmium (du fait du logement, du travail, d'activités de loisir...):</b>	
Date de début de la présence dans la zone : __/__/____	Date de fin de la présence dans la zone : __/__/____
Durée totale de la présence dans la zone (en années) : _____	
Durée moyenne de la présence pendant la période de séjour (en heures/jour, en jours par semaine et en semaines par an) : _____	
<b>Consommation alimentaires habituelles :</b>	
En portions par semaine :	
• Pain : _____ ; Gâteaux, biscuits (sucrés ou salés : ...) _____ ; Pâtes alimentaires : _____ ; Céréales (hors riz) : _____ ; Riz : _____ ; Pommes de terre : _____	
En portions par an :	
• Coquillages : _____ ; Crustacés _____ ; Céphalopodes (poulpe, encornets, chipirons...) : _____ ; Algues : _____ ; Abats (foie ou rognons) : _____	
<b>Consommation de légumes issus de jardin(s) implanté(s) localement :</b> <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
Si oui, préciser lesquels et à quelle fréquence (portions par semaine ou par mois : en été-automne et hiver-printemps) : _____	
<b>Consommation ou utilisation pour la préparation d'aliments d'eau d'une source locale ou d'un puits :</b> <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
Si oui, préciser pour quoi faire et quand : _____	
<b>Comportements habituels :</b>	
• Onychophagie (ongles rongés) : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
• Géophagie (consommation de terre) ou pica (consommation de matières non comestibles) : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
• Pouce sucé : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
• Activités (sportives, de loisir, de jardinage, etc.), qui selon la personne ou sa famille, peuvent l'exposer à la poussière de sol ou à la terre sur la zone à risque : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON ; Si oui, préciser lesquelles et pour chacune, la date (année) de début et la fréquence mensuelle : _____	
• Activité professionnelle actuelle exposant au cadmium : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
Si oui, préciser laquelle : _____	
• Activité professionnelle passée exposant au cadmium : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	
Si oui, préciser laquelle et la période d'exposition : _____	

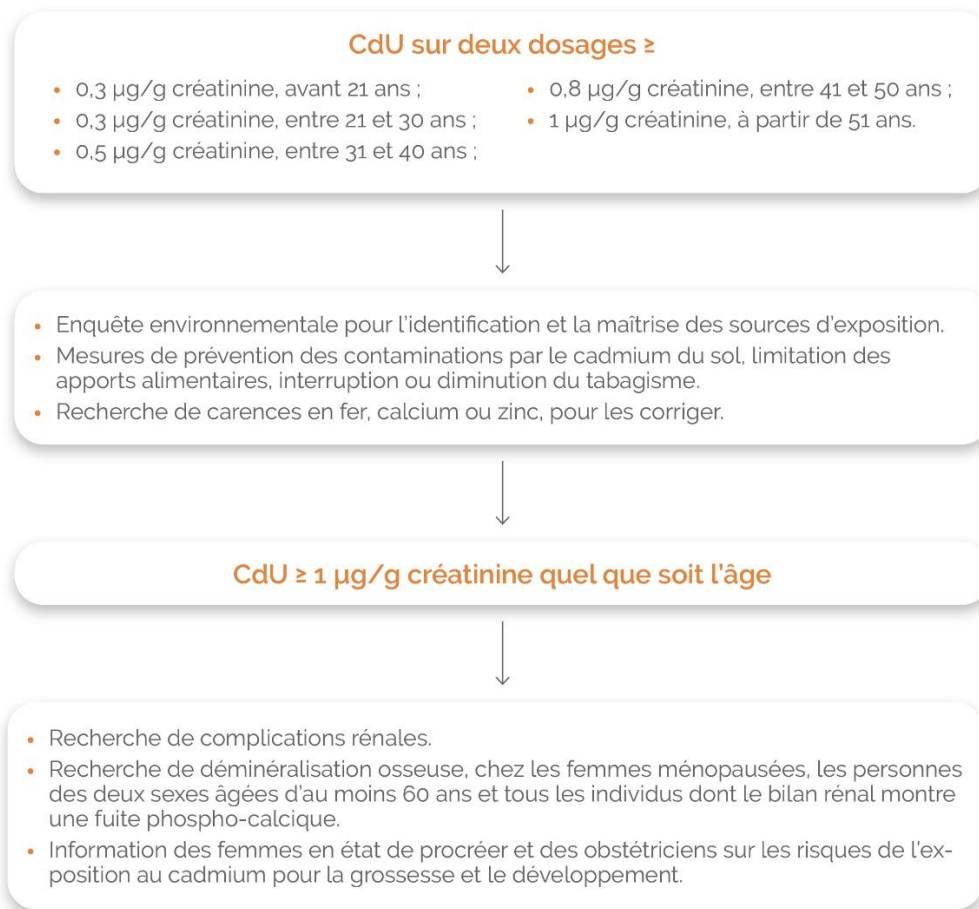
MERCI DE VOS RÉPONSES/ ELLES SONT TRÈS IMPORTANTES POUR QUE VOTRE MÉDECIN PUISSE INTERPRÉTER CORRECTEMENT LES RÉSULTATS DU PRÉLÈVEMENT

## Annexe 2. Stratégie de dépistage d'une surexposition au cadmium des sols

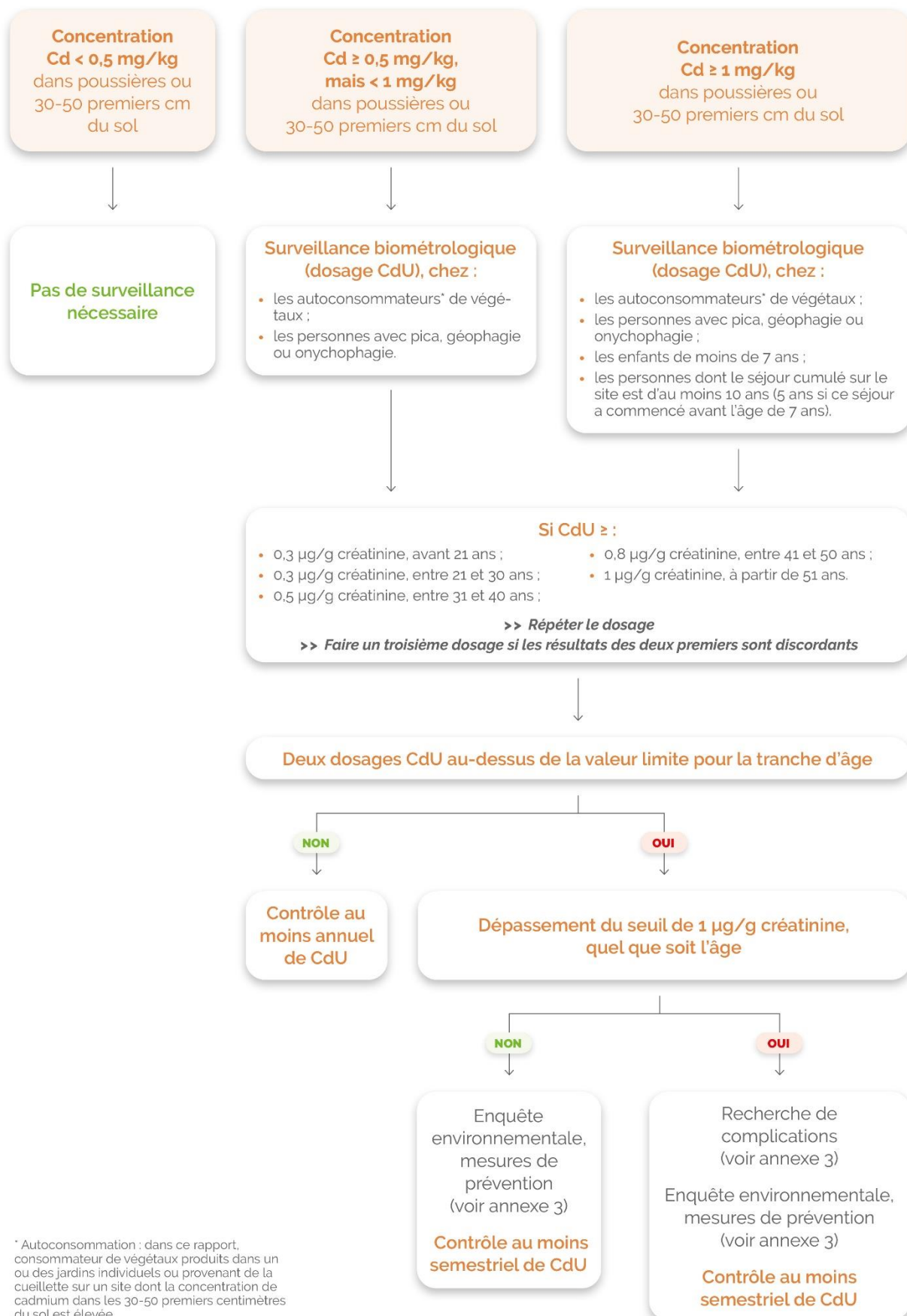


\* Autoconsommation : dans ce rapport, consommateur de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

### Annexe 3. Stratégie du diagnostic et de la prise en charge médicale des surexpositions au cadmium de l'environnement et des intoxications chroniques



## Annexe 4. Stratégie de surveillance médicale des expositions et des effets sanitaires associés au cadmium du sol



\* Autoconsommation : dans ce rapport, consommateur de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

## Annexe 5. Valeurs de référence pour l'interprétation de la cadmiurie

L'interprétation de la cadmiurie mesurée chez un individu est réalisée en la comparant à deux types de valeurs de référence :

- des valeurs sanitaires de référence, dites valeurs toxicologiques de référence internes (VTRi), dont le dépassement indique un possible risque d'effets néfastes sur la santé, immédiatement (quand la cadmiurie dépasse 1 µg/g créatinine, quel que soit l'âge de la personne concernée) ou après l'âge de 50 ans quand la cadmiurie dépasse la VTRi pour la classe d'âge de la personne concernée ;
- des valeurs d'imprégnation populationnelle (VIP) permettant de situer la personne concernée dans la population générale au sein de la tranche d'âge à laquelle elle appartient ; la VIP pour une tranche d'âge donnée correspond au 95<sup>e</sup> percentile de la distribution de la cadmiurie dans cette tranche d'âge.

Population concernée	VTRi (µg/g créatinine)	VIP (µg/g créatinine)
Avant 18 ans	0,3	0,3
18-30 ans	0,3	0,5
31-40 ans	0,5	0,5
41-50 ans hommes	0,8	0,7
41-50 ans femmes	0,8	1,2
> 50 ans hommes	1	0,7
> 50 ans femmes	1	1,2

Par ailleurs :

- pour guider la recherche de facteurs de risque d'exposition individuels, la cadmiurie d'un individu donné doit être comparée à celles mesurées, à la même période, chez les autres individus du groupe d'exposition similaire auquel il appartient (en l'occurrence, individus du même site et de la même tranche d'âge) ;
- pour guider la poursuite de la surveillance biologique des expositions et évaluer l'efficacité des mesures préventives éventuellement mises en œuvre, la cadmiurie doit également être comparée aux cadmiuries antérieures du même individu.

## Annexe 6. Valeurs de référence pour l'interprétation de la cadmiémie (concentration de cadmium dans le sang total)

Les données épidémiologiques disponibles ne permettent pas d'identifier une ou des valeurs de référence sanitaire pour l'interprétation de la cadmiémie (concentration de cadmium dans le sang total). En conséquence, l'interprétation de la cadmiémie mesurée chez un individu est réalisée en la comparant à un seul type de valeurs de référence :

- des valeurs d'imprégnation populationnelle (VIP) permettant de situer la personne concernée dans la population générale au sein de la tranche d'âge à laquelle elle appartient et en fonction de ses habitudes tabagiques actuelles ou passées ; la VIP pour une tranche d'âge et une habitude tabagique données correspond au 95<sup>e</sup> percentile de la distribution de la cadmiurie dans cette catégorie.

Population concernée	Cadmiémie (µg/L)
Enfants de moins de 12 ans	0,2
Enfants âgés de 12 à 17 ans	0,4
Adultes n'ayant jamais fumé	0,5
Adultes ex-fumeurs	0,8
Adultes fumeurs actifs	2

Par ailleurs :

- pour guider la recherche de facteurs de risque d'exposition individuels, la cadmiémie d'un individu donné doit être comparée à celles mesurées à la même période chez les autres individus du groupe d'exposition similaire auquel il appartient (en l'occurrence, individus du même site et de la même tranche d'âge et aux mêmes habitudes tabagiques) ;
- pour guider la poursuite de la surveillance biologique des expositions et évaluer l'efficacité des mesures préventives éventuellement mises en œuvre, la cadmiémie doit également être comparée aux cadmiémies antérieures du même individu.

## Annexe 7. Glossaire

**Anthropique.** Qui a une origine humaine, qui est causé par l'activité humaine.

**Autoconsommation.** Dans ce rapport, consommation de végétaux produits dans un ou des jardins individuels ou provenant de la cueillette sur un site dont la concentration de cadmium dans les 30-50 premiers centimètres du sol est élevée.

**Bioaccessibilité (orale).** Fraction d'un polluant dissoute dans le système digestif et disponible pour l'absorption gastro-intestinale. La bioaccessibilité orale dépend de la substance et de sa forme (spéciation pour les métaux), mais aussi des caractéristiques des matrices (ex. : teneur en matière organique, etc.). Elle peut donc être très variable pour une même substance.

**Bioaccumulation.** Capacité de certains organismes (végétaux, animaux, fongiques, microbiens) à absorber et concentrer un agent chimique donné, dans tout ou une partie de leur organisme.

**Biodisponibilité (orale).** Fraction d'un polluant qui, après ingestion, est absorbée dans le tube digestif et qui atteint la circulation systémique sous forme inchangée. La biodisponibilité orale d'une substance dépend donc de sa bioaccessibilité, mais aussi de l'absorption digestive de la fraction bioaccessible et d'une éventuelle transformation métabolique, lors du premier passage (entre le tube digestif et la circulation générale, les substances absorbées par le tube digestif transitent par le foie où elles peuvent être partiellement métabolisées).

**Biomagnification (ou bioamplification).** C'est, pour un agent chimique, l'augmentation progressive de sa concentration dans les tissus et les liquides biologiques des organismes vivants, au long de la chaîne alimentaire.

**Biométrie.** Surveillance de l'exposition à des substances chimiques par la mesure d'un indicateur biologique d'exposition (IBE : voir la définition ci-dessous).

**Charge corporelle.** Quantité totale d'une substance présente dans l'organisme d'un homme ou d'un animal.

**Effet à seuil de dose.** Effet sanitaire ne survenant qu'au-delà d'un certain seuil d'exposition et dont la sévérité augmente ensuite avec la dose reçue.

**Effet critique.** Effet sur lequel se fonde une valeur toxicologique de référence (VTR). Il correspond à l'effet néfaste le plus sensible, c'est-à-dire survenant pour la plus faible dose d'exposition.

**Effet sans seuil de dose.** Effet sanitaire susceptible de survenir quelle que soit la dose reçue et dont la probabilité augmente avec la dose reçue ; les effets cancérogènes dont le mécanisme est génotoxique direct appartiennent à cette catégorie.

**Excès de risque (ER).** Risque supplémentaire dû à une exposition spécifique par rapport au risque dans une population de référence (en général non exposée).

**Excès de risque individuel (ERI).** Probabilité de survenue d'un danger, au cours de la vie entière d'un individu, liée à une exposition à un agent cancérogène (sans unité).

**Excès de risque unitaire (ERU).** Estimation de l'ERI pour une exposition vie entière égale à 1 unité de dose d'agent dangereux. Cet indice est la valeur toxicologique de référence pour les effets toxiques sans seuil. Il représente la pente de la borne supérieure de l'intervalle de confiance de la courbe dose-réponse et s'exprime, pour une exposition orale ou cutanée, en risque pour une unité de poids par kilogramme de poids corporel et par jour et pour une exposition par voie respiratoire, en risque par unité de concentration atmosphérique.

**Facteur de confusion.** S'agissant de l'association entre l'exposition à un agent chimique et un effet sanitaire, un facteur de confusion, ou facteur confondant, ou encore variable confondante, est un facteur qui est statistiquement associé à la fois à l'exposition à l'agent chimique et à l'effet sanitaire. Ce type de facteur explique qu'une association statistiquement significative, entre une exposition à un agent chimique et un effet sanitaire, puisse ne pas être causale.

**Fond géochimique.** Pour un agent chimique donné, le fond géochimique est sa concentration dans le sol en l'absence de pollution d'origine anthropique.

**Géophagie.** Consommation de terre. Chez un adulte européen, elle est un trouble du comportement. Cependant, dans certaines cultures, la consommation de terre à certaines périodes de la vie (en particulier, pendant la grossesse) est habituelle. Chez les jeunes enfants (< 5 ans), la mise à la bouche de terre, de poussière et d'agents non comestibles divers est un comportement normal.

**Indicateur biologique d'exposition (IBE).** Un indicateur biologique d'exposition (IBE) d'un agent chimique peut être la substance mère ou un de ses métabolites dosé(e) dans un milieu biologique et dont la variation est associée à l'exposition à l'agent.

**Lixiviation.** S'agissant des sols, extraction des composants solubles par un solvant et notamment par l'eau circulant dans les sols. S'applique aussi aux produits extraits par la circulation de l'eau dans une décharge de déchets. En agriculture, on emploie souvent et à tort les termes de lixiviation et de lessivage comme synonymes ; en fait, la lixiviation concerne la fraction soluble des sols et le lessivage les particules solides insolubles.

**Onychophagie.** Action de se ronger les ongles.

**Phytodisponibilité.** Capacité d'un agent chimique à être transféré dans une plante qui pousse.

**Pica.** Consommation d'agents non comestibles. La géophagie (voir ci-dessus) et l'onychophagie (voir ci-dessus) sont des formes de pica.

**Quotient de danger (QD).** S'agissant d'effets sanitaires à seuil de dose (voir définition ci-dessus), rapport entre la dose d'exposition et la valeur toxicologique de référence.

**Seuil de vigilance active.** Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) a défini deux types de valeurs repères pour les concentrations des substances chimiques dans les milieux (dont les sols) : un seuil de vigilance active et un seuil d'action rapide. Le seuil de vigilance active est la concentration dans le milieu en dessous de laquelle il n'y a pas d'action spécifique à engager. S'agissant de la concentration de cadmium dans les sols, le seuil de vigilance active correspond à la valeur de cette concentration, telle que moins de 10 % de la population séjournant sur le site aient un quotient de danger (voir la définition ci-dessus) global supérieur à 1.

**Seuil d'action rapide.** Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) a défini deux types de valeurs repères pour les concentrations des substances chimiques dans les milieux (dont les sols) : un seuil de vigilance active et un seuil d'action rapide. Le seuil d'action rapide est une concentration d'une substance chimique très supérieure au seuil de vigilance active, qui doit conduire à identifier, dans les plus brefs délais, les causes de cette situation, afin de les neutraliser, en engageant à court terme des travaux et actions d'amélioration. S'agissant de la concentration de cadmium dans les sols, le seuil d'action rapide correspond à la valeur de cette concentration, telle que moins de 2 % de la population séjournant sur le site aient un quotient de danger (voir la définition ci-dessus) global supérieur à 10.

**Valeur d'interprétation populationnelle (VIP).** Les VIP sont les concentrations d'un IBE correspondant approximativement au 95<sup>e</sup> percentile de la distribution de cet IBE dans un échantillon représentatif de la population générale.

**Valeurs sanitaires de référence (VSR).** Appellation générique regroupant toutes les valeurs qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (agent à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (agent sans seuil d'effet), quel que soit le type de l'agent (chimique, physique, biologique).

**Valeur toxicologique de référence (VTR).** Appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet). Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont établies par des instances internationales (OMS, CIPR, etc.) ou des structures nationales (Anses, US-EPA, ATSDR, RIVM, Santé Canada, CSHPF, etc.). Par définition, elles sont construites pour protéger l'ensemble de la population, y compris les sous-populations les plus sensibles.

**Les VTR à seuil de dose** correspondent à la quantité maximale à laquelle un individu ou une population peut être exposé(e), sans risque d'effet néfaste sur la santé. **Les VTR sans seuil de dose** correspondent soit à un excès de risque unitaire (ERU : voir la définition ci-dessus), soit à des doses ou concentrations correspondant à des niveaux de risque déterminés (généralement 1 pour 1 million ou 1 pour 100 000), pour des expositions vie entière à l'agent d'intérêt.

**Valeur toxicologique de référence externe (VTRexterne).** Ce sont des VTR applicables aux expositions externes. Pour un agent chimique donné, elles sont spécifiques d'une voie d'exposition (respiratoire, orale, cutanée) et d'une durée d'exposition (VTR court terme : expositions d'au plus deux semaines ; VTR moyen terme : expositions de 15 jours à un an ; VTR long terme : expositions de plus d'un an).

**Valeur toxicologique de référence interne (VTRi).** Ce sont des VTR correspondant à des concentrations d'un IBE. Idéalement, elles sont dérivées à partir de données permettant de caractériser l'association entre l'IBE et le risque sanitaire. À défaut, elles sont élaborées par modélisation cinétique, à partir d'une VTR

# Participants

---

Les organismes professionnels et associations de patients et d'usagers suivants ont été sollicités pour proposer des experts conviés à titre individuel dans les groupes de travail/lecture :

Anses*	Conseil national professionnel endocrinologie diabétologie nutrition (CNPEDN)*
ARS Hauts-de-France*	Conseil national professionnel infirmier (CNPI)*
ARS Nouvelle-Aquitaine*	Direction des régions de Santé publique France
ARS Occitanie*	Haut Conseil de la santé publique (HCSP)*
Association pour l'intérêt général des Évinois (PIGE)*	Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris)*
Collège de la médecine générale (CMG)	Santé publique France (SpF)*
Conseil national professionnel cardiovasculaire (CNPCV)*	Société de toxicologie clinique (STC)*
Conseil national professionnel de gynécologie et obstétrique et gynécologie médicale (CNPGO et GM)*	Société française de santé publique (SFSP)*
Conseil national professionnel de néphrologie*	Société française de santé-environnement (SFSE)*
Conseil national professionnel de neurologie*	Société française de toxicologie analytique (SFTA)*
Conseil national professionnel de pédiatrie (CNPP)*	
Conseil national professionnel de rhumatologie	

(\*) Cet organisme a proposé un ou plusieurs experts pour ce projet

## Groupe de travail

Dr Robert Garnier, médecin du travail, toxicologue clinicien, chargé de projet, Paris

Dr Christine Tournoud, toxicologue clinicienne, cheffe de projet STC/présidente du groupe de travail, Nancy

Mme Aude Gautier, cheffe de projet HAS, Saint-Denis

M. Claude Beaubestre, ingénieur hygiéniste retraité, HCSP, Paris

Dr Marie Bellouard, spécialiste en pharmacologie-toxicologie, Garches

Dr Davis Boels, toxicologue clinicien, Nantes

Dr Franck Olivier Denayer, usager du système de santé et maître de conférences des universités en toxicologie de l'environnement et écotoxicologie, Lille

Dr Claire Granon, médecin de santé publique, épidémiologiste, Nice

Dr Jérôme Langrand, toxicologue clinicien, Paris

Dr Élisabeth Marcotullio, médecin du travail, Saint-Avertin

Dr Catherine Nisse, médecin du travail, toxicologue clinicien, Lille

Dr Sylvaine Ronga-Pezeret, médecin toxicologue, santé environnementale, Paris

Dr François Simon, usager du système de santé et médecin généraliste retraité, Saint-Félix-de-Pallières

Dr Nathalie Velly, chargée de mission post-exploitation des mines et sites pollués, évaluation des risques sanitaires, Verneuil-en-Halatte

Dr Antoine Villa, médecin du travail, toxicologue clinicien, Marseille

## Groupe de lecture

M. Bruno Adolphi, usager du système de santé

Dr Marie-Pierre Allié, médecin inspecteur de santé publique, Montpellier

Pr Pascal Andujar, médecine et santé au travail, Créteil

Dr Marc Augsburger, toxicologue forensique, Lausanne-Genève, Suisse

Dr Éric Bayle, médecin urgentiste, Strasbourg

Dr Nicolas Beauval, pharmacien biologiste, Lille

Dr Michèle Bisson, toxicologue, Verneuil-en-Halatte  
Mme Tessa Bonincontro, doctorante en sociologie de l'environnement, Alès  
Mme Muriel Bost, pharmacienne biologiste, Lyon  
M. Michel Bourgeat, usager du système de santé  
Dr Véronique Brévaut, pédiatre néonatalogue, Marseille  
Pr Rosalie Cabry-Goubet, gynécologie médicale, spécialisée en médecine de la reproduction, Amiens  
Mme Géraldine Carne, coordinatrice d'expertise scientifique, Anses, Maisons-Alfort  
Pr Marie-Christine Chagnon, toxicologue, Dijon  
M. André Charrière, usager du système de santé  
Pr Nicolas Chevalier, endocrinologue, Nice  
Dr Nicolas Delcourt, toxicologue, Toulouse  
Dr Souleiman El Balkhi, pharmacien biologiste, toxicologue, Limoges  
M. Numa Faucherre, ingénieur, Anduze  
Pr Béatrice Fervers, cancérologue, Lyon  
Dr Jean-Christophe Gallart, médecin urgentiste et toxicologue, pharmacien, Toulouse  
Dr Marie Gasser, chercheure postdoctorale en sciences biomédicales, Montréal, Canada  
Dr Thierry Gendre, neurologue, Créteil  
M. Philippe Glorennec, enseignant chercheur, EHESP, Rennes  
M. Benoît Guérin, rhumatologue, Ganges  
Mme Sabine Guérin, ingénieur d'études et de recherche, Verneuil-en-Halatte  
Dr Aghiles Hamroun, néphrologue et épidémiologiste, Lille  
Pr Fabrice Héryn, médecine et santé au travail, Toulouse  
M. Christophe Heyman, ingénieur du génie sanitaire, Lille  
Dr Pascale Homeyer, neurologue, Aubenas  
Dr Magali Labadie, toxicologue clinicienne, médecin urgentiste, Bordeaux

Dr Hervé Laborde-Castérot, médecin du travail, toxicologue clinicien, Paris  
Mme Hélène Le Gallic, usager du système de santé  
Pr Marie-Pascale Lehucher-Michel, médecine et santé au travail, Marseille  
Dr Bénédicte Lelièvre, toxicologue analyste, Angers  
Dr Nadège Lepage, médecin du travail, Lille  
M. Hubert Leprond, expert gestion des sols et des eaux souterraines, Aix-en-Provence  
Dr Ariane Leroyer, médecin de santé publique, Lille  
Dr Jean Lewin, médecin généraliste retraité, Saint-Hippolyte-du-Fort  
M. Fabien Liagre, ingénieur agronome, Anduze  
Mme Évelyne Malaquin-Pavan, infirmière spécialiste clinique retraitée, Chaville  
Dr Eva Mille, médecine et santé au travail, Marseille  
Pr Jean-Claude Paireon, médecine et santé au travail, Créteil  
Mme Laurence Payrastra, directrice de recherche INRAE, Toulouse  
Mme Marie Pécheux, chargée de projets scientifiques, Santé publique France, Saint-Maurice  
M. John Pinte, infirmier, Villejuif  
Mme Cécile Puiroux, infirmière en santé au travail, Bordeaux  
Dr Sylvie Quelet, médecin spécialisé en santé publique, Bordeaux  
Mme Nadine Rauch, infirmière, Paris  
Pr Jean-Louis Roubaty, professeur honoraire de chimie retraité, Paris  
Dr Stéphanie Scarfone, médecin du travail, Strasbourg  
Dr Jean-Louis Sevêque, expert près des juridictions spécialités pollution des sols et des eaux souterraines, déchets et santé publique, Berneuil-en-Bray  
Dr Pierre Souvet, cardiologue, Éguilles  
M. Marc Varupenne, usager du système de santé

## Experts auditionnés

Mme Clémence Fillol, santé environnement travail, Santé publique France, Saint-Maurice  
Mme Aurélie Mathieu-Huart, direction de l'évaluation des risques, Anses, Maisons-Alfort  
Dr Renaud Persoons, biologiste médical en toxicologie professionnelle et environnementale, Grenoble

## Remerciements

La HAS tient à remercier l'ensemble des participants cités ci-dessus.

# Abréviations et acronymes

---

Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence régionale de santé
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
BASOL	Base de données Basol sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
BMD	<i>Benchmark dose</i>
CAP	Centre antipoison
CdU	Concentration urinaire du cadmium
COFRAC	Comité français d'accréditation
CRPPE	Centre régional de pathologies professionnelles et environnementales
DGPR	Direction générale de la Prévention des risques
DGS	Direction générale de la Santé
ENNS	Étude nationale nutrition santé
ERI	Excès de risque individuel
ERU	Excès de risque unitaire
Esteban	Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition
FAO	<i>Food and agriculture organization</i>
g	Gramme
HAS	Haute Autorité de santé
HCSP	Haut Conseil de la santé publique
ICPE	Installations classées pour la protection de l'environnement
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
j	Jour
kg	Kilogramme
L	Litre
LOAEL	<i>Lowest observed adverse effect level</i> (dose minimale ayant produit des effets néfastes)
mg	Milligramme
MT	Métallothionéine
m <sup>3</sup>	Mètre cube
µg	Microgramme
NOAEL	<i>No observed adverse effect level</i> (dose maximale sans effet néfaste)
PoD	<i>Point of departure</i> (point de départ pour la dérivation d'une VTR)
RBP	Recommandation de bonne pratique
SpF	Santé publique France
STC	Société de toxicologie clinique
VTR	Valeur toxicologique de référence
VTRi	Valeur toxicologique de référence interne

---

Retrouvez tous nos travaux sur  
[www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr)

---

