

Saturnisme infantile

Généralités – Plomb

Minéral : **galène**

Métal blanc gris, mou, malléable, non corrosif

Un des 1ers métaux utilisés par l'humanité

- Égyptiens (7000-5000 av. J-C) -> émaillage de poteries
- Phéniciens (~2000 av. J-C) -> exploitation du gisement de Rio Tinto
- Grecs (Ve siècle av. J-C) -> traitement minerais Laurion pour en extraire de l'argent
- Gréco-romains -> fabrication des tuyauteries en **plomb** (~8 000 t sous Constantin)
Usages : construction, batteries, accumulateurs, munitions, canalisations, produits chimiques, écrans, verre, etc.
Dangers sanitaires connus depuis plusieurs siècles
Dispositions réglementaires pour diminuer exposition des travailleurs et de la population générale depuis début du 20e siècle
Toujours un problème de santé publique au début du 21e siècle
Actions prioritaires du PNSE (Plan national santé environnement)
- Amélioration prévention saturnisme infantile
- Renforcement protection des femmes enceintes
Action n°22 : lancer un plan d'action sur le plomb visant à abaisser le niveau de plombémie (poursuite des actions de prévention primaire, définition d'actions individuelles, poursuite des actions en matière de dépistage du saturnisme chez l'enfant et la femme enceinte)

Sources de plomb

Logement -> Habitat ancien (bâtiments construits avant 1975 – surtout avant 1949)

-> Source environnementale importante

- Peintures et enduits à base de **céruse** (hydrocarbonate de plomb) utilisés sur murs et huisseries – **interdiction en 1948**
- **Peintures** au **minium de plomb** (tétra-oxyde de plomb) utilisées sur éléments métalliques (gardecorps de balcon, grille, portail) jusque dans les années 1980
- **Vieilles tuyauteries** en plomb
- **Dispositifs de récupération d'eau** de pluie ou « caisses à eau »

Voies d'intoxication associées

- Écailles portées à la bouche
- Poussières fines (poussettes, linge, jouets, doudou, etc.)
- Stagnation nocturne dans les tuyauteries
- Raccord des caisses à eau sur le dispositif

Sites industriels en activité ou abandonnés

Lieux de stockage de matériaux de récupération

Voies d'intoxication associées

- Consommation de fruits et légumes des jardins environnants
- Lieux de promenades ou terrains de jeux (terres-poussières)

Vigilance :

- Peintures écaillées (murs, huisseries, ferronneries)
- Travaux de rénovation sur des revêtements contenant du plomb
- Proximité de site industriel à risque, en activité ou non
- Lieu de vie précaire (squats, bidonville)

Alimentation : vaisselles traditionnelles (plats à tajine)

Eau de boisson : canalisations en plomb utilisées dans réseaux intérieurs et branchements publics jusqu'en 1960

Produits de beauté : maquillage (khôl)

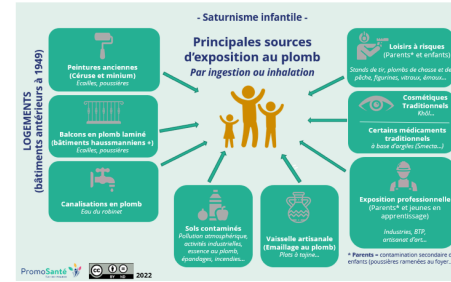
Remèdes traditionnels : médecine ayurvédique

Bijoux

- **Plomb dans essence**
Entre 1990 et 2013, baisse des émissions de métaux lourds, notamment pour :
 - Essence au plomb (tétraméthyle ou tétraéthyl de plomb)
 - Carburants (plombtétraéthyle) -> contamination **environnement**Commercialisation essence sans plomb débute en 1990
- > Substitution totale décidée par arrêté 23 déc. 1999 et appliquée depuis **2 janvier 2000** mais autorisé dans la benzine d'aviation

Autres sources

Poteries artisanales (émaux contenant du plomb) / Vitraux / Plomb de pêche / Plomb de tir / Soldats de plomb / Batterie – accumulateur / Tabagisme (8 à 23 µg/cigarette) / Couverture (remplacé par le zinc – persiste monuments historiques)



Émissions plomb – Air

- **Évolution des émissions atmosphériques par secteur en France métropolitaine en tonnes (CITEPA – 2020)**

↳ importante depuis 1990

4302 tonnes (1990) 178 tonnes (entre 1998-2003)

-> Baisse progressive des teneurs en **plomb** dans l'essence jusqu'à son interdiction en janv. 2000

-> Émissions industrielles relativement stables, mêmes si efforts

Émissions plomb – Eau

- Plomb hydrique provient pour majorité de la dissolution du plomb constitutif de certains éléments de distribution d'eau

-> Canalisations contenant du plomb largement utilisées jusque dans les années 1950 pour les réseaux intérieurs et jusque dans les années 1990 dans les branchements publics -> **désormais interdites**

Limite de qualité EDCH (depuis le 25 décembre 2013) : 10 µg/L

-> En 2012 : moins de 5% des prélèvements réalisés en distribution > 10 µg/L

Évaluation de l'exposition

- **Chez l'enfant < 6 ans** -> Recherche **facteurs de risque** d'exposition au plomb à l'occasion des visites médicales
- **Questionnaire** => Résultats conservés dans le carnet de santé

Bilans 9^e et 24^e mois et examens des 3^e et 4^e années, opportunités pour :

- Identifier la présence de facteurs de risque
- Diffuser les messages de prévention le cas échéant
Questionnaire d'identification des facteurs environnementaux de risque d'exposition au plomb, actuels ou récents, pour un enfant de moins de 6 ans
 - ☐ L'enfant habite ou fréquente régulièrement un bâtiment ancien construit avant 1975, (surtout s'il a été construit avant 1949) ou encore dont la date de construction est inconnue et :
 - o les peintures sont écaillées (murs, huisseries, ferronneries, etc.)
 - o ou des travaux de rénovation (notamment décapage ou ponçage de vieilles peintures) ont été récemment réalisés ;
 - ☐ ou l'enfant mange des écailles de peinture (activités main-bouche ; comportement de Pica),
 - ☐ L'enfant consomme de l'eau du robinet et la présence de canalisations en plomb dans le logement est connue.
 - ☐ Une ou plusieurs personnes dans l'entourage de l'enfant fument régulièrement dans le logement en présence de l'enfant.
 - ☐ Dans l'entourage de l'enfant, une autre personne (famille ou voisin du même bâtiment) est, ou a été, inoquée par le plomb.
 - ☐ Les parents (ou l'enfant) exercent une activité à risque d'exposition au plomb: professionnelle (industrielle, artisanale) ou de loisir (tir, chasse, pêche, modélisme), y compris une activité de récupération (ferrailage).
 - ☐ L'enfant est arrivé récemment (moins d'un an) en France (ou fait des séjours réguliers dans un pays à risque).
 - ☐ L'enfant habite ou fréquente régulièrement des lieux proches d'un site industriel à risque, en activité ou non, ou un lieu de vie précaire (squats, bidonville).
 - ☐ L'enfant consomme des fruits ou des légumes cultivés dans un jardin proche d'un site industriel rejetant ou ayant rejeté du plomb dans l'atmosphère.
 - ☐ L'enfant reçoit des remèdes traditionnels.
 - ☐ Des cosmétiques traditionnels sont utilisés sur l'enfant.
 - ☐ Des ustensiles de cuisine ou une vaisselle en céramique artisanale ou en alliage métallique contenant du plomb sont utilisés pour les repas de l'enfant.

Si au moins une réponse est positive, le médecin prescrira une plombémie

à l'enfant et remplira le formulaire Cerfa n°12379-03.

https://www.formulaires.modernisation.gouv.fr/gf/cerfa_12379.do

Biomarqueurs d'exposition

Plomb dans le sang : **Plombémie** (intoxication récente)

- Niveau de vigilance : 25 µg/L (< 25µg/L => Bruit de fond)
- **Niveau d'intervention rapide : 50 µg/L** 25-50 µg/L -> Imprégnation (vigilance) / ≥50 µg/L -> Intoxication : cas de saturnisme
- Plomb osseux, dents (de lait), cheveux, foie, poudrons** (intoxication ancienne) -> os : 1/2 vie > 10 ans
- Plomburie** : quantité plomb rejetée dans les urines

Plombémie

- **Prescription plombémie chez l'enfant < 6 ans**
- **Repérage d'un risque environnemental chez un enfant asymptomatique**
Dépistage du saturnisme infantile doit être ciblé sur les enfants Avec suspicion d'un risque environnemental et :
 - Troubles **cognitifs** (difficultés d'apprentissage)
 - Troubles du **comportement** (troubles de l'attention, hyperactivité, pica)

2022 - 2023
2023 - 2024

2024 - 2025

- Troubles **neurologiques**, de la motricité fine
- Il n'est pas indiqué de mesurer la plombémie des enfants en cas de douleurs abdominales (fréquentes en population générale, aspécifiques)

Avec symptôme grave nécessitant un dosage en urgence de la plombémie ou spécifique :

- **Anémie** résistant au traitement martial bien conduit
- Découverte fortuite de **bandes denses métaphysaires sur une radiographie des os longs** ou de fragments radio-opaques de forme non identifiable en regard d'aires digestives
- Troubles **neurologiques** sévères : convulsions avec signes d'hypertension intracrânienne

Plombémie – Niveaux

- **Plombémie moyenne de la population : 5 µg/L** population mondiale

↓ de la plombémie

USA, plombémie enfant de 1 à 5 ans (MMWR, 2005)

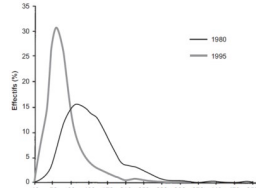
- 23 µg/L (1991-94) □ 16 µg/L (1999-2002)

- Enfants noirs non hispaniques (≈28 µg/L) > mexicains (≈19 µg/L)

> enfants blancs non hispaniques (≈18 µg/L)

↓ **annuelle moyenne entre 4 % et 14 % selon les États**

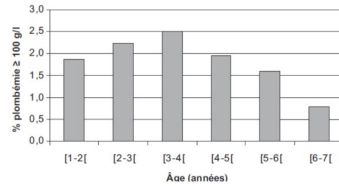
Chez les adultes :



Distribution de la plombémie des populations urbaines adultes françaises en 1979-82 et 1995 (InVS, 2005)

Chez les enfants :

3-4 ans → comportement pica



(mange ce qui n'est pas comestible)

Pourcentage d'enfants ayant une plombémie ≥ 100 µg/L par classe d'âge en 1995-96

Enquête Saturn-Inf :

- Étude transversale
- Milieu hospitalier
- Enfants âgés de 6 mois à 6 ans résidant en France en 2008-2009 (N=3 250)
- Questionnaire : données sociodémographiques, facteurs de risque...
- Dosage de la plombémie
- Enquête environnementale sous-échantillon (N=500) peintures, poussières, eau et terre du terrain de jeu

Plombémie – Déterminants

- Facteurs liés à la pauvreté

Ethnie noir, mexicain => FDR

Facteurs associés à une plombémie élevée, États-Unis 1988-1994 (Kaufmann *et al.*, 2000)

OR > 1 risque
OR < 1 bénéfice

Construction avant

1946 => FDR

Valeur 1 pas dans l'intervalle de

Medicaid => FDRconfiance

Niveau d'étude <12 ans => FDR

Facteurs de risque	Plombémie 100 µg/L (%)	OR ₉₅ (IC 95 %)
Ethnie		
Noirs	14,4	4,22 [2,43-7,31]
Mexicains	5,4	2,15 [1,03-4,49]
Autres	8,2	2,26 [1,27-4,02]
Blancs	3,8	1
Construction		
Avant 1946	12,7	3,26 [1,78-5,94]
1946-1973	6,2	1,60 [0,95-2,67]
1974 ou après	3,1	1
Medicaid		
Oui	12,8	2,34 [1,45-3,78]
Non	3,7	1
Niveau d'études du chef de famille		
<12 ans	11,4	1,86 [1,24-2,79]
12 ans	4,4	1

¹ Modèle d'analyse multivariée comprenant toutes ces variables simultanément ainsi que la période, l'âge des enfants, la région, les antécédents d'anémie, le fait d'avoir un médecin régulier et la saison.

• Dans Saturn-Inf

- Poussière domestiques ++++

- Eau du robinet ++

- Peinture intérieure

- Ustensile de cuisine en céramique traditionnelle

- Produits cosmétiques traditionnels

- Sol des aires de jeux extérieurs

- Tabagisme passif

Plombémie – Évolution

- En 1995 (Huel, 1997)

>1/4 enfants 1-6 ans avec plombémie >50 µg/L

2,1 % plombémie > 100 µg/L

Moyenne des plombémies : 36 µg/L

- En 2008-2009 (Etchevers, 2008-2009)

2 % enfants 6 mois à 6 ans avec plombémie ≥50 µg/L

0,1 % avec plombémie > 100 µg/L

10 % avec plombémie ≥ 25 µg/L avec disparités entre régions et certains quartiers urbains

Moyenne des plombémies : 15 µg/L

Effets sanitaires

Début XIXe : maladie chez les ouvriers peintres en bâtiment

1919 : **Saturnisme = 1ère maladie professionnelle reconnue**

1970-1980 : effets des faibles imprégnations chez les enfants

Prise de conscience saturnisme infantile en France

- 1985 : Région parisienne / 1990 : France

- Circulaire décembre 1993 : lancement d'actions de dépistage dans nombreux départements

- 1995 : **Système national de surveillance des plombémies de l'enfant** (SNSPE) par arrêté du 19 janv. 1995 et circulaire d'application DGS/VS3/95/n°43 du 9 mai 1995

• Plomb n'a aucun rôle physiologique connu chez l'homme

→ **Présence dans l'organisme = contamination**

• Voies d'exposition : **ingestion** inhalation, cutanée (rare) sanguine (mère-fœtus)

• Distribution dans sang, tissus mous, squelette (94 %) → os : ½ vie > 10 ans

• **Enfants : population plus sensible**

- Absorption digestive enfants > x3 adultes

- Développement du système nerveux central

- Comportement (activités main-bouche, pica)

• Intoxication aiguë ou chronique : **saturnisme**

• Intoxication insidieuse → signes cliniques non spécifiques (anémie, douleur abdominale, troubles du sommeil...)

Intoxication aiguë (> 1000 µg/L) : Rare mais possible (enfant, ingestion écailles de peintures contenant du Pb jusqu'à 3 mg/g)
Intoxication chronique

- Inhibition de l'hématopoïèse

- **Troubles digestifs** (douleurs abdominales, constipation, coliques)

- **Troubles rénaux** (insuffisance rénale, néphropathies tubulo-interstitielles)

- **Signes neurologiques** (troubles du sommeil, hallucinations, céphalées, pertes de mémoire, troubles du comportement, diminution des acquisitions, régression du développement intellectuel)

- Chez le jeune enfant (6 mois-6 ans), déficit cognitif et **QI irréversible**

- Hypertension artérielle (+/-)

- Effets néfastes sur le fœtus (malformation, retard de croissance)

Maladie à déclaration obligatoire

Relation dose-effet probablement « sans seuil » → Effets néfastes possibles pour des plombémies < 100 µg/L, notamment sur le développement cognitif et psychomoteur du jeune enfant
Cancérogène possible, groupe 2B (CIRC)

Saturnisme infantile

Intoxication aiguë ou chronique par le plomb chez l'enfant < 18 ans

Conséquences **irréversibles** sur le développement cognitif et psychomoteur

Maladie à déclaration obligatoire (médecin, biologiste)

=> Formulaire Cerfa

- Décrire et évaluer les stratégies de dépistage
- Recenser les cas et les décrire
- Évaluer la prise en charge médicale et environnementale des enfants intoxiqués

« Tout médecin qui dépiste un cas de saturnisme chez une personne mineure doit, après information de la personne exerçant l'autorité parentale, le porter à la connaissance, sous pli confidentiel, du médecin du service de l'État dans le département compétent en matière sanitaire et sociale... »

Depuis 2015, **saturnisme = plombémie >50 µg/L chez enfant < 18 ans** : Abaissement à la suite des recommandations du Haut conseil de la santé publique (HCSPP), car effets sanitaires bien < seuil de 100 µg/L

Saturnisme infantile – Conséquences

Modification du **comportement** (apathie, irritabilité) ; Maux de ventre, constipation ; Troubles du sommeil ; **Difficulté d'apprentissage** ; Mauvais développement **psychomoteur**

Saturnisme infantile – Tests

Chez les enfants à risque

- Approche clinique : souvent absente ; si présente, tardive et non spécifique
- **Dépistage systématique** d'une population définie :
Enfants habitant dans un **quartier ancien dégradé** et bénéficiant d'une consultation de prévention
Enfants habitant ou scolarisés à proximité d'une **source industrielle de plomb** ou sur un site pollué par le plomb
Enfants habitant une **zone d'habitat ancien avec eau du robinet à fort potentiel** de dissolution du plomb, etc.
- Repérage individuel / questionnaire permettant d'évaluer le risque d'exposition au plomb et administré aux âges les plus à risque

Saturnisme infantile – Système de surveillance

- **Signalement** : Recherche des **causes** / Actions de **prévention** primaire et secondaire
- **Notification** : Recensement et **caractéristiques** des cas intoxiqués
- **Surveillance des plombémies**

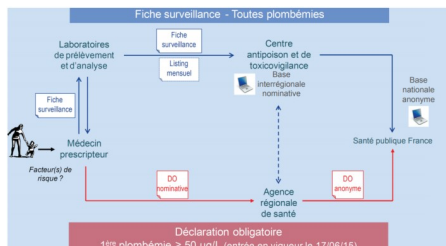
Évaluation des stratégies de **dépistage** (grâce aux données des centres antipoison – CAP)

Évaluation des **modalités de suivi des enfants** intoxiqués ou ayant des facteurs de risque

- Évaluation de la **prise en charge médicale et environnementale** des enfants intoxiqués

Intérêt de la surveillance → Orienter la politique de lutte contre le saturnisme à partir de la description périodique des cas et des facteurs des risques

- Quelle que soit la plombémie La fiche « surveillance des plombémies ; saturnisme chez l'enfant mineur » (Cerfa 12378*03), décrit et caractérise les activités de dépistage : Motif(s) de prescription / Âge et sexe des enfants dépistés / Répartition géographique des enfants dépistés
- Pour les plombémies ≥50 µg/L Fiche envoyée à l'**agence régionale de santé (ARS)** par le médecin → déclaration obligatoire du cas de saturnisme à l'ARS • **Organisation** :



• Enquête environnementale

Déclenchement : plombémie ≥ 50 µg/L Introduite officiellement dans le code de la santé publique (août 2004)

Objectif : **déterminer l'origine de l'intoxication de l'enfant afin que soient prises les mesures les plus efficaces pour la stopper**

Pas de délai obligatoire -> action à améliorer

Méthodes :

- Entretiens, questionnaires
- Visites à domicile et dans lieux fréquentés par l'enfant
- Prélèvements et mesures du plomb
- Apport de connaissances sur la contamination des milieux

Saturnisme infantile – Diagnostic

- Seul examen : prise de sang / plombémie
- **Plombémie** et consultation de dépistage pour les enfants et les femmes enceintes => **prise en charge par CPAM**

- **Dépistage de la femme enceinte et de l'enfant** => Dès 1 seul facteur de risque
Période 2015-2018 : 69 % des plombémies => primodépistage 2 511 cas incidents de saturnisme, 500-722 par an
- Incendie de Notre-Dame de Paris (15 avril 2019) : Entre 15 avril et 30 septembre 2019 : 877 plombémies effectuées 0-18 ans (67 % 0-6 ans)
- Caractéristiques des 12 enfants ≥ 50 µg/L :
 - 9 mois - 7 ans (7 garçons, 6 filles)
 - 2 d'une même fratrie + 2 partageants mêmes lieux de garde quotidienne
 - Enquête environnementale menée dans 12 foyers (dans 10 d'entre eux balcon recouvert de plomb)

Missions ARS

- Réception **DO** d'un mineur
- Conduite de l'**enquête environnementale** permettant de **déterminer les causes de l'intoxication**
- Réalisation de diagnostics techniques (DRIPP) et d'analyses d'eau
- **Mises en œuvre des actions** pour stopper l'intoxication et prévenir d'autres intoxications : mise en demeure de réaliser des travaux, conseils hygiéno-diététiques, etc.
- Définir si **risque d'exposition** au plomb pour un enfant
 - Séjours réguliers dans les lieux aux peintures abîmées ou écaillées ?
 - Grattage supports recouverts de peintures (béton, plâtre, bois, tôle...) ?
 - Jeux à proximité de matériaux de récupération (bois peints, pièces métalliques, batteries, piles...) ou d'un lieu de brûlage ?
 - Présence d'un enfant atteint de saturnisme dans l'entourage ?

Prévention

• Conseils

- Favoriser l'éloignement des enfants des sources d'exposition supposées
- Lavage des mains régulier – **ongles courts**
- Lavage fréquent des jouets
- Veiller à l'équilibre alimentaire (fer-calcium)
- Nettoyage humide des sols – fenêtres (dormant, ébrasure...)
- Si présomption présence canalisations en plomb : ne pas utiliser l'eau du robinet comme eau de boisson, ou faire couler l'eau avant de l'utiliser

- Hygiène et soins personnels

Laver les mains et contour de la bouche des enfants, surtout au moment des repas

Couper régulièrement ongles, surtout si enfants grattent la peinture

Éviter cosmétiques artisanaux (khôl, surma)

- Exposition professionnelle

Se laver et changer de vêtements avant de rentrer dans le domicile (chaussures comprises)

Laisser la tenue à l'extérieur du domicile

- Alimentation :

Éviter les plats en céramique ou en étain de fabrication artisanale (décoratif)

Canalisations en plomb : Purger l'eau ayant stagné dans les canalisations / Eau en bouteille pour les biberons

- Hygiène du logement et du linge

Préférer lieu éloigné des volets et garde-corps abîmé pour étendre le linge

Nettoyer à la serpillière humide

Éviter balais et aspirateurs

Détacher et ramasser écaillés au chiffon humide

Couvrir et nettoyer jouets et poussettes dans les parties communes pour éviter la poussière

Recommandation

- ♣ Réglementation de plus en plus contraignante
- ♣ Sensibilisation des professionnels de santé
- ♣ Insertion d'une note d'information dans les carnets de santé (depuis déc. 2001)
- ♣ **Gratuité du dépistage**
- ♣ **Prise en charge à 100 % par l'assurance maladie**
- ♣ **Suivi médical si plombémie ≥ 50 µg/L**

Saturnisme – Dépistage

Habitat dégradé est le plus gros facteur de risque

Déchets

Définition

Déchet : déchoir, du latin cadere (tomber)

« Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon » (Art. L.541-1-1 du Code de l'environnement – loi du 15 juillet 1975)

Définition unique mais :

- Origine ≠
- Composition ≠
- Devenir ≠
- Conséquences : sanitaires et environnementale

Classification des déchets

En fonction de leur **dangerosité** et de l'**impact potentiel sur la santé** et l'**environnement**

- « **Dangereux** » : explosif, toxique, inflammable, pouvant émettre substances nocives
- « **Inertes** » (≠ non dangereux) : n'évoluant pas dans le temps et ne présentant pas de danger pour l'homme ni de risque de pollution
- « **Ni inertes ni dangereux** » : déchets d'origine diversifiée présentant des compositions dont l'évolution peut générer des nuisances ou des pollutions multiples de l'environnement : ordures ménagères, déchets agricoles, boues de station d'épuration, etc

→ **Nature du déchet conditionne les types de traitement**, la possibilité de **recyclage** ou de **valorisation** et **contraintes de traçabilité**
→ **Réglementation plus contraignante et coûts de traitement plus élevés pour déchets dangereux**

Production dans l'Union européenne

2 503 millions de tonnes (2014) : Volume le plus élevé au cours de la période 2004-2014 / Volume dépend population et taille économique du pays

Production en France majorité de déchets non dangereux • 323,4 millions de tonnes (2016)



Tableau 1 : production de déchets en France par secteur d'activité en 2022

En milliers de tonnes	Agriculture-pêche	Industrie	Construction	Travaux de construction	Tertiaire	Ménages	Total
Déchets minéraux non dangereux	0	1 692	230 235	3 473	887	3 360	239 748
Déchets non minéraux non dangereux	2 143	15 845	14 149	18 172	14 889	27 074	92 071
Déchets dangereux	237	2 432	3 251	3 582	1 128	822	14 252
Total	2 380	19 970	247 635	15 227	17 004	31 956	343 211
Total hors déchets dangereux	2 472	19 247	247 432	15 916	17 016	31 927	330 412

Tableau 3 : production de déchets dangereux, par activité économique, en France en 2022

En milliers de tonnes	Activités	Tonnes
Agriculture, sylviculture et pêche		337
Industries extractives		14
Industries alimentaires, fabrication de boissons et de produits à base de tabac		207
Industries textiles, habillement, cuir et chaussure		5
Travail du bois, fabrication d'articles en bois et en vannerie		5
Industrie papier carton, imprimerie		20
Coïncision et raffinage		50
Industries chimiques et pharmaceutiques, fabrication de produits en caoutchouc et plastique		836
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques		55
Métallurgie et fabrication de produits métalliques		510
Fabrication de produits informatiques, électroniques, équipements électriques, moyens de transport		174
Fabrication de machines, autres industries manufacturières et réparation		45
Production et distribution d'électricité et de gaz		41
Production et distribution d'eau, assainissement, gestion des déchets et dépollution		3 662
Construction		3 051
Tertiaire		1 586
Ménages		893
Total		11 982

Déchets ménagers et assimilés

Déchets de la collectivité	Déchets ménagers et assimilés
Déchets des espaces verts publics	Déchets produits par les ménages et les activités économiques collectées par le service public d'élimination des déchets
Déchets de voirie, marchés	
Déchets de l'assainissement (boues d'épuration)	
	Déchets occasionnels
	Encombrants, déchets verts, débris et gravats...
	Déchets « de routine » = ordures ménagères et assimilées
	Déchets collectés en mélange (ordures ordinaires)
	Ordures ménagères résiduelles
	Déchets collectés sélectivement, soit en porte-à-porte, soit en apport volontaire (emballages, déchets fermentés, câbles, verre...)

Gestion et traitement des déchets

• Directive cadre sur les déchets (Directive n° 2008/98/CE du 19/11/08)

→ Transposée en droit français fin 2010 (Code de l'environnement)

→ Orientations majeures de la politique de gestion des déchets

- Principe du « pollueur-payeur »
 - Principe de proximité « gérer les déchets au plus près du lieu de production »
 - Responsabilité élargie du producteur (REP)
 - Hiérarchie des **modes** de traitement des déchets : Privilégier la réutilisation / Recyclage / Éviter l'élimination
- Réduction à la source → produire le moins possible de déchets voire pas du tout

Stratégie 3R : Réduire / Réutiliser / Recycler → Prévention de production des déchets / → Gestion des déchets

Réutilisation

→ Opération par laquelle des substances, matières ou produits devenus déchets sont utilisés de nouveau

« toute opération de contrôle, de nettoyage ou de réparation en vue de la valorisation par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont préparés de manière à être réutilisés sans autre opération de prétraitement » (Art. L.541-1-1 du **code de l'environnement**)

Recyclage et autres formes de valorisation de la matière

→ **Rôle essentiel comme moyen de lutte contre les impacts environnementaux** liés à la production et à l'élimination des déchets, et pour la **gestion durable des ressources naturelles**

- **Origine** des déchets destinés au recyclage

=> Entreprises : chutes de production, production mise au rebut, équipements hors d'usage et emballages industriels ou commerciaux

=> Ménages : emballages ménagers, journaux/magazines et équipements en fin de vie, tels que les véhicules et appareils ménagers hors d'usage

- **Collecte** des déchets destinés au recyclage

=> Entreprises spécialisées / => Mise en déchetterie

Autres formes de valorisation de la matière

- **Compostage**

=> **Biodéchets** introduits dans un composteur où fermentation en présence d'air = objectif : **retour au sol de la matière organique**

=> Nature des composteurs

- Lombricomposteur (composteur individuel basé sur la digestion des biodéchets par des lombrics) en appartement

- Composteur individuel de jardin pour un foyer

- Composteur collectif (ex : chalet de compostage en pied d'immeuble)

- Composteur industriel

• **Valorisation énergétique** → Mode de ttt à préférer à l'élimination, mais à réserver aux déchets ne pouvant faire l'objet d'une réutilisation ou d'un recyclage

- **Méthanisation** → Dégradation des déchets en l'absence d'oxygène qui produit du biogaz, un mélange gazeux composé en majorité de méthane et de gaz carbonique, et transforme la matière organique initiale contenue dans ces déchets en un produit humide, partiellement stabilisé, appelé le **digestat** => (Déchets méthanisables : déchets organiques d'origine agricole, agro-industrielle ou municipales (biodéchets))

- **Combustibles solides de récupération**

=> Déchets non dangereux, non valorisables sous forme matière dans les conditions technicoéconomiques actuelles, préparés en vue d'être utilisés à des fins de valorisation énergétique en substitution d'énergies fossiles.

Élimination

→ Mode de traitement à éviter le plus possible ; doit être réservé aux « **déchets ultimes** » pour lesquels aucune valorisation n'est possible

- **Incinération sans valorisation énergétique**

- **Stockage en décharge**

Installations de Stockage de déchets inertes (ISDI)

Installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND)

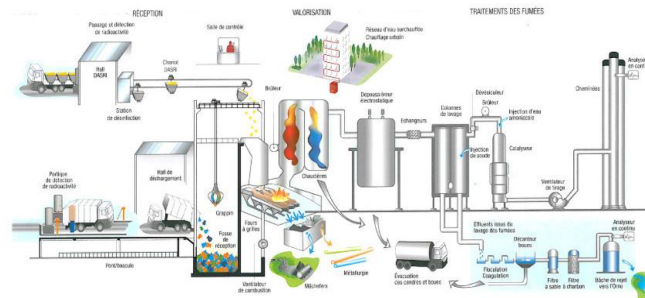
Installations de stockage de déchets dangereux (ISDD)

Installations de traitement des déchets

• **214 Installations de traitement thermique (2016)**

- 121 UOM dont 58 usines équipées d'un dispositif de récupération d'énergie thermique ou électrique (valorisation énergétique)

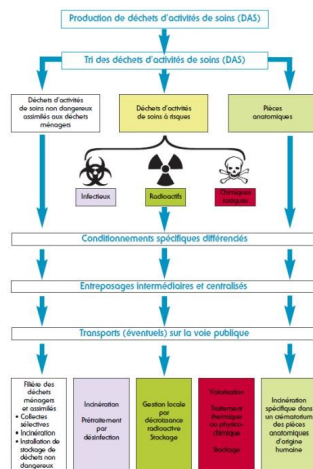
Exemple de l'usine d'incinération de Colombelles (Calvados)



212 Installations de stockage de déchets non dangereux (2018)

Installations de stockage de déchets non dangereux

- Filières d'élimination distinctes



Déchets anatomiques humains : fragments humains non aisément identifiables

Déchets de laboratoire (milieux de culture, prélèvements, etc.)

Matériel de soins évocateur d'une activité de soins et pouvant avoir un impact psycho-émotionnel (seringue, sonde, canule, drain, gant, etc.)

DASRI – Population exposée

- **Personnel soignant** (médical, paramédical)
- **Patients, famille et visiteurs**
- **Agents chargés de l'élimination des déchets** (collecte, transport, centres de tri, unités de traitement)
- **Autres** : gardiens d'immeuble, société de nettoyage

• Risque infectieux

- Présence de **micro-organismes pathogènes**

=> Maladies infectieuses « classiques »

=> Infections opportunistes

- Mode de **propagation**

=> Voie cutané-muqueuse

=> Voie aérienne

=> Contact direct

- Modalités de l'exposition

=> **Tout au long filière élimination : conditionnement, collecte, entreposage,**

- Sensibilité de l'hôte

Risque moyen de transmission après accident percutané avec exposition au sang d'un patient infecté (d'après Geres-Groupe d'étude sur le risque d'exposition des soignant aux agents infectieux)

- 2 à 40 % pour le VHB
- 2 à 3 % pour le VHC
- 0,3 % pour le VIH

transport, traitement

DASRI – Risques associés

• Risque mécanique

- Probabilité de subir une effraction cutanée : coupure ou blessure par les **« piquants-coupantstranchants » (PCT)**

- Associé à la notion de « porte d'entrée » pour les agents pathogènes présents dans les déchets

• Risque psycho-émotionnel

- Risque ressenti

- Crainte de la population ou intervenants de la filière face à la présence de DAS

• Groupes de risque

- Groupe 1 : agents biologiques non pathogènes

- Groupe 2 : agents biologiques pouvant provoquer maladie et propagation dans collectivité possible mais traitement et prophylaxie efficace

- Groupe 3 : idem II + maladie grave

- Groupe 4 : idem III + propagation importante et pas de traitement et prophylaxie efficace

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Susceptible de provoquer une maladie chez l'homme	non	oui	grave	grave
Constitue un danger pour les travailleurs	-	oui	sérieux	sérieux
Propagation dans la collectivité	-	peu probable	possible	élevée
Existence d'une prophylaxie ou d'un traitement efficace	-	oui	oui	non

DASRI – Nature

• Catégories de DASRI

- **Déchets d'activités de soins des établissements de santé (90 %)**

→ Produits dans le secteur des soins hospitaliers, l'industrie pharmaceutique et les installations de recherches et d'enseignement

- **Déchets de soins produits par le secteur diffus (7 %)**

→ Produits par les professionnels de santé en exercice libéral ainsi que les laboratoires d'analyses médicales

- **Déchets de soins et des patients en auto-traitement (3 %)**

→ Patients s'appliquant eux-mêmes leur traitement

DASRI – Producteurs

• Producteurs de DASRI

- **Établissements de santé et assimilés** : hôpitaux, cliniques, maisons de retraite médicalisées, etc. - **Secteur médical diffus** : professionnels libéraux de santé - **Secteur de la santé animale** : vétérinaires, élevages, etc.

- **Ménages** : patients en auto-traitement et utilisateurs d'autotest de diagnostic des maladies infectieuses transmissibles

Établissements et laboratoires de recherche ou industriels - **Autres** : tatoueurs/perceurs, thanatopracteurs Production

• ~ 170 000 tonnes/an

- Établissements de santé : ~155 000 tonnes (**15 à 20 % des DAS totaux**)

- Diffus : entre 9 000 et 13 000 tonnes → Faible production et forte dispersion géographique

- Ménages : ~1 000 tonnes → Très faible production et extrêmement dispersée → **Dispositifs de collecte distincts**

2023 - 2024

Déchets assimilables aux déchets ménagers

• Déchets issus notamment des services

- Hôtels, hébergements non issus des lits des malades

- Services médicaux et médico-techniques non à risque

- Service d'entretien

• **Exemples** : Papiers, cartons - Linges - Etc.

• **Filières d'élimination obligatoires ou volontaires**

DAS à risque chimique et/ou toxique

• Déchets issus notamment des services

- De soins et unités médico-techniques

- Techniques et d'entretien

• Exemples

- Mercure et composés contenant du mercure

- Piles, stimulateurs cardiaques

- Bains de développement

- Médicaments non utilisés

- Solvants

- Etc



Déchets radioactifs

• **Déchets issus notamment** : Services médicaux / Services médico-techniques (**médecine nucléaire, radiothérapie**, etc.)

• **Sources scellées** : Substances radioactives contenues dans des appareils ou des équipements médicaux

• **Sources non scellées** : Généralement utilisées dans les pratiques médicales de diagnostic ou d'expérimentation en laboratoire

Pièces anatomiques d'origine humaine (PAOH)

• Organes ou membres, aisément identifiables par un non spécialiste, recueillis à l'occasion des activités de soins »

• Exemple : Placenta

DASRI (Attention tombe au partiel)

• Déchets d'activité de soins à risques infectieux

• **Présentant un risque infectieux** du fait qu'ils contiennent des microorganismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou on a de bonne raison de croire (...) **qu'ils causent la maladie chez l'homme** - Relevant de l'une des catégories suivantes :

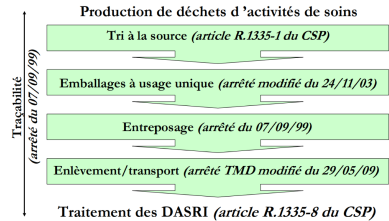
Matériels piquants ou coupants destinés à l'abandon qu'ils aient été ou non au contact avec un produit biologique

Produits sanguins à usages thérapeutiques

Déchets issus des activités de thanatopraxie

2020 - 2021

DASRI – Circuit général de l'élimination



DASRI – Tri des déchets

- Obligation de **tri dès la production** pour :
 - Garantir la sécurité des personnes
 - Respecter la santé publique et l'environnement : s'assurer que chaque déchet suit une filière adaptée
 - Maîtriser les coûts

Si DASRI mélangés dans un même content à d'autres déchets ⇒ Ensemble éliminé comme DASRI

DASRI – Conditionnement

- « Barrière physique » contre les déchets blessants et les micro-organismes pathogènes
- Caractéristiques des emballages de collecte
- Usage unique
- Munis de **fermetures temporaires** (en cours d'utilisation) et **définitives** (avant leur enlèvement pour entreposage) - Couleur **jaune** dominante
- Limite de remplissage
- Marquage : risque biologique
- Identification du producteur
- Exigences **normalisées**

Critères de choix des emballages

- Collecteurs adaptés à la **taille** des déchets à éliminer
- Collecteurs adaptés à la **qualité** des déchets à éliminer
- Précautions d'utilisation
 - Ne pas dépasser la limite de remplissage
 - Ne jamais forcer l'introduction des déchets
 - Porter une attention particulière lors du remplissage et la manipulation des collecteurs

➔ **Choix de l'emballage garantit sécurité des personnes**

TYPE DE DECHETS	EMBALLAGES	Norme AFNOR
Déchets liquides	Fûts et perçoirs pour liquides	NF X 30-506
Déchets piquants, coupants, tranchants	Boîtes à aiguilles et mini-collecteurs	NF X 30-500
	Fûts et perçoirs plastique	NF X 30-505
Déchets mousses	Galettes cartonnées avec sac en plastique (emballages combinés)	NF X 30-507 (groupes)
	Sacs plastiques	NF X 30-508

DASRI – Entreposage

- Suremballage éventuel : **Grand Récipient pour Vrac ou Grand Emballage**
- Réutilisable**, homologué ADR, destiné à l'entreposage et au transport
- Obligatoire si le pré-conditionnement n'est pas homologué ADR
- Durée entre la production et le traitement**
 - >100 kg/sem : 72 heures
 - Entre 15 kg/mois et 100 kg/sem. : 7 jours
 - Entre 5 kg/mois et 15 kg/mois : 1 mois (3 mois si seulement collecteurs de piquants-tranchants) - ≤ 5 kg/mois : 3 mois
- Interdiction de compactage et congélation**

DASRI – Circuit interne en établissement de santé

Principes

- Circuit des DASRI doit s'intégrer dans les autres circuits
- Utilisation des conditionnements primaires ad hoc
- Absence d'entreposage de déchets dans les zones propres
- Évacuation le plus rapidement possible** du service producteur vers le **local d'entreposage intermédiaire**
- Conditionnements primaires préférentiellement placés dans des **conteneurs mobiles** (nettoyés et désinfectés régulièrement avant retour dans les services)

Organisation filière évacuation

- Aucun déchet ne doit demeurer dans la chambre du patient** (sauf précaution particulières)
- Conditionnements adaptés** en nombre suffisant, emplacements prédéfinis
- Possibilité d'entreposage temporaire (local d'entreposage intermédiaire)

- Local d'entreposage intermédiaire** : À l'**extérieur** de l'unité de soins ; À proximité du **circuit d'évacuation** ;
 - Exigences minimales :
 - Réservé à l'entreposage des produits souillés
 - Non chauffé**
 - Sols et parois lavables et désinfectables
 - Éclairage et ventilation efficace
 - Affichages des consignes et des protocoles internes
- Local d'entreposage centralisé** : Entreposage des collecteurs pleins avant enlèvement

Locaux d'entreposage

- Production < 5 kg/mois** : Entreposage à l'écart des sources de chaleur
- Production > 5 kg/mois sur un même site ou regroupement**
 - Locaux exclusivement réservés à l'entreposage de déchets
 - Signalisation de l'usage - Dispositif de fermeture
 - Correctement ventilés et éclairés
 - Sols et parois lavables
 - Arrivée d'eau avec disjoncteur et évacuation (hors services de soins)

DASRI – Transport sur la voie publique

- Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)**
 - ➔ Transports nationaux ou communautaires
 - ➔ Règles d'emballages, de chargement, de transport, de déchargement, de formation du personnel
- Arrêté « TMD »** (transport des marchandises dangereuses) ➔ Territoire national
 - Emballages homologués
 - Véhicule aux normes (aménagement spécifique)
 - Restrictions de circulation
 - Nettoyage et désinfection à chaque déchargement

DASRI – Traitement

- 2 modes de traitement autorisés par le code de la santé publique
- Incinération (régime ICPE)**
 - En incinérateur in situ (n'existe **plus en France – arrêté début années 2000**)
 - En incinérateur spécifique déchets dangereux ou DASRI
 - En co-incinération dans une usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) sous conditions

Pré-traitement par désinfection

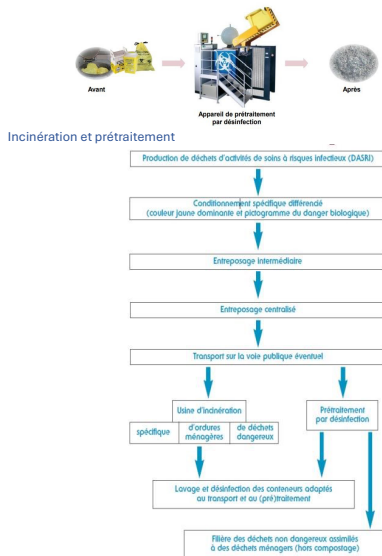
- Rendre les DASRI assimilables à des déchets ménagers puis incinération ou stockage (compostage interdit)
- Appareils validés (ministères santé et écologie)

Co- incinération en UIOM

- Mode d'incinération le plus répandu sur le territoire national
 - Température **> 850 °C pdt 2 s**
 - DASRI traités **≤ 10 % déchets traités** - Introduction directe des DASRI dans le four - Déchets exclus :
 - Sels d'argent et produits chimiques utilisés pour les opérations de développement de radiographies analogiques
 - Produits chimiques, explosifs ou à haut pouvoir oxydant
 - Déchets mercuriels
 - Déchets radioactifs
 - Toxiques volatils
 - Pièces anatomiques et cadavres d'animaux destinés à la crémation ou à l'inhumation
 - Dispositifs médicaux implantables actifs

DASRI – Prétraitement par désinfection

- Rendre les DASRI **assimilables aux ordures ménagères** (Art R.1335-8 Code de la santé publique) - Principe : **réduire la contamination microbiologique** par **désinfection** (physique et /ou chimique) des déchets et **modifier leur aspect** (broyage/galette)
 - En France, les appareils doivent être validés par les ministères en charge de la santé et de l'environnement
 - Installations sur **site producteur ou site prestataire** (arrêté préfectoral d'autorisation)
 - Déchets à exclure du prétraitement par désinfection :
 - Déchets susceptibles de renfermer des **agents transmissibles non conventionnels (ATNC)** ➔ incinération obligatoire
 - Déchets liés à l'utilisation de **médicaments cytostatiques et cytotoxiques**
 - Déchets susceptibles de **nuire au bon fonctionnement des appareils de désinfection** (ex : pièces métalliques de grande taille, prothèses en titane, etc.)



DASRI – Traçabilité

- Suivi des filières d'élimination
- **Bordereau de suivi** (formulaire CERFA) → Assurer traçabilité des déchets et preuve d'élimination pour le producteur responsable
- **Convention** entre producteur et prestataire de collecte et de traitement
- **Attestation de destruction ou récapitulatif annuel**

DASRI – Prévention et risques

- **Mesures générales internes**
- Réalisation d'un état des lieux déchets
- Élaboration des procédures de tri
- Détermination des filières d'élimination
- Désignation de référents « déchets »
- Contrôle du suivi et de l'exécution des procédures
- **Information et formation**
- De l'ensemble des personnes susceptible d'entrer en contact avec ces déchets (y compris les intérimaires, vacataires et stagiaires)
- Adaptée suivant les intervenants et renouvelée à intervalles réguliers
- Rappelée sous forme d'affiches ou de protocoles schématisés
- **Intervenants**
- Équipement de protection individuelle
- Vaccination

DASRI à domicile

- Quels déchets ? **DASRI perforants** : aiguilles, seringues, lancettes, stylos, cathéters, etc.
- Qui est concerné ?
- **Patients en auto-traitement** (~2 millions patients)
- Patients en **autosurveillance** hors structure de soins et sans intervention d'un professionnel de santé • Risques pour qui ?
- Patients en auto-traitement ou leur entourage
- Personnel de collecte et de traitement des ordures ménagères
- Qui est responsable ? → Filière spécifique collecte et traitement de DASRI
- **Responsabilité élargie des producteurs** (REP) : exploitants de médicaments, de dispositifs médicaux et de dispositif de diagnostic in vitro
- Financement et organisation par les metteurs sur le marché des produits générant des DASRI perforants à destination des patients en auto-ttt
- Comment ? Distribution gratuite de mini-collecteurs (boîtes jaunes) pour les DASRI perforants : pharmacies d'officine et pharmacies des hôpitaux **effective depuis 2011**

DASRI à domicile – Élimination

Principe de la responsabilité élargie des producteurs → gestion des DASRI perforants des patients en auto-traitement devra désormais être assurée par les producteurs de médicaments et de dispositifs médicaux. Pour remplir leurs obligations, les producteurs doivent être titulaires d'un agrément ou faire appel à un organisme titulaire d'un agrément Liste des pathologies :

• Acromégalie • Algies vasculaires de la face et migraines • Anémie secondaire à l'insuffisance rénale chronique • Arthrite juvénile idiopathique systémique • Arthrite goutteuse • Choc anaphylactique • Déficits immunitaires traités par immunoglobulines par voie sous-cutanée • Diabète • Dysfonction érectile d'origine organique • Hémophilie sévère A et B • Hépatites virales	• Hypercholestérolémie • Hypophosphatasie • Infection à VIH • Infertilité ovarienne • Insuffisance rénale chronique • Insuffisance surrénale aiguë • Maladie de Parkinson • Maladie veineuse thrombo-embolique • Maladies auto-immunes • Ostéoporose post-ménopausique grave • Retard de croissance de l'enfant et déficit en hormone de croissance
--	---

DASRI à domicile – Élimination – DASTRI

- Association loi de 1901 agréée pour 6 ans (2017-2022)
- **Éco-organisme national** : collecte et traitement des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés (DASRI) perforants de 2 catégories de bénéficiaires (patients en auto-traitement et utilisateurs d'autotests de diagnostic des maladies infectieuses transmissibles)
- **Missions**
- Diffusion **gratuite** de collecteurs « boîtes à aiguilles » auprès des **pharmacies d'officine et des pharmacies à usage intérieur** des établissements de santé
- **Collecte et traitement des « boîtes à aiguilles »** selon réglementations environnementales spécifiques aux DASRI
- Information, communication et sensibilisation des acteurs de la filière
- **Maillage des points de collecte (PDC)**
- Minimum de 14 000 sur l'ensemble du territoire
- ≥1 point de collecte pour 10 000 habitants
- Distance minimale de 15 km
- **Adhérents / producteurs** (Ex Pfizer, Sanofi, Teva et d'autres groupes pharmaceutiques) • Produits à déposer dans la boîte à aiguilles



Boîtes à aiguilles

- LA BOÎTE DE 2L : La boîte de 2L permet aux patients de stocker à leur domicile une plus grande quantité de déchets de soins perforants et ainsi de limiter leurs déplacements pour rapporter ces déchets dans un point de collecte du réseau. Elle est proposée en priorité aux personnes en situation de sédentarité souffrant de pathologies longues durées.
- LA BOÎTE DE 1,5L (remplace la boîte de 1L) : Sa hauteur lui permet d'accepter tout type de stylet injecteur. En outre, l'ouverture de son couvercle a été conçue pour permettre de déposer les applicateurs des capteurs de glycémie en continu. Elle est proposée en priorité aux personnes équipées de lecteur de glycémie en continu et aux utilisateurs de stylos injecteurs de grande taille (avec aiguille selon les exemples).
- LA BOÎTE DE 0,5L (nouvelle référence) : La boîte de 0,5L est la plus petite boîte DASTRI. Elle est proposée en priorité :
 - Aux utilisateurs d'autotests VIH
 - Aux personnes en situation de mobilité réduite
 - Aux personnes auxquelles a été prescrit un traitement de courte durée
 - Aux enfants
- LE CARTON OMNIPOD : Un autre format de contenant existe. Ce petit carton de 2L est livré avec la pompe OMNIPOD aux patients équipés. Ces cartons ne sont donc pas disponibles en pharmacie.

e-DASRI

Déchets d'Activités de Soins à Risque Infectieux avec électronique → Collecte des dispositifs médicaux perforants **connectés** des patients diabétiques (pompe Patch, capteur de glucose...) →

DASRI à domicile – Présentation de la filière

Vidéo présentation de DASTRI : <https://www.dasri.fr/video-de-presentation-de-la-filiere/>



Acteurs

- Commission des filières de responsabilité élargie des producteurs (REP) :** instance de gouvernance qui vient en remplacement de la commission d'harmonisation et de médiation des filières (CHMF) et de l'ensemble des commissions consultatives d'agrément (CCA) existantes, en application du Décret n°2015-1826 du 30 décembre 2015
- Points de collecte :** lieux où bénéficiaires du dispositif DASTRI déposent DASRI perforants. Points d'apport volontaire de profils divers : pharmacies, déchetteries, établissements de santé, laboratoires d'analyses de biologie médicale, etc. (~18 000 PDC en France (Métropole + Outremer))
- Points de distribution :** lieux où les BAA (Boîtes à aiguilles) destinées aux bénéficiaires sont distribuées gratuitement. Ces PDD sont exclusivement les pharmacies d'officines et les pharmacies à usage intérieur (PUI)
- Fabricants de contenants de pré-collecte (BAA, fûts, cartons) :** chargés de la fabrication des BAA, des fûts et cartons destinés à contenir les DASRI perforants des PAT. Les BAA sont ensuite distribuées par des distributeurs aux PDD. Les fûts/cartons sont livrés chez les opérateurs de collecte qui ensuite les distribuent aux PDC afin d'assurer une collecte réglementaire et sécurisés
- Distributeurs**
- Opérateurs de collecte :** sélectionnés par appel d'offres et en charge de l'enlèvement des DASRI auprès des points de collecte pour les acheminer vers les centres de traitement
- Installation de traitement :** installations de traitement en charge de traiter les DASRI selon la réglementation Pour les DASRI piquants-coupants-tranchants, 2 systèmes d'élimination possibles : => Incinération et pré-traitement par désinfection avant élimination en incinération ou en enfouissement
- => Incinération avec valorisation énergétique (privilegiée par DASTRI)
- Relais d'information :** collectivités territoriales, associations de patients, professionnels libéraux de santé, adhérents à l'éco-organisme, les pharmacies, PUI, laboratoires d'analyses de biologie médicale, opérateurs de collecte/traitement de DASRI

DASRI établissements de santé

- Établissements de santé, établissements médico-sociaux (établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD), établissements pour personnes handicapées...), laboratoires de biologie médicale, centres de protection maternelle et infantile (PMI), centres de vaccination, centres de dialyse, centres et maisons de santé, centres de planning familial, centres de dépistage, certains établissements d'enseignement et de recherche...
- Protocole interne à l'établissement concernant organisation et circuit DASRI toutes les étapes de gestion de l'élimination des DASRI : tri, entreposage, collecte, destruction

DASRI – Secteur diffus (ex : milieu libéral)

- Gisement :** 9 -13 000 tonnes/an (ADEME)
- Producteurs :** Médecin libéral ; Infirmier libéral ; Vétérinaire libéral o Laboratoire d'analyses médicales ; Praticiens d'actes corporels - Etc.
- Déchets**
 - « Piquants-coupants-tranchants »
 - Déchets « mous » : pansements, compresses, tissus souillés
 - Déchets anatomiques
 - Échantillons de sang et milieux de culture produits majoritairement par les laboratoires de biologie et d'analyse médicale
- Collecte**
 - Directement chez le producteur => Collecte « porte à porte »
 - En apport volontaire

Point de regroupement rattaché à une activité médicale

Point d'apport volontaire automatique bornes automatiques

Apport dans une déchetterie

Point de regroupement non lié à une activité médicale

Apport en officine de pharmacie (particuliers en auto-traitement) - Traçabilité

Déchets des médicaments anticancéreux

- Circulaire interministérielle spécifique du 13 février 2006
- Médicaments anticancéreux concentrés : Médicaments avant préparation, restes de produits, médicaments périmés → Filière spécifique aux déchets dangereux (incinération)
- Déchets souillés de médicaments anticancéreux : Dispositifs médicaux et matériels utilisés pour l'administration du produit, poches, tubulures, compresses, gants... → Filière DASRI - incinération (prétraitement de ces déchets non autorisés)
- Médicaments non utilisés (MNU) : Résidus de préparation et de perfusion ; Médicaments périmés
- Élimination : Retour au fournisseur / Destruction par incinération
- MNU à usage humain détenus par les particuliers : Reprise via les officines de pharmacie / Filière Cyclamed : collecte et incinération

Cyclamed

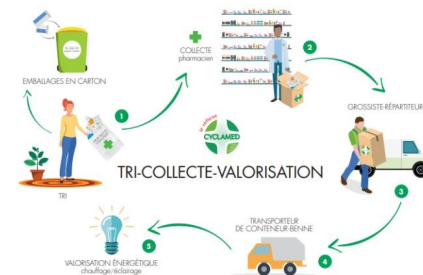
- Créée en 1993
- Association loi 1901 agréée par les pouvoirs publics
- Mission :** collecte et valorisation des mds Non Utilisés (MNU) à usage humain, périmés ou non, rapportés par les patients dans les pharmacies
- Objectif :** sécuriser l'élimination des Médicaments Non Utilisés (MNU), afin de préserver l'environnement et la santé publique
- Actions de sensibilisation et de communication auprès du grand public, des professionnels de santé et de divers acteurs (environnementaux, scolaires, etc.)

Acteurs : Particuliers & Pharmaciens

Depuis 2007, toutes les pharmacies en France ont l'obligation de collecter les Médicaments Non Utilisés (MNU), périmés ou non, à usage humain, rapportés par les particuliers

Après avoir vérifié, que le sac rapporté par le patient ne contient bien que des médicaments (et non des seringues ou aiguilles usagées qui sont des déchets dangereux), le pharmacien les met ensuite dans un contenant en carton Cyclamed

- Grossistes-répartiteurs
- Transporteurs
- Centres de valorisation énergétique (usine d'incinération)

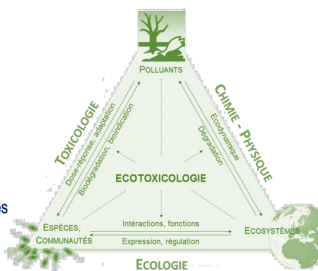


- 80 % de français** déclarent rapporter leurs Médicaments Non Utilisés (MNU) à usage humain, périmés ou non, chez le pharmacien
- 56 % le font toujours**
- En 2018, **10 827 tonnes de MNU collectées (=162 g/habitant)**

Conclusion

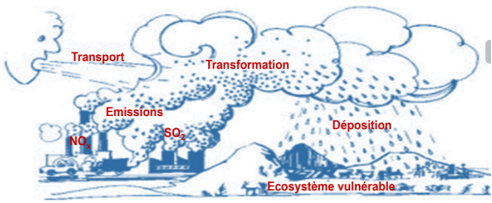
- Améliorer gestion des déchets
- Concilier
- => **Contraintes sanitaires :** protection des personnes (internes et externes)
- => **Aspects pragmatiques :** contraintes de tri, collecte et traitement
- => **Maîtrise des coûts :** investissement et fonctionnement ■ Guides nationaux

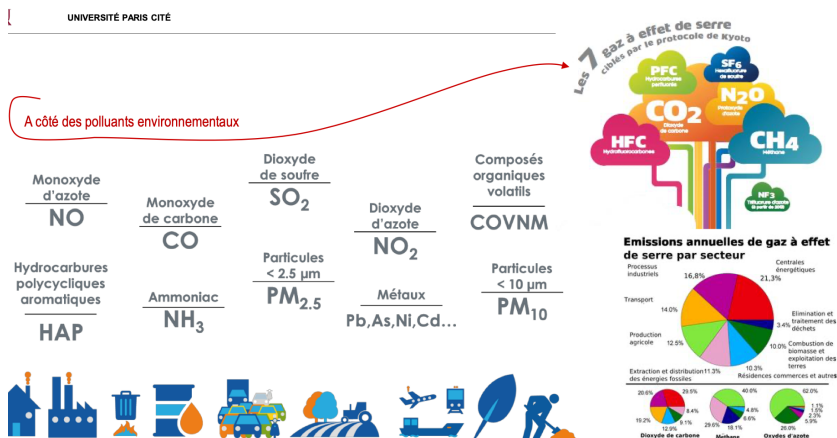
2024 - 2025

Ecotoxicologie		
Définition	Science qui étudie les effets des facteurs chimiques, physiques et biologiques sur l'ensemble des êtres vivants (micro-organismes, végétaux, animaux, Homme) → Etude de l'impact des polluants sur les écosystèmes. Science interdisciplinaire qui ⇒ étudie les effets des substances • chimiques • biologiques • physiques sur • les écosystèmes • les populations • les communautés biologiques • les organismes vivants ⇒ vise à comprendre • les mécanismes d'action • les voies d'exposition • les impacts à court et long terme • les conséquences écologiques et anthropogéniques de ces substances  Impact sur les organismes : Effets toxiques sur la santé, la reproduction, le comportement et la survie des espèces Impact sur les écosystèmes : Perturbation des chaînes alimentaires, perte de biodiversité, altération des fonctions écologiques Conséquences anthropogéniques : Effets indirects sur l'homme via la contamination des ressources naturelles (eau, air, sol, aliments) Approche préventive et réglementaire : Développement de méthodes d'évaluation des risques, de normes de sécurité environnementale et de stratégies de gestion des polluants	
Une communauté vivante	● Biotope: 2022 - 2023 Milieu de vie délimité géographiquement dans lequel les conditions écologiques (T°, humidité..) sont homogènes, bien définies et suffisent à l'épanouissement des êtres vivants qui y résident. ● Biocénose: Ensemble des êtres vivants qui occupent un milieu donné (biotope) en interaction les uns avec les autres, et avec ce milieu Biotope Biocénoses ⇒ Écosystèmes ● Les conditions physico-chimiques st relativement homogènes permettant le dvlpmnt d'un ensemble d'organismes vivants sont: - Conditions climatiques: T°, lumière, humidité - Conditions géologiques: caractéristiques du sol (plaine, montagne, forêt..) - Conditions hydrologiques: eaux souterraines, de surface, mer, glace..	
Les écosystèmes	3 grands types de milieux physiques: - Milieu aérien: l'atmosphère - Milieu liquide ou aquatique: l'hydrosphère - Milieu solide ou terrestre: lithosphère	→ Ecosystèmes terrestres & continentaux (désert...) → Ecosystèmes forestiers → Agro-sysèmes (prairies, savanes...) → Ecosystèmes océaniques / Lotiques / Lentiques

Les grands cycles ne sont pas à connaître	
Cycle du carbone	● Organisme constituant l'essentiel des molécules des organismes vivants ● Inorganique comme par ex CO2 atmosphérique ou celui du calcaire (CaCO 2) Réservoirs de carbone: Atmosphère et Eau Avec des échanges importants par diffusion Stockage du carbone dans tissus animaux Carbone se transforme en glucides, lipides et protéines puis libération sous forme de CO2 par la respiration
Cycle de l'Azote	Azote atmosphérique sous forme élémentaire Transfert vers la surface de la terre par la fixation de l'azote effectuée en grande partie par des bactéries et en partie par les éclairs lors d'orages. Le Diazote est très stable et essentiel à la croissance et au verdissement des végétaux mais l'azote atmosphérique, pourtant abondant, est inutile aux plantes. Les oxydes d'azotes formés à la suite d'éclairs sont entrainés par la pluie vers les sols et les végétaux pourront libérer l'azote et l'utiliser pour leur croissance. Il est dominé par les transformations microbiennes avec des processus de minéralisation et ré-assimilation de l'azote autant dans les océans que sur les continents. Le cycle géologique de l'azote est extrêmement lent
Cycle du soufre	Dans le sol, le soufre est un élément rare, mais essentiel à la vie, qui provient de la la décomposition d'éléments contenant des minéraux soufrés ou du soufre organique restitué au sol par l'activité de micro-organismes. ● Principal source pour les organismes vivants: sulfates SO₄²⁻ qui le transforment en acides aminés sulfurés: cystine, cystéine, méthionine.
Cycle de l'EAU	Il se déroule à la fois sur Terre et dans l'Atmosphère On distingue deux types de réservoirs : ● rôle de conducteurs (cours d'eau et atmosphère) ● rôle d'accumulateurs (glaciers, nappes et océans).

Pollution de la Biosphère	
3 grandes causes	● La production d'énergie ● L'industrie chimique et métallurgique ● L'agriculture intensive La croissance de la pollution est de nature quantitative et liée à une diversification des molécules libérées dans le milieu naturel.

Circulation des Pollutions		
Par un phénomène naturel	Poussière volcanique	→ Poussière et particules sont éjectés dans la stratosphère puis y restent pendant des années ayant pour conséquence de refroidir la Terre. Puis ils retombent petit à petit et l'on peut retrouver des traces de ces gaz éjectés (dioxyde de soufre) ailleurs sur la Terre. Dioxyde de soufre + vapeur d'eau = acide sulfurique en fines gouttelettes (aérosol) → Réchauffement de la Stratosphère & Refroidissement Troposphère → Accélération de la destruction de la couche d'ozone Stratosphérique
	Pluies acides	Accélération de l'érosion naturelle, augmentation de l'acidité des lacs, empoisonnement des lacs, augmentation des maladies respiratoires...
	Cependant après une éruption, il peut y avoir une fertilisation importante des sols sur les pentes d'un volcan : cendres riches en minéraux	
Situation accidentelle	Classement SEVESO → Site qui produisent ou stockent des substances pouvant être dangereuse pour l'environnement	
Pollution anthropique	Un polluant se dispersera très vite dans les différents compartiments => Contamination de la chaîne alimentaire	
Pesticide	PCB (Polychlorobiphényles)	Produit très utilisés entre 1930-1970 pour la fabrication des transformateurs électriques, condensateurs ou isolateurs. ● POP = polluants organiques persistants → se dégradent très peu dans l'environnement → Accumulation dans les sédiments de cours d'eau Principale source d'exposition humaine = Alimentation ● PCB sont à l'origine de l'interdiction actuelle de la consommation de certains poissons dans certaines régions de France car classés Cancérogènes certains pour l'Homme (groupe 1)
	Cholédécou	Molécule très persistante mais n'aimant pas l'eau → Contamination des sols car forte affinité pour la matière organique et les lipides. On ne la retrouve pas dans les bananes Quand on cultive la banane ou la canne à sucre, le risque est que le polluant atterrisse dans l'alimentation des animaux que l'on va par la suite manger. ⇒ Contamination via l'Alimentation ⇒ Cancérogène possible pour l'Homme
Pollution anthropique "Substance polluante naturelle"	Sels	A cause des multiples usines de dessalement → Augmentation de la salinité des eaux ⇒ Conséquences néfastes sur l'écosystème aquatique (posidonie) qui normalement exerce une fonction protectrice des littoraux contre l'érosion marine ⇒ Grand nombre d'espèces animales en péril
Conclusion	Pollution de la biosphère : due à une concentration croissante de gaz polluants qui perturbent l'équilibre des gazs (azote, oxygène et autres). A côté des polluants environnementaux (NO, CO, métaux, particules...), retrouve aussi les 7 gazs à effet de serre (CO2, CH4...). → polluant bio disponible donc assimilable par les organismes est susceptible d'induire des effets sur les êtres vivants : → Bio accumulation au cours du temps dans les tissus (surtout des substances lipophiles) → Bio accumulation tout au long de la chaîne alimentaire → Substances non ou peu bio accumulables mais à action rapide (HAP) Une prise de conscience de la notion Environnement Santé est nécessaire: -Protocole de Kyoto 1997, -Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) 1994, -COP15/18/21 à Paris engageant 195 États avec ratification d'un accord pour stabiliser le réchauffement climatique de 2°C d'ici 2100	



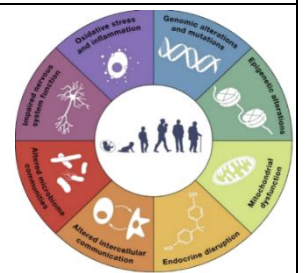
UE O7 : One Health

Généralités

Santé	- OMS = état de complet bien-être ph, mental et social, et ne consiste pas seulement en une ab de maladie ou d'infirmité - Approche ouverte du concept permettant d'intégrer les dimens° socio-éco et environnementales ds la compréhens° de l'état de S. d'un individu et d'une pop - René Dubos = état ph et mental, relativement exempt de gêne et de souffrance, qui permet à l'individu de fonctionner aussi efficacement et aussi lgt que possible ds le milieu où le hasard ou le choix l'ont placé - Considérer la S. comme la résultante d'une interact° entre l'individu et son milieu
≠ impacts	- Sanitaires : patho respi, CV, sys reproducteur... - Environn. : dérèglement climatique, pluies ac, perturbat° faune, contaminat° des sols... - Climatique : effet de serre

Exposome

Déf 2023 - 2024	- Ω des expo environnementales, comportementales et pro auquel est soumis un individu tt au long de son existence - Fenêtre de vulnérabilité = bébé, FE, âgées - La totalité des expo néfastes comme bénéfiques à des agents ch, ph et biologiques en interact° avec le statut physio, milieu de vie et ctx psycho-social, que connaît un organisme vivant de sa concept° jusqu'à la fin de sa vie, afin d'expliquer son état de santé
Eval des risques et impacts sur la santé	- Environnement spécifique ext = tabac, alimentation, act ph, eau... - Environnement gé ext = pollution ext, trafic, espaces verts, climat... - Environnement int = polymorphisme, métabolisme, histoire fam...
Expo ch ds air, sol, eau	- Représentées sous forme d'arbres taxonomiques chimiques. - Chaque cercle = 3 ou 4 arbres basés sur différents sous-environnements
Expo biologiques ds air, sol, eau	- Menaces pour la santé : expositions biologiques, ch, ph - Pop sensibles particulièrement concernées. - Exposome = dynamique, encore en cours de compréhension. - Nbx maladies liées à ces expositions.
≠ Exposomes	- Environnemental : ph, biologiques, ch → ex. bruit, T° - Humaniste : socio-éco, psychologiques, mode de vie → ex. inégalités, pauvreté, alimentation, tabac/vapotage, anxiété, dépression. - Impact sur l'organisme : modulation de l'expression des gènes (génome, épigénome), influence sur la métabolomique, le microbiome et l'immunome



Stress oxydatif et infla

Schéma	
Stress oxydatif	- Entraîne : - Dommages de l'ADN → génotox (= capacité de crtn agents ph, ch ou bio à provoquer l'apparition de dommages à l'ADN pouvant conduire à des mutations irréversibles) - Arrêt cycle cellulaire + apoptose + mort cellulaire → cytotox ⇒ Inflammation des gènes

	• Causes : pollution, tabac, traumatisme, hygiène de vie déséquilibrée, rayons UV, vieillissement, stress, déficit immu, infection, infla
--	---

Altérations épigénétiques	
Méca génétiques	• Mutations génétiques : tt chgt affectant la séquence nucléotidique de l'ADN • Aberrations chromosomiques • Composante irréversible
Méca épigénétiques	• Modif de l'act des gènes sans chgt de la séquence d'ADN • Composante réversible
Déf épigénétique	• L'Ω des mécanismes de régulation de l'expression des gènes influencés par l'environnement et l'histoire individuelle, transmissibles sans modifier la séquence d'ADN, et réversibles. • Information permettant de déterminer où, quand, comment les différents gènes doivent être exprimés
Ex programmation thermique chez l'oiseau	• Une élévation cyclique de la T° d'incubation (+1,7 °C, 12 h/j du jour 7 au 16) modifie l'enrichissement de la marque épigénétique H3K4me3 dans l'hypothalamus. Ces modifications pourraient persister et favoriser une meilleure réponse génique à la chaleur à l'âge adulte

One health = Une seule santé 2024-2025	
Approche globale des enjeux sanitaires 2024-2025	• Considérer la santé comme un tout, à l'interface entre l'Homme, les animaux et l'environnement, à toutes les échelles (locale, nationale, mondiale), afin de trouver des solutions intégrées répondant à la fois aux enjeux sanitaires et environnementaux. • Enjeu : - Favoriser les collab entre acteurs de la SP, animale, végétale et environnementale - Y associer les sc humaines et sociales, notamment l'économie, afin d'aborder les problématiques de façon interdisciplinaire en tenant compte des act humaines
Pq adopter une approche one health	• 60 % des maladies infectieuses humaines ont une origine animale. • De nombreuses épidémies récentes (Covid-19, Zika, Ebola...) proviennent des animaux. • Les act humaines (urbanisation, transports, élevage intensif, déforestation...) jouent un rôle majeur dans la propagation des maladies infectieuses. • L'↗ de la pop mondiale et des animaux domestiques, ainsi que l'intensification des échanges, favorisent la diffusion des pathogènes. • La raréfaction des ressources naturelles et la dégradation des écosystèmes accroissent les contacts entre faune sauvage, animaux d'élevage et humains. • Le chgt climatique modifie la répartition géo des vecteurs de maladies (moustiques, tiques...), facilitant l'émergence de nvl infections
Principe 2024-2025	• Apparu au début des années 2000, à la suite de la recrudescence et de l'émergence de maladies infectieuses. • Principe : la santé humaine dépend étroitement de la santé animale et de la qualité de l'environnement. • Né d'une prise de conscience des interconnexions entre les santés humaine, animale et écologique, et de la nécessité de décroiser les approches sanitaires.
Ex virus de la fièvre catarrhale	• Maladie strictement animale touchant les ruminants domestiques (ovins, bovins, caprins) et sauvages. • Aucune transmission à l'Homme → non zoonotique. • Aucune incidence sur la qualité sanitaire des produits d'origine animale (viande, lait...) • Cq économiques importantes : - Directes → pertes liées aux signes cliniques et à la mortalité des animaux infectés - Indirectes → restrictions commerciales et fermeture des marchés liés à la présence de la maladie
Ex virus Schmallenberg	• Maladie d'élevage touchant uniquement les ruminants (bovins, ovins, caprins). • Se manifeste par :

	- Fièvre, - Chute de production laitière, - Tb de la reproduction et malformations congénitales chez les NN • Non contagieuse directement d'un animal à l'autre. • Transmission vectorielle : virus transmis par des insectes piqueurs du genre <i>Culicoides</i> (moucheron)
Schéma	
Interact° entre S. humaine /animale /végétale /environ.	• Vecteurs : crtn insectes (moustiques, tiques) et acariens transmettent des agents pathogènes à l'Homme, aux animaux ou aux végétaux → chgt climatique modifie leur répartition et act - Ex : l'↑ des T° entraîne prolifération du moustique tigre (accélération de maturation, mutation, transmission, avec nvl souches + virulentes et résistantes) responsable de fièvre jaune, dengue, Chikungunya, zika... • Zoonoses : maladies transmissibles entre l'animal et l'Homme (et inversement) - Ex : gripes aviaire et porcine, brucellose, maladie de Lyme, coronavirus... • Antibiorésistance : l'usage d'ATB en élevage favorise l'émergence de bactéries résistantes, qui peuvent être transmises via l'alimentat°, les animaux ou l'environnement. • Santé des abeilles : dépend de multiples facteurs (agents patho, prédateurs, biodiversité, nutrition, exposition aux pesticides) → Leur déclin menace la pollinisation et dc la production agricole. • Santé des végétaux : parasites, plantes invasives ou concurrentes altèrent la biodiversité et réduisent les rendements agricoles → Impact indirect sur la santé humaine (allergies, toxicité, perte de ressources). • Pesticides : ex du chlordécone, insecticide polluant durablement les sols, eaux et faune, exposant ensuite l'Homme par la chaîne alimentaire. • Santé environnementale : englobe les pollutions de l'eau, de l'air et des sols ainsi que les effets du chgt climatique, qui influencent directement la santé humaine et animale
Ccl approche one health	• Nécessité pr prévenir, détecter et faire face aux enjeux sanitaires survenant à l'interface entre les humains, les animaux et l'environnement • Importance de dvp en pratique cette approche globale et pluridisciplinaire pr pouvoir gérer les grands défis sanitaires de demain Santé mondiale 60% des agents pathogènes qui causent des maladies humaines proviennent des animaux domestiques ou sauvage. 75% des maladies infectieuses humaines émergentes ont une origine animale. 80% des agents pathogènes pouvant être utilisés à des fins de bioterrorisme viennent des animaux Sécurité alimentaire Chaque soir, environ 811 millions de personnes se couchent le ventre vide. Plus de 70% ⁽¹⁾ de protéines animales supplémentaires seront nécessaires pour nourrir le monde d'ici à 2050. Parallèlement, plus de 20% des pertes dans la production animale mondiale sont liées aux maladies animales. Environnement Les humains et leurs troupeaux sont plus susceptibles d'être confrontés à la faune sauvage dans les zones où plus de 25% de la couverture forestière originelle a disparu. Certains de ces contacts peuvent augmenter la probabilité de transmission des maladies. Les activités humaines ont profondément modifié 75% des écosystèmes terrestres et 66% des écosystèmes marins. Economie Les maladies animales menacent directement les revenus des communautés rurales qui dépendent de l'élevage. Plus de 75% ⁽²⁾ du milliard de personnes qui vivent avec moins de 2 dollars par jour dépendent de l'agriculture de subsistance et de l'élevage pour leur survie.

Pollution air extérieur

Surveillance qualité de l'air	
Intro	Exposome: Ensemble des expositions environnementales, comportementales et professionnelles auquel est soumis un individu tout au long de son existence. 3 types d'environnements rencontrés : extérieurs (à l'air libre), semi-clos (transports), clos (bâtiments). ❖ Règlementations : - Loi LAURE sur l'air 1996 : visant à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à définir une politique publique intégrant l'air en matière de développement urbain. ► chaque personne à le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé La loi rend obligatoire : • la surveillance de la qualité de l'air assurée par l'Etat • la définition d'objectifs de qualité • l'information du public ❖ Acteurs en charge de la surveillance de l'air ambiant en France: • Ministère de l'écologie et du développement durable : réglementation et définition des politiques de surveillance • Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) : coordination technique du dispositif et de la gestion d'une base nationale des données sur la Qualité de l'air. • Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) : surveillance pour le compte de l'Etat ⇒ Critères nationaux de qualité de l'air définis dans le Code de l'environnement ⇒ Haut Conseil de la Santé Publique ⇒ Agence régionale des Santé d'Ile de France (ARS)
Indice de qualité de l'air	Indice ATMO (Réseau National des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air) Indice CITEAIR → Européen La réglementation impose PM10 = particules en suspensions inférieures à 10 microns; Abaissement des seuils d'information et d'alerte pour les PM10, respectivement à 50 et à 80 µg/m3 sur 24 heures (au lieu de 80 et µg/m3). Les sites de mesure sélectionnés pour calcul caractérisent la pollution atmosphérique de fond des zones fortement peuplées (sites urbains) ou périurbaines (sites périurbains) : • Indice Atmo pour les agglomérations de > 100 000 habitants • Indice IQA « indice de qualité de l'air simplifié » pour les agglomérations de < 100 000 habitants Airparif : on peut y voir l'évolution des pollutions Principaux objectifs publics • Information du public et des décideurs en matière de qualité de l'air • Respect des règlementations sur la qualité de l'air ambiant • Acquérir des données utiles à la mise en œuvre de politiques de prévention • Mise en place de niveaux de concentration seuil Mesures ➔ Stations de fond • Urbaine : suivi du niveau moyen d'exposition dans les centres urbains • Périurbaine : suivi du niveau d'exposition moyen de la population générale à la périphérie du centre urbain • Rurale régionale : suivi de des écosystèmes et des populations en zone rurale (pollution photochimique notamment) • Rurale nationale : surveillance de la pollution atmosphérique issue des transports de masses d'air à longue distance ➔ Station de proximité • Trafic : informations sur les niveaux maxima d'exposition en proximité des voies de circulation et au cours des déplacements • Industrielle : infos sur les niveaux max d'exposition à proximité des zones industrielles (phénomène de panaches ou d'accumulation)
Les polluants réglementés	❖ NOx (Oxydes d'azotes : NO +NO2) Emissions: toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...). Le monoxyde d'azote (NO) n'est pas toxique pour l'homme aux concentrations auxquelles on le rencontre dans l'environnement mais le dioxyde d'azote (NO2) est un gaz irritant pour les bronches. ❖ SO2 (Dioxyde de soufre) Emission: selon la teneur en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon), activités productrices d'énergie (chauffage) Ce gaz irrite les muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures. ❖ CO (Monoxyde de carbone) Emissions: combustions incomplètes (gaz échappements véhicules ++) A fortes teneurs, le monoxyde de carbone peut provoquer des intoxications. ❖ Particules PM10-PM2,5 Les particules ont essentiellement un impact cardio-respiratoire. ❖ O3 (Ozone) Irritation des muqueuses (œil, appareil respiratoire), oxydatif, ...

	❖ COV (Composés organiques volatils) Irritation et diminution des capacités respiratoires. Certains sont cancérigènes: B(a)P, Benzène, ... ❖ Métaux lourds Accumulation dans l'organisme. Effet toxique à plus ou moins long terme.
AASQA	Mesurage : Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air : ⇒ obligation de surveiller la qualité de l'air, définir des objectifs de qualité, informer et prévenir le public En France, il y a 38 AASQA. ● Plusieurs stations urbaines de fond : elles permettent de mesurer l'évolution de l'exposition moyenne de la population aux polluants atmosphériques (PM10, NO+NO2, O3, SO2) dans les centres urbains ● Stations de proximité automobiles : surveillance des polluants d'origine automobile (CO, NOx, BTX, PM10...) ● Stations de proximité industrielle : Surveillance des concentrations de polluants (SO2, NOx) en proximité d'une source industrielle LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) assure la coordination technique du dispositif national de surveillance. Indice de trafic: - polluants obligatoires : le dioxyde d'azote NOx et les particules PM10 - polluants complémentaires : le monoxyde de carbone CO et les particules PM2.5 Indice de fond: -polluants obligatoires : le dioxyde d'azote NOx, les particules PM10 et l'ozone O3 -polluants complémentaires : le dioxyde de soufre SO2 , le monoxyde de carbone CO et les particules PM2.5
ESMERALDA	Plateforme inter-régionale Objectifs: ● Diffuser des informations relatives à la qualité de l'air ● Disposer d'un potentiel commun d'études et de scénarios locaux et interrégionaux
Recommandations	Normes définies à la suite d'études épidémiologiques ou animales. Série d'actions et de mesures d'urgence afin de réduire ou de supprimer l'émission de polluants dans l'atmosphère en cas de pointe de pollution atmosphérique. Objectif : limiter effets sur santé humaine et sur l'environnement → 4 polluants : Dioxyde de soufre (SO2), Ozone (O3), Dioxyde d'azote (NO2), Particules (PM10) La procédure est déclenchée sur : ● Un critère de superficie : dès qu'une surface d'au moins 100 km² au total sur la région est concernée par un dépassement de seuil d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond. ● Un critère de population : lorsqu'au moins 10 % de la population d'un département sont concernés par un dépassement de seuil d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond. ● Pour le dioxyde de soufre : les procédures préfectorales sont déclenchées dès lors qu'un dépassement de seuil est constaté ou prévu de manière simultanée sur deux stations de mesure fixes du réseau d'Airparif.

Deux niveaux de gravité croissante	
Recommandations	Niveau d'information et de recommandations ⇒ Niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population. La procédure d'information et de recommandation est déclenchée par Airparif: ● Limiter la vitesse des véhicules à moteur ● Eviter les exercices physiques extérieurs ● Ne pas sortir enfant, personnes âgées et autres personnes à risques Niveau d'alerte ⇒ Niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence. La procédure d'alerte est déclenchée pour un polluant donné sur constat ou prévision par Airparif: ● Restriction ou suspension des activités concourant à la pollution (industries et transports) ● Circulation des véhicules. Seuil d'information : ● Vigilance ● Adaptation des traitements ● Aux personnes vulnérables et sensibles → réduire ou éviter les activités physiques et sportives intenses

Rôle du pharmacien	
	• Polluants retrouvés à l'intérieur ainsi qu'à l'extérieur des locaux • Impact des principaux polluants sur la santé humaine • Comment communiquer pour → Informer /Rassurer/ Prévenir

Formation des pics de pollution	
Pics de pollution 2023 - 2024	● En présence d'un couvercle d'air chaud = Situation d'inversion de température → les polluants se trouvent piégés sous un effet de "couvercle" d'air chaud ● Hiver par beau temps (temps froid et sec sans vent): pas de dispersion des polluants particuliers (chauffage, voiture) ● Les périodes anticycloniques, caractérisées par un temps calme avec un vent faible, concourent à une augmentation rapide de la concentration des polluants au niveau du sol ⇒ Variabilité des émissions atmosphériques mais surtout complexité des phénomènes météorologiques qui contrôlent la dispersion des polluants ou au contraire leur accumulation.
Particules	● Gaz Formation particules primaire ⇒ activité humaine et aux phénomènes naturels comme l'érosion éolien ou les embruns marocains Particules secondaires sont obtenus par réactions chimiques des composés gazeux, appelés précurseurs de particules (NOx, SOx, NH3, COV) Les particules en suspension dans l'air constituent ainsi un mélange très hétérogène, tant en taille qu'en composition chimique.

Initiatives	
	● Vélo, trottinettes ● Voitures électriques, transports en communs Risque lié à l'exposition à la pollution atmosphérique des cyclistes plus élevé que le risque d'accidentologie ⇒ Effets sur la santé et sur l'environnement
Ce qu'il faut savo	Maladies susceptibles d'être liées à la pollution atmosphérique sont multifactorielles. La pollution atmosphérique n'est qu'un des facteurs parmi d'autres qui contribuent à l'apparition de pathologies. ● Effets d'exposition à court terme = aiguë / à long terme = chronique Gêne -> inconfort -> Symptômes respiratoires -> Pathologies cardio-vasculaires -> affections du système reproducteur. Populations "à risque": - Nourrissons et jeunes enfants ⇒ appareil respiratoire encore en cours de développement, système immunitaire immature. - Personnes âgées ⇒ vieillissement des tissus, pathologies associées, diminution des défenses immunitaires, insuffisances respiratoire et cardiaque - Personnes souffrant de pathologies chroniques ⇒ personnes immunodéprimées, maladie respiratoire chronique, asthme, maladie cardio-vasculaire, Communiquer pour rassurer la pollution ! Importance du type de polluants Impact de ce qu'on inhale sur la santé humaine
Définition des particules est proposée par l'Afsset (Anses)	« Les particules correspondent à un mélange complexe de substances organiques et minérales en suspension dans l'air, sous forme solide et/ou liquide » Les particules dans l'air constituent un aérosol caractérisé par divers paramètres • nature chimique • concentration en nombre • concentration en masse • taille des particules • répartition granulométrique Aérosol polydispersé : contient des particules de taille différente, allant de quelques nanomètres à plusieurs dizaines de microns. Aérosol très hétérogène : 1- composition chimique ; 2- équilibre entre les phases gazeuse et particulaire Les particules en suspension dans l'air constituent ainsi un mélange très hétérogène, tant en taille qu'en composition chimique

NOx (Oxydes d'azote: NO + NO₂)

Les émissions ⇒ toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...).

Le secteur du trafic routier est responsable de plus de la moitié des émissions de NOx et le chauffage de près de 20%.

Une partie du NO₂ provient de l'oxydation du NO rejeté dans l'atmosphère par l'ozone.

Le monoxyde d'azote (NO) n'est pas toxique pour l'homme aux concentrations auxquelles on le rencontre dans l'environnement mais le dioxyde d'azote (NO₂) est un gaz irritant pour les bronches.

SO₂ (Dioxyde de soufre)

Les émissions de dioxyde de soufre dépendent de la teneur en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon...).

> 50% rejetés dans l'atmosphère par les activités industrielles, production d'énergie (ex centrales thermiques).

Emis par le chauffage résidentiel, commercial ou des entreprises.

Ce gaz irrite les muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures.

CO (Monoxyde de carbone)

Les émissions de monoxyde de carbone ⇒ combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois) surtout gaz d'échappement des véhicules.

A fortes teneurs, le monoxyde de carbone peut provoquer des intoxications.

Les particules (PM₁₀ – PM_{2,5})

Les émissions ⇒ rejets directs dans l'atmosphère toutes activités confondues : domestiques, entreprises, commerces, artisanat, en particulier le chauffage (dont le chauffage au bois), trafic

⇒ Remise en suspension des particules sous l'action du vent ou par les véhicules le long des rues.

⇒ Transformation chimique de gaz :

- dioxyde d'azote ⇒ particules de nitrates
- dioxyde de soufre ⇒ particules de sulfates.

Ces deux dernières sources donnent lieu à des transports de particules à travers l'Europe, comme pour l'ozone.

Les particules ont essentiellement un impact cardio-respiratoire

O₃ (Ozone)

Dans la haute atmosphère

⇒ protection des organismes vivants en absorbant une partie des rayons UV

A basse altitude,

⇒ polluant secondaire toxique pour l'homme et l'environnement
⇒ réaction chimique à partir d'autres polluants, en particulier les oxydes d'azote et des hydrocarbures, sous l'action des rayons UV du soleil

Irritation des muqueuses (œil, appareil respiratoire), oxydatif, ...



COV (Composés Organiques Volatils)

Les émissions ⇒ rejets directs par le trafic automobile, par les processus industriels, par le secteur résidentiel, par l'usage domestique de solvants, mais également par la végétation

⇒ libérés lors de l'évaporation des carburants, par exemple lors du remplissage des réservoirs, ou par les gaz d'échappement.

⇒ Plusieurs familles de polluants font partie des COV :

- **BTEX** (benzène, toluène, éthyl benzène, xylène), autrement appelés HAM (Hydrocarbures aromatiques monocycliques)
- **HAP** (Hydrocarbures aromatiques polycycliques), notamment le benzo(a)pyrène
- **Aldéhydes**, dont le formaldéhyde

Irritation et diminution des capacités respiratoires. Certains sont cancérogènes: B(a)P, Benzène, ...

Les métaux lourds

⇒ le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni).

Les émissions ⇒ rejets directs par combustion : charbon, pétrole, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels

Accumulation dans l'organisme. Effet toxique à plus ou moins long terme.

Effets immédiat	Effet à long terme (expo chimique)
• hospitalisations (environ 2,3% par an) • décès prématurés (environ 0,8% par an)	• environ 2000 décès prématurés par an • maladies chroniques → allergie → asthme → bronchite aiguë → broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) → maladie cardio vasculaire / cardio respiratoire → maladies métaboliques → cancers → ...

Les contaminants biologiques

L'impact des pollens sur la santé → augmentation des allergies avec le dérèglement climatique

La qualité de l'air → impactée par la présence de polluants atmosphériques et d'espèces allergisantes, comme les pollens Prévalence : En 2025, près d'1 adulte sur 3 en France est allergique aux pollens, soit environ 30% de la population adulte Chez les enfants, ce chiffre atteint 20% à partir de 9 ans Cette progression est liée au réchauffement climatique, à la pollution et à l'urbanisation Impact sanitaire : Première cause d'allergie respiratoire en France, avec une explosion des cas (+ 400% en 30 ans) • Allergies : Rhinite, conjonctivite, asthme (réaction du système immunitaire) • Symptômes : Éternuements, nez qui coule, yeux rouges, toux, essoufflement • Populations à risque : Enfants, personnes asthmatiques, personnes âgées Facteurs aggravants • Pollution de l'air (les pollens deviennent plus agressifs en ville) • Changement climatique (allongement des saisons polliniques) • Urbanisation (concentration de pollens et de polluants) Saison pollinique Les allergies commencent dès février dans le sud de la France, avec des pics très élevés dans plus de 75% des départements dès avril Les graminées, responsables de 50% des allergies respiratoires, atteignent leur pic en juin Conséquences pour la santé publique de la combinaison CO₂/pollens/pollution ► Augmentation allergies → explosion des cas d'allergies respiratoires en France et en Europe, avec des symptômes plus sévères et plus précoces. Les enfants, les personnes asthmatiques et les urbains sont particulièrement vulnérables à ces effets combinés	
Mesures de prévention et solutions Prévention individuelle • Consulter les cartes de vigilance pollinique (ex : Atmo France, Pollens.fr) • Limiter les activités extérieures aux heures de pic pollinique (lever et coucher du soleil) • Porter des lunettes de soleil, rincer les cheveux le soir, aérer tôt le matin ou tard le soir • Éviter de faire sécher le linge à l'extérieur Mesures collectives • Végétalisation urbaine adaptée (éviter les plantes très allergisantes) • Sensibilisation via des outils comme les pollinariums sentinelles Innovations et enjeux futurs Nouveaux outils : → Prévisions polliniques par commune, basées sur l'intelligence artificielle et des données météorologiques accessibles Projections : L'OMS estime que 50% de la population mondiale pourrait être allergique aux pollens d'ici 2050, en raison du changement climatique et de l'augmentation des concentrations polliniques	

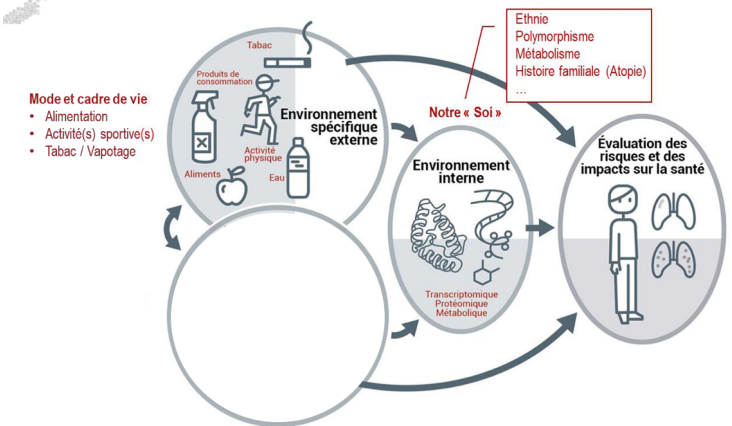
Grand nombre de polluants différents	Nature - Sources - Niveaux - Polluants primaires / secondaires
Exposition des P° hétérogènes dans le temps et espace	Mode et cadre de vie - Lieux fréquentés - Activités
Variabilité individuelle	Sexe - Age - Ethnie - Polymorphisme génétique - Etat de santé et Antécédents → Maladies susceptibles d'être liées à la pollution atmosphérique sont multifactorielles
Effets d'une exposition à court terme - aiguë	manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques aiguës survenant dans des délais brefs (quelques jours, semaines) après l'exposition à la pollution atmosphérique
Effets d'une exposition à long terme - chronique	exposition responsable du développement de processus pathogènes long □ morbidité, décès
Conséquences	De la gêne à l'inconfort : irritations nasales, oculaires, gorge, allergies, eczéma, toux aux symptômes respiratoires : toux, hypersécrétion nasale, expectoration chronique, essoufflement, asthme aux pathologies cardio-vasculaires : infarctus du myocarde, angine de poitrine, troubles du rythme cardiaque aux affections du système reproducteur : baisse fertilité masculine, prématurées ou mortalité intra-utérine

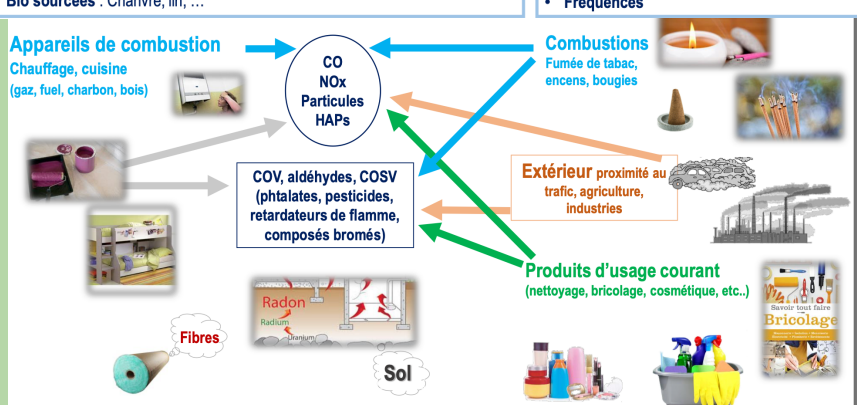
Population vulnérable	Population sensible
Femmes enceintes, nourrissons et jeunes enfants, personnes de plus de 65 ans, personnes souffrant de pathologies cardio-vasculaires, insuffisants cardiaques ou respiratoires, personnes asthmatiques.	Personnes se reconnaissant comme sensibles lors des pics de pollution et/ou dont les symptômes apparaissent ou sont amplifiés lors des pics (par exemple : personnes diabétiques, personnes immunodéprimées, personnes souffrant d'affections neurologiques ou à risque cardiaque, respiratoire, infectieux).

Pollution air intérieur

Source d'émissions

Chocs pétrolière	Hausse brutale du prix de l'énergie → Conséquences • Réduction des consommations d'énergie dans le bâtiment • Construction plus étanche pour limiter les pertes thermiques et faire des économies → Effet pervers : Réduction du renouvellement d'air → dégradation de la qualité de l'air intérieur, sans prise de conscience immédiate
	1980s : Émergence des premiers signaux d'alerte → Début de la prise de conscience scientifique, mais encore faible impact sur les politiques publiques → Premières études sur les polluants intérieurs : formaldéhyde, composés organiques volatils (COV), radon ... → Association probable entre qualité de l'air intérieur (QAI) et santé 1990s – 2000s : Montée en puissance des préoccupations sanitaires → Multiplication des études épidémiologiques montrant l'impact de la qualité de l'air intérieur sur la santé (asthme, allergies, irritations, etc.) → Lien établi entre pollution intérieure et santé des enfants (notamment dans les écoles et logements) → Apparition des premières normes et recommandations (ex. : seuils d'exposition aux COV, normes de ventilation) → Développement des matériaux de construction "plus sains" et des systèmes de ventilation mécanique contrôlée (VMC)
Amélioration de la Qualité de l'Air Intérieur	Besoin fondamental assigné à la Qualité de l'Air Intérieur (QAI) → Identifier l'origine des substances qui causent des effets sur la santé et le confort pour : réduire la présence de ces substances (éliminer la source), réglementer (limiter les émissions), améliorer la ventilation et le traitement d'air, adapter nos comportements . ⇒ Collaboration autour de la connaissance de la qualité de l'air intérieur: travaux réalisés avec des fournisseurs régionaux (ATMO) et nationaux (Anses) de données
	Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) Créée en 2001 État des lieux de la pollution de l'air intérieur: Production et collecte de données → Fournir aux gestionnaires des éléments utiles à l'élaboration de politiques publiques pour prévenir ou limiter les risques → Proposer des recommandations : Identifier, Préciser les origines, Évaluer l'exposition des populations, Faire des recommandations, Aide méthodologique aux organismes Besoin fondamental assigné à la Qualité de l'Air Intérieur (QAI) « Permettre à l'être humain de disposer, en quantité et en qualité, de l'air pour respirer » Constat Pas de valeurs normatives et de réglementation Peu de connaissances concernant • les niveaux d'exposition, • les relations dose effet, • la gravité des effets associés, • la fréquence d'exposition Obligations Identifier l'origine des substances qui causent des effets sur la santé et le confort pour • réduire la présence de ces substances (éliminer la source) • réglementer (limiter les émissions) • améliorer la ventilation et le traitement d'air • adapter nos comportements
	ANSES Dès 2004 l'Anses (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) s'est investie dans le domaine de la qualité de l'air intérieur, notamment au travers de ses activités d'expertise Collaboration étroite avec l'OQAI et le CSTB L'Agence participe notamment au conseil de surveillance et au conseil scientifique de l'OQAI Des campagnes nationales de mesures sont réalisées par l'OQAI s'intéressant à différents environnements spécifiques : • Logements français (CNL) : 1er état de la qualité de l'air intérieur dressé en 2006 avec la publication des résultats sur plus de 30 paramètres de pollution à l'intérieur du logement. Second état des lieux (CNL2) → enquêtes menées jusqu'en 2023. → Campagne financée par les ministères de l'Environnement, du Logement et de la Santé et par l'ADEME • Ecoles maternelles et élémentaires : 301 écoles enquêtées entre 2013 et 2017 → Pollution aux particules fines (PM2.5) omniprésente dans les écoles françaises • Immeubles de bureaux : 2014-2016 : air intérieur, confort thermique, confort acoustique, confort visuel, bureaux, performance, coûts économiques
	PNSE Plan national santé Environnement • 2004-2009 : Action prioritaire : « mieux connaître les déterminants de l'air intérieur et renforcer la réglementation » • 2009-2013 : Améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments et accompagner les efforts d'amélioration de la performance énergétique • 2015-2019 : Réduire autant que possible et de façon la plus efficace les impacts des facteurs environnementaux sur la santé afin de permettre à chacun de vivre dans un environnement favorable à la santé PRSE Plan régional santé environnement Exemple : "Loi Grenelle 1 et 2"

	Approche par pathologies ● Plan Asthme ● Plan Radon ● Plan cancer: actions “anti tabac”, “environnement”
Exposome	• Présence prolongée dans des espaces clos: logement, crèche, chambre, ... => Exposition aux composés organiques volatils, particules fines, formaldéhyde, moisissures, • Période de développement intense et fragile de certains organes comme les poumons et le cerveau Observation de retards de développement, troubles neurologiques, cognitifs ou respiratoires, augmentation de la sensibilité à certaines maladies • Système de défense immunitaire immature → les enfants sont moins aptes à se défendre contre les agents nocifs • Des impacts immédiats... et à long terme (effets « programmés ») → Exposition aux polluants pendant cette fenêtre effets durables via des mécanismes d'épigénétique/ → Effets peuvent silencieux mais pouvant impacter la santé à l'âge adulte (diabète, maladies CV, ...)  The diagram illustrates the Exposome concept. It shows three interconnected circles: 'Environnement spécifique externe' (External specific environment) containing 'Mode et cadre de vie' (Lifestyle and framework of life) with sub-points: Alimentation (Food), Activité(s) sportive(s) (Sportive activity), and Tabac / Vapotage (Tobacco / Vaping); 'Environnement interne' (Internal environment) containing 'Notre « Soi »' (Our 'Self') with sub-points: Ethnie (Ethnicity), Polymorphisme (Polymorphism), Métabolisme (Metabolism), and Histoire familiale (Atopie) (Family history (Atopy)); and 'Évaluation des risques et des impacts sur la santé' (Evaluation of risks and impacts on health) showing a person and lungs. Arrows indicate interactions between these environments. A box labeled 'Transcriptomique, Protéomique, Métabolique' (Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics) is also shown.

Qualité de l'air intérieur Composés gazeux • Radon • Gaz de combustion (NO₂, CO, CO₂, ...) • Composés organiques volatils et aldéhydes • Composés organiques semi-volatils (polluants organiques persistants, POP) : pesticides, phthalates, polychlorobiphényles (PCB), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ... Particules • Issues de la combustion Métaux • Plomb, Nickel, Arsenic, Cadmium • Chrome, Mercure, Sélénium, Zinc Fibres • Amiante, Fibres de verre • Bio sourcées : Chanvre, lin, ... Contaminants biologiques • Moisissures • Bactéries • Endotoxines • Virus • Allergènes d'acariens • Allergènes d'animaux - chat, chien - blattes - rongeurs • Pollens Polluants physiques • Ondes • Ecrans • Fréquences  The diagram illustrates the sources and pollutants of indoor air quality. It shows various sources contributing to indoor air pollution: 'Appareils de combustion' (Heating, cooking (gas, fuel, charcoal, wood)), 'Combustions' (Tobacco smoke, incense, candles), 'Extérieur proximité au trafic, agriculture, industries' (Outdoor proximity to traffic, agriculture, industries), 'Produits d'usage courant' (Cleaning, DIY, cosmetics, etc.), 'Radon', 'Fibres', and 'Sol' (Floor). A central box lists the pollutants: CO, NOx, Particules, HAPs, COV, aldéhydes, COSV (phthalates, pesticides, flame retardants, brominated compounds), and 'Radon'.		
Réglementation	1e démarche: Ventilation	⇒ Fixer des débits d'air extrait
	2e: Étiquetage	« Mettre en place un étiquetage caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction » Apposer un marquage sur les produits de construction afin de renseigner les utilisateurs sur leurs impacts éventuels sur la QAI (action 15) Étiquetage envisagé dans le PNSE basé sur une démarche volontaire des industriels 1. Procédure de qualification des produits de construction sur la base des émissions de COV et de formaldéhyde, et de critères sanitaires (Anses 2009) 2. Déterminer les facteurs d'émission spécifiques du matériau en chambre ou cellule d'essai d'émission Calculer les concentrations d'exposition dans une pièce de référence en utilisant un modèle simplifié tenant compte du taux de charge du produit et du taux de renouvellement d'air 3. Comparer les concentrations d'exposition à des concentrations limites liées à des critères sanitaires

	3 ^{ème} : Interdiction	→ Du plomb dans les peintures → Du formaldéhyde dans les peintures et toutes les colles, vernis...
Valeurs guide OMS	OMS : "Concentration dans l'air d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sanitaire n'est attendu pour la population générale" ANSES : "Concentration dans l'air d'une substance chimique en dessous de laquelle aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles"	
VGAI	Pourquoi définir	⇒ QAI représente un enjeu sanitaire ⇒ Nécessite d'apporter aux pouvoirs publics des éléments utiles à la gestion des risques ● L'Anses travaille à l'élaboration de valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI), fondées exclusivement sur des critères sanitaires. → 11 polluants d'intérêt de l'air intérieur ont été étudiés ● Finalité des VGAI: Evaluation, Gestion et communication
	Méthode d'élaboration de VGAI	→ Etude toxicologique et épidémiologique 1. Synthèse des données disponibles relative à la substance 2. Analyse critique des données recueillies 3. Construction d'une ou plusieurs VGAI ⇒ VGAI proposées pour le ou les effet(s) critique(s) retenu(s), le ou les mécanisme(s) d'action établi(s) et la ou les durée(s) d'exposition pertinente(s)

Polluants		
	11 polluants d'intérêt de l'air intérieur : Formaldéhyde, CO, benzène, naphtalène, Particules, NO2... Classification: ● Haute priorité: formaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, particules, radon... ● Très prioritaire: NO2, allergènes de chien et chat, acariens, toluène, monoxyde de carbone, plomb... ● Prioritaire: composés organiques volatils, biocides, éthers de glycol, phtalates... ● "Non prioritaires"	
Étudier	Questionnaire : renseigner les caractéristiques du bâtiment, Activités humaines Expologie → c'est faire des mesurages de micro-environnement ou personnalisés : on peut utiliser différent type de capteur	
SOURCES	Monoxyde de carbone	1ère cause de mortalité par intoxication en France Signes inauguraux aigus: cardiovasculaires et/ou neurologiques ● incolore, indolore, densité voisine de celle de l'air ● Toute combustion incomplète ● Sources et facteurs favorisant QUESTIONNAIRE → Sources : chauffage, tabagisme , présence d'un garage, mauvaise ventilation MESURAGE → environnement avec des détecteurs actifs ● Depuis 2005, mise en place d'un système national de surveillance des intoxications au monoxyde de carbone piloté par Santé Publique France. SIGNALEMENTS Centre antipoison et de toxicovigilance (CAPTV) → Service de santé environnement de l'ARS → Services communaux d'hygiène et de santé (SCHS) → Appui de professionnels possible : Prescription, si besoin, de mesures correctives ❖ Voie d'exposition pour les agents aéroportés: - Par inhalation: faible hydrosolubilité donc atteinte pulmonaire rapide et diffusion via les membranes alvéolo-capillaires ⇒ HbCO, hypoxie - Par contact - Par ingestion MOYENS RÉGLEMENTAIRES - Dispositif de surveillance (2005) ⇒ Mesures collectives de Santé publique - Renforce la réglementation - Campagnes d'information et de prévention du public ++ → PNSE: réduction de 30 % de la mortalité par intoxication oxycarbonée à l'horizon 2008 → 4 réflexes en cas d'intoxication : - Ouvrir les fenêtres et portes du logement - Arrêter les appareils chauffants et de cuisson - Sortir à l'air libre - Appeler secours et rester en dehors du logement
	Aldéhyde et Composés Organiques Volatils (COV)	● Matériaux de construction et de décoration: solvants, peintures, PVC, tissus... ● Mode de vie: Tabac, bougies parfumées, encens, cosmétiques... SOURCES Aromatiques, Halogénés, Alcanes, cycloalcanes, Alcools/ éther de glycol, terpène ● Formaldéhyde Par inhalation ++, forte réactivité avec les molécules biologiques, Retenue au niveau du nez et trachée ++ Cytotoxique et génotoxique Cancérogène certain pour l'Homme

		→ Questionnaire et Mesurages ● Acétaldéhyde, Benzaldéhyde, Hexanal Matériaux naturels émetteurs : colle utilisées urée formaldéhyde, phénol formaldéhyde, mélamine formaldéhyde
	Benzène	Par inhalation ++, Lipophile donc concentration dans les tissus, MO, cerveau Génotoxique Cancérogène certain pour l'Homme
	Radon	Gaz radioactif Le sol est en général la cause principale de la présence de radon dans l'air intérieur des bâtiments. Émetteur alpha ⇒ irradiation de l'épithélium pulmonaire → Kc poumon ⇒ Cancérogène certain Actions menées par les pouvoirs publics pour réduire le risque lié au radon: mesures, informer, nouvelle réglementation (Plan Habitat prioritaire) ⇒ Détecteur "passif" de particules alpha
	Oxydes d'Azotes NOx	Issus des phénomènes de combustion (appareils fonctionnant au gaz) à haute température par oxydation de l'azote de l'air Par inhalation ++ Tropisme pulmonaire avec lésions inflammatoires et oxydatifs MESURAGE : échantillonneurs actifs et passifs, grille ❖ Syndrome du bâtiment malsain (SBM) Combinaison de symptômes ou de maladies médicalement inexpliqués Santé environnementale - au travail
Bons conseils		Si les mesures montrent une C° de radon > à 300 Bq/m3 mais < 1 000 Bq/m3 → actions simples pour abaisser la concentration • Aérez régulièrement toutes les pièces • Surveillez la qualité de l'air intérieur • Vérifiez et entretenez les systèmes de ventilation (pas d'obstruction) • Rectifier les dysfonctionnements éventuels de la ventilation • Réaliser des étanchements pour limiter l'entrée du radon dans le bâtiment (porte de cave, entrée de canalisation, fissure de sol, etc.) Si niveaux élevés (au-delà de 1 000 Bq/m3) • Faites réaliser un diagnostic par un professionnel pour identifier les sources d'infiltration du radon et les solutions adaptées • Augmentez le renouvellement d'air à l'intérieur des pièces habitées pour diluer le radon, sans causer d'inconfort, conformément aux dispositions de l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements • Traitez le soubassement (vide sanitaire, cave, dallage sur terre-plein) pour réduire l'entrée du radon

Fibres d'amiante		
		OMS définit une fibre comme étant « toute particule solide, naturelle ou artificielle, allongée à bords parallèles ayant • longueur supérieure à 5 µm • diamètre inférieur à 3 µm • rapport longueur / diamètre supérieur à 3 » (Inserm, 1999) Les fibres constituent de manière générale une grande famille subdivisée en une multitude de sous familles selon leur nature physico-chimique et leur origine Très utilisée de par leurs propriétés: résistant au feu/ mécanique et aux agressions chimiques, faible coût... Utilisation de l'amiante jusqu'à interdiction en France Particularité: → Plus une particule est petite plus elle peut pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire → Plus les fibres sont longues et fines plus l'organisme a des difficultés à les éliminer, et plus elles sont dangereuses Risque variable selon type/ taille de fibre, niveau d'exposition
Pathologies associées		⇒ Réaction inflammatoire voire plaques pleurales, fibrose pulmonaire (>10 ans) , Cancer (>20 ans) + Biopersistance et inflammation des macrophages, stress oxydant, génotoxicité Fibroses : → Asbestose, fibrose pleurale Cancers : → Mésothélium, broncho pulmonaire (CBP) → Programme national de surveillance du mésothéliome a été initié en 1998 par l'Institut de veille sanitaire
Réglementation		Nouvelle réglementaire en 2015: VLEP : 10 fibres/L d'air, ANSES recommande 0,03 fibres/L d'air ⇒ Pour la protection contre les risques liés à l'inhalation de poussières d'amiante: -Les entreprises chargées des travaux de retrait et de confinement doivent obtenir une certification auprès des organismes certificateurs accrédités. -Mesures de protection collective et des équipements de protection individuelle. -Le mesurage de l'empoussièrement et le contrôle du respect de la valeur limite par organismes accrédités (concentration moyenne en fibres d'amiante dépasse pas 10 fibres par litre sur 8 heures de travail). -Les travailleurs susceptibles d'être exposés à l'amiante doivent au préalable recevoir une formation spécifique amiante et soumis à une surveillance médicale renforcée et peuvent demander une surveillance post-professionnelle après avoir cessé leur activité. Milieu professionnel: + Maladies professionnelles + Surveillance médicale Obligation d'une expertise Dossier Technique Amiante (DTA) Diagnostic: Repérage des matériaux et produits contenant de l'amiant soit à l'oeil nu sur les parties visibles ou à l'oeil nu avec sondages destructifs

FIVA	Fonds d'indemnisation des victimes de l'amiante → Pour qui ? Victime exposée dans le cadre professionnel, dite "environnementale" (en dehors du cadre pro), les ayants droits d'une victime décédée des suites de sa maladie liée à l'amiante Saisir le FIVA est gratuit ! → Réparation - Les personnes qui ont été exposées à l'amiante dans le cadre de leur activité professionnelle peuvent bénéficier d'une allocation de cessation anticipée d'activité - Toute personne victime des effets de l'amiante peut obtenir une indemnisation de son préjudice → Demande Formulaire fourni par le FIVA et toutes pièces justificatives et certificat médical, Si maladie spécifique à l'amiante: diagnostic vaut preuve d'exposition.
------	---

En conclusion	Fibres de remplacement à l'amiante: silicones minérales artificielles, siliceuses ou non → MAIS l'INRS considère que les fibres céramiques réfractaires sont potentiellement aussi dangereuses pour la santé que les fibres d'amiante ! L'air intérieur = 80% de notre temps Pollution int > ext polluants principaux chim(composants volatils), moisissures Mort prématurés int > ext (milieu int = personne plus vulnérable) Enfant plus fragile car immature du syst respiratoire Pollution domestique = nbrs études scientifiques ● Sources : matériau de construction = source principale ● Effets sur la santé : irritation, infections et pathologie des voies respiratoires, allergie, maladie CV, trbl SN, intoxication aiguës, perturbateurs endocrinienne, cancers Pollution issue de la combustion L'activité humaine Produits d'entretien Pollution biologique (cafard, blattes, animaux de compagnies) Symptôme du syndrome du bâtiment malsain ! Comment agir ? ❖ Qualité de l'air : Aération - aérer tous les jours pendant 30min les différentes pièces de vie - nettoyer les grilles et bouches d'aération une fois par an - ramoner les conduits de cheminées une fois par an - entretenir les appareils à combustion - contrôler le taux d'humidité régulièrement - maintenir une température de 18°C à 20°C et éviter les ambiances surchauffées ❖ Polluants : meubles et ameublements - privilégier l'achat de meubles en bois massif - ne pas coller les meubles contre les murs (laisser 5 cm d'écart) - éviter les moquettes et les lins, opter pour des parquets flottants et des tapis - colmater les fissures et les ouvertures dans les murs et les planchers, ainsi qu'autour des tuyaux ❖ Nettoyage de la maison - ouvrir les fenêtres - vérifier la composition de vos produits ménagers - éviter l'aspirateur et préférer un essuyage humide - éliminer les pots de fleurs qui présentent des moisissures ❖ Précautions pour le bricolage - éviter les insecticides - porter un masque et des gants si vous réalisez des travaux - éviter les sous-sol en terre battue - ne pas faire tourner de moteurs (véhicules, tondeuses, ...) dans des lieux attenants à la maison (garage, atelier ou près des entrées et des fenêtres) ❖ Gestes sains au quotidien - opter pour des plantes dépolluantes - laver les vêtements, les rideaux et les draps à chaque nouvel achat - bannir le tabagisme à l'intérieur - limiter l'utilisation de bougies, d'encens et de parfums d'intérieur - vérifier la composition de vos produits cosmétiques
---------------	--

TOXICITE DES METAUX

Toxicité du plomb (Pb)

Cas clinique : l'enfant malade de peinture

Sources d'expositions	Expositions environnementales ■ Sites industriels (pollution de l'air, ingestion de poussières contaminées) ■ Peintures dans les vieilles habitations (céruse = carbonate de plomb) ■ Eau de boisson, aliments contaminés ■ Ustensiles de cuisine en céramique ou alliage métallique contenant du Pb ■ Objets en plomb (bijoux, vieux jouets...) ■ Cosmétiques traditionnels (khôl) ■ Cigarettes Intoxication par le plomb : jeune enfant ++ Syndrome de Pica de l'enfant Risque de troubles du développement neurocomportemental Tableau n°1 des maladies professionnelles « affections dues au plomb et à ses composés » Expositions professionnelles : Mines (galène = PbS)/ Métallurgie extractive/ Industrie (batteries, chimie, verrerie, pigments)													
Toxicocinétique	A : Voie respiratoire (35%) si vapeurs ou poussières fines (<5µm) Voie digestive (5-10% adultes et 40-55% enfants) Absorption augmentée si carence martiale ou calcique Voie cutané-muqueuse	D : Sang (98% dans les GR) 1 à 2 % charge totale de l'organisme Tissus mous (foie, reins, poumons) 5 à 10% de la charge / Pb bio actif Squelette (os longs) 95% du Pb chez adulte, stockage à long terme, Phosphate insoluble dans réseau d'hydroxyapatite, Pb inactif mais libération possible Passage de la BFP Plombémie NN = Plombémie mère Passage faible dans le lait C° lait 10 x <<	E. 75% urinaire 15% fécale Voie salivaire, cheveux, cutanée... Cinétiques d'éliminations différentes (1 mois dans sang et tissus mous et 10 à 30 ans dans les os)											
	Toxique cumulatif difficile à éliminer obligation de supprimer les sources d'exposition Mesures de santé publique : interdiction du plomb dans l'essence interdiction dans les peintures changement canalisations réhabilitation logements insalubres... Abaissement du seuil définissant le saturnisme infantile en 2015 : 50 µg/L		Le plomb n'a pas de rôle physiologique Pas de valeurs normales physiologiques Le plomb peut avoir des conséquences sur la santé même à faible concentration SATURNISME = Problème de SANTE PUBLIQUE											
Mécanisme de toxico Et effets toxiques sur le fœtus	1/ Inhibe la synthèse de l'hème (dans la mitochondrie et le cytoplasme) 2/ inhibe la biosynthèse de la globine urine 3/effets sur le GR : - Inhibition de la pyrimidine 5 nucléotidase : granulations basophiles - Inhibe-la Na⁺/K⁺ ATPase : diminution de la vie des GR par fragilisation de la membrane - Thioloxydative : complexe avec les groupements SH des résidus cystéine 4/Effets sur le SN SNC : perturbations neurocomportementales baisse du QI SNP : altération gaine de myéline baisse vitesse de conduction du potentiel d'action 5/ effets sur le rein - Plombémies basses : baisse de la FG - Plombémies élevées : syndrome de Toni Debré Fanconi toxicité épithélium tubule proximal, lésions glomérulaires (fuites glucose, AA, Ca, K...) et stimulation possible du Système RAA 6/ effets sur le système vasculaire : HTA													
Surveillance de la plombémie	INTOXICATION CHRONIQUE = SATURNISME Signes corrélés à la plombémie Plus sévères chez le jeune enfant de moins de 6 ans Saturnisme > 50 µg/L (déclaration obligatoire) mais effets sans seuil ! Plombémie > 25 µg/L : existence probable au moins d'une source d'exposition dans environnement (surveillance à 3 mois, information sur les risques...)													
Examens complémentaires et suivi	- Bilan hématologique : Hb, GR, Ht - Frottis sanguin : granulations basophiles, sidéroblastes - Recherche des carences : Fe, Ca, Zn - Recherche des intermédiaires de l'hème : accumulation de protoporphyrine IX et PPZ et augmentation ALA plasmatique et urinaire - Bilan rénal : Recherche de calcium, glucose, phosphate protéine de BPM (RBP ou alpha 1 microglobuline) - Examen neurologique complet : IRM, scanner cérébral - Radiologie de l'abdomen et des os longs (bandes denses métaphysaires)													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4f81bd; color: white;"> <th>VBI</th><th>(Population générale) ANSES 2019</th><th>(Exposition professionnelle) Suivi individuel renforcé</th><th>(Exposition professionnelle) Retrait du poste de travail</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Homme</td><td>85 µg/L</td><td>200 µg/L</td><td><400 µg/L</td></tr> <tr> <td>Femme</td><td>60 µg/L (40 µg/L en âge de procréer)</td><td>100 µg/L</td><td><300 µg/L</td></tr> </tbody> </table>			VBI	(Population générale) ANSES 2019	(Exposition professionnelle) Suivi individuel renforcé	(Exposition professionnelle) Retrait du poste de travail	Homme	85 µg/L	200 µg/L	<400 µg/L	Femme	60 µg/L (40 µg/L en âge de procréer)	100 µg/L
VBI	(Population générale) ANSES 2019	(Exposition professionnelle) Suivi individuel renforcé	(Exposition professionnelle) Retrait du poste de travail											
Homme	85 µg/L	200 µg/L	<400 µg/L											
Femme	60 µg/L (40 µg/L en âge de procréer)	100 µg/L	<300 µg/L											

	SUIVI : - Surveillance clinico-biologique normalisation du bilan biologique Retentissement cognitif à long terme et sur le développement staturo-pondéral - Corrections des carences (Fe, Ca, Zn), vitamine B9											
Intoxication	INTOXICATION AIGUE : rare Signes digestifs, hépatiques, rénaux, neurologique Plombémie toujours élevée	INTOXICATION CHRONIQUE = SATURNISME Signes corrélés à la plombémie Plus sévères chez le jeune enfant de moins de 6 ans Saturnisme > 50 µg/L mais effets sans seuil !										
Symptomatologie	Préclinique Troubles hématologiques - Inhibition synthèse hème - Hémolyse discrète - Anémie modérée : hypochrome et microcytaire chez l'enfant (car fréquemment associée à une carence en Fe) et normochrome et normocytaire chez l'adulte Clinique chez l'enfant Manifestations neurocomportementales - Troubles cognitifs : baisse QI (> 12 µg/L) et performances scolaires - Troubles de l'attention, troubles auditifs - Encéphalopathie saturnine subaiguë (400-500 µg/L) voir sévère >700 µg/L (HT intracrânienne, convulsions, parfois délires polymorphes) Troubles de la reproduction et du développement - risque avortement pendant grossesse, ralentissement croissance intra-utérine et du développement après naissance, retard de la puberté Manifestations rénales - corrélation négative plombémie et DFG, discrets effets tubulaires (> 400 µg/L) et syndrome de Toni-Debré-Fanconi (1500-2000 µg/L) Clinique chez l'adulte - Atteinte rénale ↘ DFG, risque IR chronique, ↗ PA (faibles concentrations) - Troubles de la reproduction : risque HT gravidique (faibles concentrations) - Neuropathies périphériques (> 700 µg/L) : Tremblements puis polynévrite sensitivo-motrice (doigt, poignet) - Douleurs abdominales diffuses et « Colique du plomb » (> 1000 µg/L) - Risque de décès (> 2000 µg/L) Centre international de Recherche sur le Cancer Organisation mondiale de la Santé - CANCEROGENICITE - Catégorie 2A (CIRC) « cancérogène probable pour l'homme » - Non classés cancérogène par l'union européenne plombémie Liseré c 											
PEC enfant	Détection et retrait de la source d'exposition jusqu'à l'âge adulte Si enfant de moins de 6 ans : variable fonction plombémie <table><tr><th>Plombémie chez l'enfant</th><th>Prise en charge</th></tr><tr><td>> 25 µg/L</td><td>Conseils hygiéno-diététiques</td></tr><tr><td>< 250 µg/L</td><td>Recherche des troubles neurologiques</td></tr><tr><td>< 450 µg/L</td><td>Recherche de complications Discussion d'une éventuelle chélation</td></tr><tr><td>> 450 µg/L</td><td>Traitement chélateur en milieu hospitalier Prise en charge symptomatique</td></tr></table>		Plombémie chez l'enfant	Prise en charge	> 25 µg/L	Conseils hygiéno-diététiques	< 250 µg/L	Recherche des troubles neurologiques	< 450 µg/L	Recherche de complications Discussion d'une éventuelle chélation	> 450 µg/L	Traitement chélateur en milieu hospitalier Prise en charge symptomatique
Plombémie chez l'enfant	Prise en charge											
> 25 µg/L	Conseils hygiéno-diététiques											
< 250 µg/L	Recherche des troubles neurologiques											
< 450 µg/L	Recherche de complications Discussion d'une éventuelle chélation											
> 450 µg/L	Traitement chélateur en milieu hospitalier Prise en charge symptomatique											
PEC Antidote	Acide dimercapto-succinique (DMSA) ou Succimer (Succinapal) • Peu d'effets secondaires (odeurs des excréta) • Utilisé en 1^{ère} intention (Plombémie entre 450 et 700 µg/L) • Cure de 5 jours avec ré-administration possible <i>VO, f. hydrosoluble (gélules)</i> EDTA-calcique <i>IV lente</i> • Chélation moins spécifique (fixe oligoéléments dont Zn) • Fonction rénale à surveiller • Utilisé si DMSA impossible • si plombémie > 700 µg/L : association DMSA et EDTA-Ca, cure de 5 jours, hydratation et ré-administration possible BAL (British anti Lewisite) <i>IM sol. huileuse</i> • Dououreux et mal toléré • Ne doit plus être utilisé Antidotes = Traitement chélateur en cure Formation de complexes solubles éliminés par le rein Chez adulte (Plombémie > 750 µg/L) Chélation Hyperhydratation											
Prévention	• Intérêt +++ dans le dépistage du saturnisme infantile • Système national de surveillance pour les plombémies infantiles • Dépistage de la fratrie • Comportement PICA • Dépistage recommandé : femmes enceintes et nourrissons • Alimentation équilibrée (Fe, Ca) • Lavage des mains	• Lavage des fruits et légumes... • Nettoyage des surfaces • Eloigner les enfants des zones de travaux • Habitats anciens à risque (rénovation, déménagement) Baisse de l'exposition aérienne +++ depuis essence sans plomb toxique ubiquitaire										

Toxicité du mercure (Hg)

Différentes formes de mercure -> Propriétés et toxicités différentes !

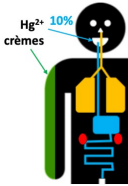
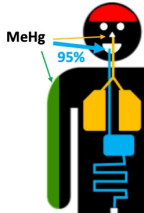
- **Forme élémentaire : Hg métallique** à risque d'exposition par inhalation. Passe facilement de l'état liquide aux vapeurs, **tox par inhalation**
- **Dérivés inorganiques : sels mono ou divalents** (HgCl₂, HgS...) **toxicité par ingestion, modérément par contact**
- **Dérivés organiques** : généralement plus toxiques que les dérivés inorganiques surtout les dérivés alkylés (méthyl-mercure MeHg+) (plus stable dans les milieux biologiques + liposolubilité), **tox par ingestion**

Utilisation et circonstance d'exposition

Hg métal	• Industrie électrique : piles, ampoules à vapeur • Industrie chimique : cathode • Fabrication d'appareils de mesure et de labos (thermomètres médicaux mais arrêt en Fr en 1999) • Récupérations de métaux précieux • Préparations d'amalgames (alliages) notamment dentaire
Dérivés inorganiques	• Industrie électrique : piles, batterie • Pigments • Poudres détonantes des feux d'artifice • Industrie chimique : catalyseurs • Antiseptiques dans crèmes et savons anti-acnéiques, éclaircissants cutanées (Afrique +++, interdit en Fr et aux USA dans les cosmétiques)
Dérivés organiques	• Antiseptiques (stoppé en Fr en 2006) • Industrie et agriculture (interdits aux USA et en UE) • Dans les vaccins avec le thiomersal = conservateur dans certains vaccins (toxicité non démontré) (mascara) Conservateurs dans certains mascara
Principales sources de méthyl Hg	Vient de la méthylation du mercure inorganique émis par les centrales électriques au charbon, les incinérateurs de déchets... Le Hg inorganique se dépose dans les lacs, cours d'eau où il est méthylé par des bactéries sédimentaires → Contamination eau et chaîne alimentaire Méthylation = processus de résistance ou de détoxification pour la bactérie / Augmentée par l'acidification et les pluies
Cas de Minamata	Suspense policier dans les années 50 au Japon Apparition de pathologies neurologiques sévères au sein de familles de pêcheurs habitant le long de cette baie Tableau clinique : paralysies sévères, troubles neuropsychiques, malformations chez les enfants avec troubles neurologiques et psychiques handicapants, morts nés Bilan : 600 morts et 3000 malades 2 indices : Famille se nourrissant de produits de la pêche dans cette région Grosse entreprise chimique Chisso qui utilise le mercure comme catalyseur de synthèse chimique et qui déverse ses effluents dans les eaux de cette baie BIOMETHYLATION : Identification en santé environnementale de la BIOACCUMULATION (accumulation au cours du temps chez l'animal) et BIOAMPLIFICATION (gros poissons mangent les petits) La maladie fœtale de Minamata Passage barrière placentaire Paralysie d'origine cérébrale, ataxie, tremblements, crises convulsives, retard mental chez l'enfant Alors que la mère possède peu ou pas de symptômes Effets tératogènes
Amalgames dentaires	• Hg métal amalgame les autres métaux : formation de plombages (Ag, Zn, Sn, Cu..) • Responsables de maladies chroniques ?? Alzheimer ?? Sclérose en plaques ?? • Relargage majoré de vapeurs de Hg augmenté quand macher, bruxisme NON PROUVE SCIENTIFIQUEMENT • Donc pas totalement interdit en France • Depuis 2018 : interdiction pose amalgame chez femme enceinte ou chez enfant de moins de 15 ans • Utilisation de polymères alternatifs • Recyclage des eaux usées des dentistes
Mercure et orpailleurs	• Exposition professionnelle principale (autres : salariés usines fabrication chlore) : hydrargyrisme professionnel) • Exposition chronique aux vapeurs de Hg • Orpillage : traitement des boues aurifères avec du Hg qui forme un amalgame avec l'or • Contamination des mineurs et des eaux (transformation en Hg organique)

Toxicocinétique du mercure (ADME)

Hg métal, sous forme de vapeur	Sels de Hg inorganique	Dérivés organiques : cas du MeHg+
--------------------------------	------------------------	-----------------------------------

→ voie pulmonaire (Abs. alv. 80%) Distribué rapidement à tous les organes Rapidement oxydé par la catalase cellulaire en Hg²⁺ Hg²⁺ se fixe sur les protéines sanguines et tissulaires (membranes, mitochondries, lysosomes), conjugué aux groupements thiol (-SH) Mécanisme d'action de Hg²⁺ : Toxicité thioloprive - Grande affinité pour le soufre - Modification de structure des protéines et de leur activité - Compétition avec Zinc : inhibition des enzymes à Zn S'accumule dans le rein (se lie à la métallothionéine → rôle protecteur ?) Avant son oxydation, Hg métallique est très lipophile et passe la BHE, puis est oxydé dans le cerveau où l'ion Hg²⁺ reste piégé dans les lysosomes; longue 1/2 vie (entre 40 et 90 jours) S'accumule dans le SNC : Excrétion principalement rénale, avec latence due au stockage 	→ Voie cutanée (crèmes) → voie digestive (HgCl₂: Abs. Dig. 10%) Distribution et élimination de façon similaire à Hg métal mais passent peu la BHE (moins lipophiles) S'accumulent dans le rein (organe cible principal) → tubulopathies, glomérulopathies 	→ Voie pulmonaire / voie cutanée en milieu professionnel → Voie digestive (Abs. Dig. 95%) en population générale, par les aliments contaminés Accumulation dans GR Thioloprive Distribution dans le sang : essentiellement intra-érythrocytaire (70 à 90 %, fixé aux thiols intra-cellulaires ; thioloprive). Très lipophile, il passe la BHE (transport actif), s'accumule dans la substance grise / cellules de Purkinje (beaucoup moins dans le rein). Passe la barrière placentaire et s'accumule dans le SNC du fœtus. → Toxique cumulatif pour le SNC, comme le Hg métal longue 1/2 vie (35 à 189 jours) Élimination principalement biliaire 
--	--	--

Intoxication par le Hg métallique et ses dérivés inorganiques

Intoxication aiguë	- L'inhalation accidentelle (rare) de grandes quantités de vapeurs de Hg entraîne essentiellement des manifestations pulmonaires avec un syndrome pseudo-grippal (asthénie, fièvre, céphalée, dyspnée, toux) Manifestation digestives : - Hg métallique peu absorbé, pas d'intox par voie digestives. - Le HgCl₂ : irritant, douleurs abdominales, vomissements sanglants... Manifestations cutanées : - sels de Hg irritants (contrairement à Hg métal) - Hg et sels : allergènes	
Intoxication chronique = Hydragryrisme d'origine professionnelle	Hg métal	Liée à l'expo aux vapeurs d'Hg d'origine professionnelle Organe cible = SNC à troubles non-spécifique (céphalées, asthénie, tremblements...)
	Dérivés inorganiques	Organe cible = rein à accumulation de Hg²⁺ dans les tubules proximaux à tubulopathies, glomérulonéphrites apparition progressive d'une stomato-gingivite
	Amélioration des conditions de travail avec ↓ du niveau d'exposition En revanche, ↑ de l'exposition d'origine écologique par dérivés organiques	

Prise en charge de l'intoxication au Hg

Dosage	Milieux biologiques : sang, cheveux, urinaire i(inorganique total) Sanguin pour apprécier exposition récente - T% normaux < 1-3 µg/100 mL - Premiers signes entre 20-50µg/100mL Cheveux pour apprécier exposition à long terme; reflète aussi une élévation transitoire - T% normaux ≈ 0,3 à 4µg/g - T% > 150µg/g lors d'intoxication
Traitement	Élimination par chélateurs dès 1ers signes : DMSA : ac 2,3 dimercapto-succinique DMPS : ac dimercaptopropane sulfonique - Traitement symptomatique - Interdire toute nouvelle exposition à Hg et aux neurotoxiques

Réglementation

- **VLEP : Valeur limites d'exposition professionnelle contraignante** (8h/j, 40h/semaine) dans l'air des locaux de travail a été établie en Fr pour le mercure et les composés bivalents du mercure. VLEP mercure : 0,02 mg/m³ (8h)
- **DHTP : dose hebdomadaire tolérables admissible provisoire** à dose pouvant être consommée chaque semaine durant la vie entière, sans incidence sur la santé du consommateur Norme (2003) : 1,6 µg/kg/semaine
 - Limiter conso de poisson **1 à 2 fois/semaine par Oméga-3**
 - Consommer plutôt des **sardines et maquereaux** que des poissons de hautes mers (thon, espadons, dorade...) - Dans 100 g d'espadon = 100 µg de MeHg
- **Règlement européen en 2017** = aligner le droit européen sur la Convention internationale de Minamata d'oct 2013 à objectif de protéger la santé humaine et l'environnement contre les rejets anthropiques de mercure et de ses composés dans l'air, l'eau et le sol, en limitant ou bannissant l'utilisation et le commerce de ce métal dans les produits et les procédés de fabrication.

Toxicité du Cadmium (Cd)

Caractéristiques physicochimiques

- Métal rare, très malléable, très résistant à la corrosion
- Catalyseur chimique : réaction de polymérisation Sous-produit de l'industrie du Zn et du Pb
- Utilisation courante mais réglementée

Sources d'exposition et utilisation

Cd et sels	• Cd métal (80% du Cd utilisé) : électrodes, batteries, accumulateurs... • Oxyde de Cd : accumulateurs, agent catalyseurs pour cadmiage électrolytique • Autres sels de Cd : cadmiage électrolytique, pigments (colorants peintures), ...
Exposition en milieu professionnel	Exposition à des vapeurs ou fumées contenant du Cd (soudures, fabrications des pigments ou d'accumulateurs)
Exposition de la population général	• Pollution atmosphérique • Eau • Source alimentaire • Tabagisme

Toxicocinétique du Cadmium

Absorption	Distribution	Elimination
• Fumées et vapeurs de cadmium : essentiellement absorbées par voie respiratoire. • Faible absorption digestive (3 -7%) : influencée par facteurs nutritionnels Carence en fer favorise l'absorption Alimentation riche en fibre limite l'absorption	Dans le sang, il est à 95% intra-érythrocytaire, lié à Hb. Dans le plasma il est lié à l'albumine. Sa 1/2 vie sanguine est d'environ 100 jours. Il est rapidement distribué au foie où il induit la synthèse de la métallothionéine (MT), une petite protéine de transport riche en -SH à laquelle il se lie → neutralisé. Le complexe Cd-MT est redistribué à tous les organes, notamment le rein, où il est excrété puis réabsorbé par les cellules tubulaires contournées proximales. Dans ces cellules, les enzymes lysosomales détruisent la MT → libération de Cd²⁺ qui se lie de nouveau à une MT cytoplasmique. Capacités de synthèse en MT dépassées → le Cd (libre) exerce sa toxicité sur les tubules rénaux.	C'est un toxique cumulatif dont la 1/2 vie d'élimination de l'organisme est de 20 à 40 ans !! le Cd se concentre dans foie et reins (50 à 75% de la charge totale). Charge moyenne à 50ans : 10-40 mg (reins) Elimination par les urines, faible et lente Bonne corrélation exposition / excrétion en cas de exposition Elimination urinaire : 1/2 vie = 20 à 40 ans dysfonctionnement rénal associé à [Cd] urinaire <2µg/g créatinine chez non exposés ≈ 10µg/g créatinine chez individus exposés

Intoxication au Cadmium

Intoxication aiguë au Cd		
Voie digestive	2023 - 2024	Voie respiratoire
Aliments ou eaux contaminés (rare) Vomissements sanglants, douleurs abdominales, diarrhées, myalgies Troubles électrolytiques, hypovolémie Insuffisance rénale aigue • Dose létale = 350 à 500 mg avec collapsus CV, acidose métabolique, CIVD Prise en charge • symptomatique • Evacuateur (si radio abdomen sans préparation (opacités))		Inhalation fumées oxyde de Cd « Fièvres des métaux » ou « Fièvre du lundi » ou « Fièvre des fondeurs et des soudeurs » et pneumopathie chimique Symptômes 4-8h après l'exposition : syndrome pseudo-grippal Fièvre 39-40°C, malaise, frissons, céphalées, nausées, toux, hyperleucocytose radiographie normale • Phénomène de tolérance : avec répétition des expositions, diminution symptômes • Après un arrêt de travail (WE), la tolérance peu disparaître : Fièvre du lundi !! • Guérison spontanée, sans séquelles sans traitement sauf antipyrétiques... • Ou/ Pneumopathie cadmique aiguë : apparition après quelques heures Aggravation du syndrome grippal en bronchoalvéolite hémorragique => décès dans 10 à 25 % des cas Chez survivants : pas de séquelles et pas de traitements

• Pas de ttt spécifique chélateur (pas de consensus)	
--	--

Intoxication chronique au Cd 2023 - 2024	
Atteinte rénale principalement	Néphropathie tubulaire distale (fuite de protéines de bas PM : RBP, alpha 1 et 2 microglobulines, glycosurie, hyperphosphaturie, fuite phosphocalcique avec lithiase urinaire) Stade plus avancé : tubulopathie proximale et néphropathie glomérulaire : fuites de protéine de haut PM (albuminurie) : IR progressive Corrélation entre premiers signes cliniques et Cd U > 2-10 µg/g de créat Corrélation entre premiers signes cliniques et Cd atmosphère travail >700 à 1200 µg/m3
Atteinte osseuse	Ostéomalacie (défaut de minéralisation) et parfois ostéoporose diffuse Maladie endémique « Itai-Itai » (Japon, fleuve et riz contaminé par Cd) • Atteinte respiratoire : irritation, rhinite chronique, hyposmie, anosmie / Atteinte dentaire : dents jaunes cadmique
Cancérogène du groupe 8	Certain chez animal (reprotoxicité) pas de preuve chez l'homme • Excès de cancers broncho-pulmonaires mais imputation difficile (coexposition)

Prise en charge de l'intoxication au Cd

Dosage	- Surveillance Cd U Reflet de l'exposition chronique et de la charge corporelle si fonction rénale normale Normes : < 1 µg/g de créat non fumeurs / < 2 µg/g de créat fumeurs / < 5 µg/g de créat travailleurs exposés - Autres indicateurs : Cd sang, microglobuline U (atteinte tubulaire), albuminurie (atteinte glomérulaire) - Surveillance Cd S (sang total) Reflet exposition récente (3-6 mois) Interprétation : Interférence avec tabac et alimentation
Réglementation	VLEP : La VLEP (8h) indicative pour le cadmium est fixée à 0,004 mg/m3. Mesure préventive : aspiration des fumées, port d'EPI, informer les travailleurs de certaines règles (pas manger, pas fumer sur le lieu de travail...) DHTP 2009 = 2,5µg / kg / semaine DHTP

Toxicité chronique de l'Al : exposition répétée 2022 - 2023	
Généralités	- Très abondant (3e élément le plus abondant de la croûte terrestre) et très utilisé - Exposition naturelle par l'air, l'eau, les roches - Insoluble dans l'eau - Dans LES SOLS : l'acidification du milieu contribue à augmenter la solubilité de l'Al (mobilité sous forme de Al3+ hydraté) : contamination possible d'eaux de ruissellement (rivières) et eaux d'infiltration (nappes phréatiques) - Dans L'AIR : transport dans atmosphère sous forme de particules (diamètre inférieur à 2 µm) donc dépôt au sol à côté des sources d'émissions - Pas de dégradation dans l'environnement = PERSISTANT - Utilisation très importante dans l'industrie - Les sources d'exposition sont naturelles et humaines : - Émission par les sols ou les roches - Activité volcanique - Industrie minière, fonderies - Agriculture, combustion du charbon - Échappements des automobiles Présents dans tous les aliments en très faible quantité : additifs, migration contenant/contenu RECOMMANDATIONS : Utiliser ustensiles en acier inoxydable/ Conserver dans bocaux en verre/ Remplacer par papier sulfurisé pour conservation
Eau du robinet	- Présence lors ruissellement eaux - Lors du ttt des eaux (agents floculants à base de sulfate d'Al pour éliminer particules organiques) sauf Paris (remplacé par chlorure ferrique) - Norme 0,2 mg/L respectée dans 99% des stations de traitement = source d'exposition mineure / alimentation
Dans les médicaments	Médicaments anti-acides anti-douleurs, remontées acides brûlures d'estomac qui contiennent des sels d'Al peu solubles (pansements gastriques) donc peu absorbés (hydroxyde d'Al : Al(OH)3 - Attention posologie jusqu'à 1200 mg d'Al/jour et DJT (OMS) = 1 mg/j/kg pc - Alternatives : anti acides à base de bicarbonate de soude, carbonate de Ca ou hydroxyde de Mg
Dans les cosmétiques	Dentifrices, rouges à lèvres, teintures capillaires, après-shampooings, anti-transpirants... Déodorants anti-transpirants : sels d'aluminium (chlorhydrates...) forment des bouchons (gel polymère d'hydroxyde d'Al) insolubles au niveau des canaux sudoripares empêchant la sueur temporairement d'atteindre la surface de la peau → Acidité de la sueur : dissolution partielle des bouchons et A cutanée Pierre d'Alun naturelle : sulfate double d'Al et K, controverse sur le fait que cette forme présente une meilleure sécurité (moins d'absorption d'Al)
Dans les vaccins	Adjuvants dans vaccins (voie IM) avec sels d'Al - Permettent un relargage progressif de l'antigène vaccinal - Favorisent la réponse immunitaire et la production d'anticorps Exposition par voie parentérale (hémodialyse, nutrition parentérale) - Présence dans les solutions de dialyse et préparations de nutrition parentérale - Si IR, accumulation Al 1ers effets toxiques décrits chez patients dialysés
Toxicocinétique	Absorption faible (alimentation source principale) (0,1 à 1%) : 2 à 200 µg/j (hors antiacides) Inhalation (1 à 3%) (0,016 à 2,8 µg/j) Par contact <0,1% (peu de données)
Toxicité aiguë de l'Al	- Chez l'homme : modérée à faible - Pas de décès imputable à l'ingestion ou inhalation de fortes quantités d'Al

	• Cas d'ulcération des lèvres et de la bouche • Les formes solubles (AlCl3, AlF3, Al2(SO4)3) sont plus toxiques que les insolubles car meilleure biodisponibilité • Chez animal : DL 50 grande variabilité entre les études
Toxicité chronique 2024 - 2025	Effets avérés chez l'homme : Effets non retrouvés en population générale ++++ • Historique : 1921, voie respiratoire en milieu professionnel • Atteinte du SNC : encéphalopathies, troubles psychomoteurs en particulier chez hémodialysés • Atteinte du tissu osseux : observées chez hémodialysés (mais en diminution !) avec dépôt au niveau os empêchant incorporation Ca et interaction avec parathormone à l'origine de la réduction de la formation osseuse Toxicité chronique de l'Aluminium Effets suspectés (et controversés) • Maladie d'Alzheimer : observations d'anapathologie avec dépôt d'Al sur des plaques séniles mais pas de lien de causalité directe • Cancérogénicité : étude suggérant une association entre exposition professionnelle aux poussières contenant de l'Al et apparition cancers pulmonaires et vessie (mais facteurs confondants) • Classé CIRC groupe 1 (1987) « cancérogène certain chez l'homme » • Pas de lien direct cancer du sein/ utilisation anti transpirant contenant Al (même si âge plus précoce d'apparition cancer sein chez utilisateurs, augmentation concomitante cancer et vente...). Les études ont des niveaux de preuve faible (petits échantillons, biais méthodologiques, résultats contradictoires...) • Atteinte du système immunitaire/SNC : cas des adjuvants de vaccins Un petit nombre de personnes développent des MFM ou myofasciite à macrophages a avec accumulation d'Al dans le muscle, à l'origine de douleurs chroniques musculaires et troubles cognitifs : CONTROVERSE et OMS 1999 :« lien non établi, ne justifiant pas de modifier les recommandations concernant l'utilisation des vaccins

Réglementations, recommandation

- **Eau** : **[Al] < 0,2 mg/L** (référence de qualité)
Mais il apparait souhaitable de viser un objectif de 0,1 mg/L par référence aux recommandations de l'OMS.
- **Alimentation** : à travers le Monde, on estime pour une grande majorité d'individus entre 5 et 12 mg/j l'apport d'Al lié aux denrées alimentaires (hors eau), soit 8 à 20% de la **DJT (Dose Journalière Tolérable, fixée par l'OMS) qui est de 1 mg/j/kg pc → Pas jugé préoccupant**
- **Cosmétiques** : Afssaps (ANSM) en 2011 : **restriction de [Aluminium] < 0,6% dans produits cosmétiques + recommandation de ne pas les utiliser sur peau rasée / épilée**
- **Produits de santé (vaccins, anti-acides)**: intégrer la notion de bénéfice/risque des produits incriminés et des autres stratégies thérapeutiques disponibles
 - **Vaccins** : aucune modification des recommandations (risque non prouvé)
 - **Anti-acides** : respecter la posologie + utiliser de façon épisodique (+ attention aux personnes insuffisantes rénales)

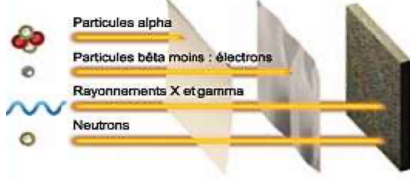
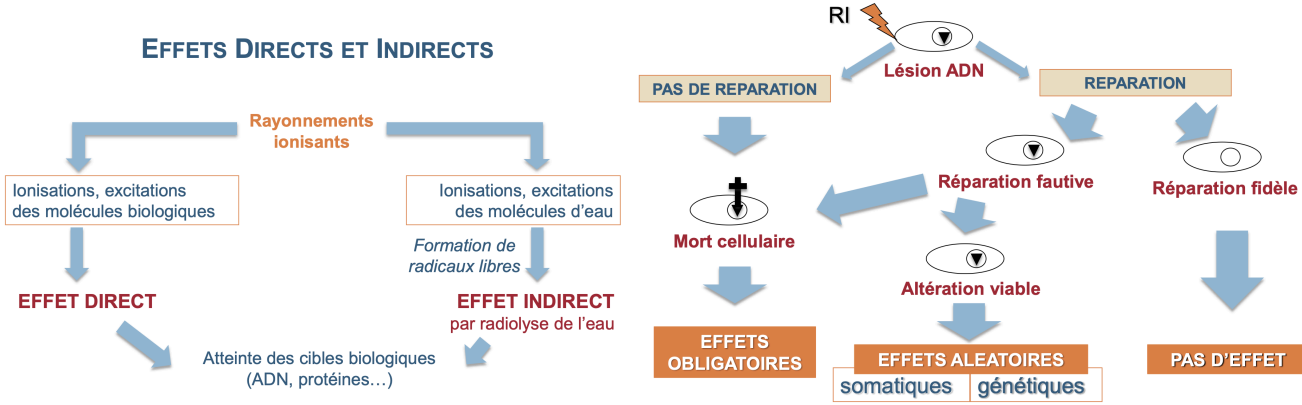
Rayonnements ionisants

Organisation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Radioprotection : Ensemble des moyens destinés à protéger les individus des rayonnements ionisants tout en permettant leur utilisation

ASN 2023 - 2024	Autorité de Sûreté Nucléaire ● Indépendante de toute tutelle ministérielle ● Assure, au nom de l'Etat, le contrôle du nucléaire pour protéger le public et l'environnement des risques liés aux activités nucléaires et contribue à l'information des citoyens. ● S'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) → Mission de contrôle Réglementer, Autoriser, Contrôler (inspecter et sanctionner), Contribuer à la gestion des situations d'urgence, Informer
IRSN 2023 - 2024	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire ● Établissement public, indépendant mais placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de l'Environnement, de l'Industrie, la Recherche, de la Santé et de la Défense → Mission d'expertise et de recherche Expertise et recherche, Veille permanente, Surveillance, Inventaire des sources de RI, Formation en radioprotection
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs ● Établissement public, indépendant mais placé sous la tutelle conjointe des ministres de l'Environnement, de l'Industrie et de la Recherche ● Chargée de la gestion à long terme des déchets radioactifs produits en France, indépendante des producteurs de déchets → Récolte les déchets à demi-vie longue (> 100 jours) Gestion des déchets radioactifs, Exploiter et surveiller, Rechercher des solutions de stockage, Sécuriser et remettre en état les sites

Rayonnements ionisants

TLE	→ Transfert linéique d'énergie ● Reflète la nuisance biologique des RI ● Plus le TLE est grand, plus une grande quantité d'E est cédée sur une petite distance (ou épaisseur de tissus) → Dans les tissus biologiques, dégâts d'autant plus importants que l'E cédée localement par la particule incidente est grande																		
Parcours des RI	 <table><tr><th></th><th>Air</th><th>Eau, tissus</th></tr><tr><td>α</td><td>10 cm</td><td>quelques μm</td></tr><tr><td>β</td><td>1 m</td><td>1 mm</td></tr><tr><td>X, γ</td><td>> 10 - 100 m</td><td>10 cm</td></tr><tr><td>neutrons</td><td>> 10 - 100 m</td><td>10 cm</td></tr></table>		Air	Eau, tissus	α	10 cm	quelques μm	β	1 m	1 mm	X, γ	> 10 - 100 m	10 cm	neutrons	> 10 - 100 m	10 cm			
	Air	Eau, tissus																	
α	10 cm	quelques μm																	
β	1 m	1 mm																	
X, γ	> 10 - 100 m	10 cm																	
neutrons	> 10 - 100 m	10 cm																	
Effets biologiques des RI A connaître 2023 - 2024	EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS  <table><tr><th>Effets déterministes</th><th>Effets stochastiques</th></tr><tr><td>Liés à la mort cellulaire</td><td>Liés à la transformation cellulaire</td></tr><tr><td>Seuil</td><td>Pas de seuil</td></tr><tr><td>Obligatoires</td><td>Aléatoires</td></tr><tr><td>Gravité proportionnelle à la dose</td><td>Gravité indépendante de la dose Probabilité proportionnelle à la dose</td></tr><tr><td>Eventuellement réversibles</td><td>Généralement irréversibles</td></tr><tr><td>Caractéristiques</td><td>Non caractéristiques</td></tr><tr><td>Généralement précoces ou à moyen terme</td><td>Tardifs</td></tr><tr><td>Syndrome d'irradiation globale aiguë Brûlures radiologiques</td><td>Cancers radioinduits Mutations génétiques</td></tr></table>	Effets déterministes	Effets stochastiques	Liés à la mort cellulaire	Liés à la transformation cellulaire	Seuil	Pas de seuil	Obligatoires	Aléatoires	Gravité proportionnelle à la dose	Gravité indépendante de la dose Probabilité proportionnelle à la dose	Eventuellement réversibles	Généralement irréversibles	Caractéristiques	Non caractéristiques	Généralement précoces ou à moyen terme	Tardifs	Syndrome d'irradiation globale aiguë Brûlures radiologiques	Cancers radioinduits Mutations génétiques
Effets déterministes	Effets stochastiques																		
Liés à la mort cellulaire	Liés à la transformation cellulaire																		
Seuil	Pas de seuil																		
Obligatoires	Aléatoires																		
Gravité proportionnelle à la dose	Gravité indépendante de la dose Probabilité proportionnelle à la dose																		
Eventuellement réversibles	Généralement irréversibles																		
Caractéristiques	Non caractéristiques																		
Généralement précoces ou à moyen terme	Tardifs																		
Syndrome d'irradiation globale aiguë Brûlures radiologiques	Cancers radioinduits Mutations génétiques																		

Grandeurs et unités d'exposition

Dose absorbée D Rend compte de l'énergie déposée = 1 joule par kilo de matière irradiée Unité : Gray (Gy) $\times W_R$ Dose équivalente H Tient compte de la nature et de l'énergie du rayonnement Unité : Sievert (Sv) $\times W_T$ Dose efficace E Tient compte de la nature du rayonnement et de la sensibilité différente des tissus Rend compte des effets sur l'homme Unité : Sievert (Sv) Dans le cas d'une contamination interne : Dose équivalent engagée H_T Dose efficace engagée E_T	
Activité radioactive	→ nombre de désintégrations radioactives par unité de temps Unité : Becquerel (Bq) = 1 désintégration par seconde
Dose absorbée	→ énergie absorbée par unité de masse de matière Unité : Gray (Gy) Nécessité de prendre en compte le type de RI, car 1Gy provenant d'une source β ne produira pas les mêmes effets biologiques que 1 Gy provenant d'une source α !
Dose équivalente	→ Dose absorbée par le tissu (T) ou l'organe, pondérée selon le type et l'énergie du rayonnement (R) Unité : Sievert (Sv)
Dose efficace	→ Somme des doses équivalentes pondérées, délivrées par exposition interne et externe, aux différents tissus et organes. Unité : Sievert (Sv)
DPI	= Dose efficace engagée par unité d'incorporation Dose délivrée à l'organisme suite à l'incorporation d'un radionucléide Ce coefficient prend en compte la voie d'entrée du radionucléide (inhalation ou ingestion), la durée pendant laquelle il sera présent dans l'organisme, sa forme physico-chimique, le type de population et pour le public, l'âge Unité : Sv/Bq

Exposition et risques associés																							
Modes d'exposition 2024/2025	Exposition externe	Source radioactive située à l'extérieur de l'organisme, sans contact cutané Exposition globale ou partielle ● Diminuée/arrêtée par l'interposition d'écran ● Diminue avec la distance ● Proportionnelle à la durée																					
	Contamination externe	● Contact direct de la source radioactive avec la peau. ● Pénétration possible à travers la peau (altération cutanée ou plaie) ● Risque de contamination interne Personne contaminante pour elle-même et son entourage																					
	Contamination interne	Incorporation de substances radioactives dans l'organisme par : → ingestion (Eau, lait, aliments contenant des radionucléides) → inhalation (Substances radioactives volatiles, gaz) → voie cutanée (plaies) Gravité dépend :	● des caractéristiques physiques du RN ● de l'activité déposée ● du temps de contact (période effective) Personne contaminante pour elle-même et son entourage																				
	<table><tr><th>Danger relatif</th><th>α</th><th>β</th><th>X, γ</th><th>n</th></tr><tr><td>Exposition externe</td><td>Sans danger</td><td>0/+</td><td>++</td><td>+++</td></tr><tr><td>Contamination externe</td><td>Sans danger</td><td>+++ (brûlures)</td><td>++</td><td></td></tr><tr><td>Contamination interne</td><td>+++</td><td>+++</td><td>++</td><td></td></tr></table>				Danger relatif	α	β	X, γ	n	Exposition externe	Sans danger	0/+	++	+++	Contamination externe	Sans danger	+++ (brûlures)	++		Contamination interne	+++	+++	++
Danger relatif	α	β	X, γ	n																			
Exposition externe	Sans danger	0/+	++	+++																			
Contamination externe	Sans danger	+++ (brûlures)	++																				
Contamination interne	+++	+++	++																				
Période effective	Élimination de substances radioactives de l'organisme: ● Physique (décroissance de la moitié des noyaux radioactifs) = Période physique T_p ● Biologique (élimination de la moitié des molécules administrées) = Période biologique T_b → Période effective T_e : Résultante des périodes physique et biologique																						

	Cosmiques	- rapidement avec l'altitude - 0,3 mSv/an - Rayonnements cosmiques primaires : Origine galactique, haute énergie - Rayonnements cosmiques secondaires : Origine : interaction des rayonnements cosmiques primaires avec l'atmosphère « Radionucléides cosmogéniques » Seuls ces radionucléides cosmogéniques atteignent le sol
--	-----------	--

Expositions naturelles 2024/2025 (~70% de la dose totale reçue)	Telluriques	● 0,5 mSv/an (hors Radon) ● Origine : radionucléides « primordiaux » apparus au moment de la formation de la terre ● Exposition en fonction de la nature des sols, Plus important dans les régions granitiques ● Argile, Granit, Pechblende																																
	Eau et Aliments	→ Contamination interne par ingestion ● 0,2 mSv/an																																
	Radon	→ Contamination interne par inhalation ● Émanations très sensibles aux conditions météorologiques (vent, soleil, pluies, froid) ● Risque cancérigène au niveau pulmonaire ● 1ère cause d'exposition : 43% - 1,5 mSv/an																																
Expositions artificielles 2024/2025 (~27% de la dose totale reçue)	Médicales	● Domaine de l'imagerie médicale → Exposition externe ● Administration de radionucléides → Exposition interne 2024/2025																																
	Industrielles	Voies d'atteintes de l'Homme: Expositions externe et interne ● Représente < 2% de l'exposition à la radioactivité artificielle ● Surveillance réglementaire de l'environnement autour d'une CNPE Activités industrielles: →Irradiation agroalimentaire →Radiographies industrielles →Traitement stérilisants →Jauges à niveau à radio-isotopes →Détecteur à ionisation →Datation archéologique au C14 →Irradiation industrielle de matériaux pour les rendre plus résistants																																
	Accidents nucléaires	● Fukushima ● Tchernobyl																																
	Déchets radioactifs	Définition : toute substance contenant des radionucléides naturels ou artificiels pour laquelle aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée et dont le niveau de radioactivité ne permet pas la décharge sans contrôle dans l'environnement Tout détenteur ou producteur de déchets est responsable de ses déchets jusqu'à leur élimination Les déchets radioactifs doivent être gérés de manière spécifique, en fonction de : - leur niveau de radioactivité = quantité de rayonnements émis par les radionucléides contenus dans les déchets<table><tr><td>> milliard Bq/g</td><td>haute activité (HA)</td></tr><tr><td>100000 < < milliard Bq/g</td><td>moyenne activité (MA)</td></tr><tr><td>1000 < < 100000 Bq/g</td><td>faible activité FA)</td></tr><tr><td>< 100 Bq/g</td><td>très faible activité (TFA)</td></tr></table> - leur période physique = temps au bout duquel l'activité initiale du radionucléide est divisée par deux<table><tr><td>< 100 jours</td><td>vie très courte</td><td>Gestion par décroissance sur site de production</td></tr><tr><td>≤ 31 ans</td><td>vie courte (VC)</td><td rowspan="2">Gestion par l'ANDRA</td></tr><tr><td>> 31 ans</td><td>vie longue (VL)</td></tr></table> Classification des déchets radioactifs français en fonction de leur mode de gestion <table><tr><th rowspan="6">ACTIVITÉ</th><th colspan="3">PÉRIODE</th></tr><tr><th>Vie très courte (Période < 100 jours)</th><th>Vie courte (Période ≤ 31 ans)</th><th>Vie longue (Période > 31 ans)</th></tr><tr><td>Très faible activité (TFA)</td><td rowspan="3">Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis évacuation dans les filières conventionnelles</td><td>Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage - Cires)</td></tr><tr><td>Faible activité (FA)</td><td>Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)</td></tr><tr><td>Moyenne activité (MA)</td><td>Stockage de surface (Centre de stockage de l'Aube - CSA)</td></tr><tr><td>Haute activité (HA)</td><td></td><td>Stockage réversible profond (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)</td></tr></table>	> milliard Bq/g	haute activité (HA)	100000 < < milliard Bq/g	moyenne activité (MA)	1000 < < 100000 Bq/g	faible activité FA)	< 100 Bq/g	très faible activité (TFA)	< 100 jours	vie très courte	Gestion par décroissance sur site de production	≤ 31 ans	vie courte (VC)	Gestion par l'ANDRA	> 31 ans	vie longue (VL)	ACTIVITÉ	PÉRIODE			Vie très courte (Période < 100 jours)	Vie courte (Période ≤ 31 ans)	Vie longue (Période > 31 ans)	Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis évacuation dans les filières conventionnelles	Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage - Cires)	Faible activité (FA)	Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)	Moyenne activité (MA)	Stockage de surface (Centre de stockage de l'Aube - CSA)	Haute activité (HA)	
> milliard Bq/g	haute activité (HA)																																	
100000 < < milliard Bq/g	moyenne activité (MA)																																	
1000 < < 100000 Bq/g	faible activité FA)																																	
< 100 Bq/g	très faible activité (TFA)																																	
< 100 jours	vie très courte	Gestion par décroissance sur site de production																																
≤ 31 ans	vie courte (VC)	Gestion par l'ANDRA																																
> 31 ans	vie longue (VL)																																	
ACTIVITÉ	PÉRIODE																																	
	Vie très courte (Période < 100 jours)	Vie courte (Période ≤ 31 ans)	Vie longue (Période > 31 ans)																															
	Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis évacuation dans les filières conventionnelles	Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage - Cires)																															
	Faible activité (FA)		Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)																															
	Moyenne activité (MA)		Stockage de surface (Centre de stockage de l'Aube - CSA)																															
	Haute activité (HA)		Stockage réversible profond (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)																															

Conduite à tenir en cas d'incident	
Origine des incidents	● Simple incident de laboratoire ● Accident industriel (centrale nucléaire) ● Attentat NRBC (nucléaire, radiologique, biologique et chimique) Grands principes d'interventions similaires: ➤ Limiter l'exposition ➤ Confiner le risque en évitant toute surconsommation
	La Planification des opération se fait en 3 niveaux : - PUI : Plan d'Urgence Interne au niveau des établissements - PPI : Plan Particulier d'Intervention du ressort des pouvoirs publics - PSS : Plans Spécialisés de secours, plans nationaux Le plan gouvernemental d'intervention face aux menaces et actes de terrorisme de type nucléaire et radiologique, biologique ou chimique (NRBC) résulte d'un travail interministériel impliquant principalement les ministères chargés de la défense, de l'intérieur et de la santé. ● Biotox = menace biologique ou son volet

Plans d'intervention	● Piratox = menace chimique ● Piratome = menace nucléaire et radiologique	
	Urgence radiologique	Si prévisions radiologiques dépassent les niveaux d'intervention définis par décision de l'ASN → Le préfet informe la population du comportement à adopter Niveaux d'intervention Dose efficace de 10 mSv Dose efficace de 50 mSv Dose équivalente à la thyroïde de 50 mSv Actions de radioprotection MISE À L'ABRI EVACUATION ADMINISTRATION D'IODE STABLE
Irradiation externe d'une personne	● Suppression de l'exposition (mise à l'abri) ● Protection des personnes (balisage de zone à risque, limiter l'exposition) ● Secours médicaux Lors de la décontamination du visage, les conduits auditifs, les narines, les yeux, la bouche doivent être protégés	
	Contamination localisée	● Nettoyer sans frotter la partie contaminée à l'eau du robinet et au savon ou avec un décontaminant cutané ● Rincer abondamment ● Faire moucher la personne en cas de contamination du visage
	Contamination étendue	● Se déshabiller, en évitant la dispersion et le contact avec la peau (recueil des vêtements contaminés dans un sac) ● Prendre une douche Se laver à l'eau tiède + savon ou décontaminant cutané

Contaminat° interne	La conduite à tenir est fonction de la nature et de l'activité du radionucléide en cause et de la porte d'entrée.	
	Par ingestion ou inhalation	● Saturer l'organe cible par un isotope stable (saturer la thyroïde par de l'iode stable en cas de contamination par de l'iode radioactif) ● Diminuer l'absorption gastro-intestinale (absorption du 32P diminué par le phosphate d'aluminium) ● Accélérer l'élimination de la substance radioactive de l'organisme ● Chélater/piéger les radionucléides (DTPA) ● Boire abondamment
	Par plaie ouverte	● Laver abondamment la plaie ● Appliquer un pansement stérile
Antidotes spécifiques	Bleu de prusse	Pas d'AMM en France ● Agent chélateur avec une très forte affinité pour le césium et le thallium en agissant par échanges d'ions
	DMSA & BAL	● Chélateur des métaux lourds ● Mercure, Plomb, Or, Nickel, Cadmium, Arsenic
	CA-DTPA	Agit par chélation : - forme des chélates stables avec les ions métalliques par échange avec les ions calcium, formant ainsi des complexes plus stables - élimination des chélates par filtration glomérulaire → Plutonium, Fer, Cobalt, Gallium, Zinc, Manganèse
Fiches Piratome (site ANSM)	● Radiotoxicologie des urines (urines de 24h) Consiste à mettre en évidence des radionucléides (émetteurs α, β, γ) dans divers échantillons biologiques (principalement sur les urines de 24h) ● Anthropogammamétrie corps entier Consiste à détecter in vivo la présence d'un radionucléide émetteur de rayonnements γ, l'identifier et en déterminer la quantité. = Détection γ corps entier par spectrométrie	
Contamination par les iodes radioactives	Iode stable	● L'administration préventive d'iode de potassium en une dose unique orale est à mettre en œuvre le plus rapidement possible après l'accident nucléaire. ● C'est le blocage, par l'ingestion d'iode stable, qui limitera la capture thyroïdienne des iodures radioactifs ● La durée de l'irradiation interne n'excédera pas 3 jours si le traitement est engagé dans les 6 heures avant et jusqu'à 1 heure après l'exposition accidentelle. ● Prise du traitement sur instruction du préfet

Conclusion	L'exposition artificielle d'origine médicale reste très inférieure à l'exposition naturelle (avions, montagne, ski..) : 1 mSv versus 2,5 mSV. => Donc ne pas avoir peur des examens médicaux!!
------------	---

Pesticides

Définition	Substances chimiques (naturelles ou de synthèse) destinées à repousser, détruire ou combattre ravageurs et espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages aux denrées alimentaires, aux produits agricoles, au bois et aux produits ligneux, ou des aliments pour animaux • inclus également régulateurs de croissance des plantes, produits défoliants, produits dessiccants, agents réduisant le nombre de fruits ou évitant leur chute précoce et substances appliquées avant ou après récolte pour empêcher la détérioration des produits pendant leur stockage ou leur transport 2024 - 2025 Ils sont utilisés dans l'agriculture mais aussi dans le cadre professionnel : entretiens espaces verts, routes, désinsectisations.. et dans le cadre privé : insecticides animaliers et antipoux et antimoustiques, entretiens jardins...	
Classement	Phytopharmaceutiques	Protection des végétaux et des produits de culture
	Biocides	• Élimination d'organismes nuisibles comme les insectes ou les rongeurs • Produits utilisés pour la production du bois
	Médicaments vétérinaires	Antiparasitaires utilisés chez l'animal comme les antipuces.
	Suivant le type de nuisible	Herbicides → mauvaises herbes / Insecticides → insectes / Fongicides → champignons et moisissures Rodenticides → rongeurs / Molluscicides → mollusques / Acaricides → acariens
Réglementation	Exemple : Produits phytopharmaceutiques (PPP): Mise sur le marché après autorisation préalable, les substances doivent être sûres sur le plan santé humaine, santé animale, environnement selon les données du fabricant. L'union européenne évalue et autorise les SA utilisées dans ces produits : - Entreprise présente l'analyse des risques - EFSA conclut sur l'absence d'effet nocif inacceptable sur les santés et l'environnement - Commission Européenne : gestionnaire de risque et inscrit la SA sur la liste européenne des SA approuvées - Évaluation et autorisation par les États membres - Autorisation de mise sur le marché délivré par l'ANSES	
Consommation des PPP	A l'échelle mondiale : 1, 700 K Tonnes en 1990 -> 2,600 K Tonnes en 2020 => Dont ~50% en Amérique A l'échelle européenne: Plus gros consommateurs : France, Espagne, Italie ⇒ 50 000-80 000 Tonnes/ an En France: Depuis 2019, volonté de réduire les ventes de PPP Agriculture de fruits utilisant le plus de TT: Pommes, pêches, bananes, prunes, cerises... Dans le cadre du plan Ecophyto, mise en place d'un réseau de ferme engagés dans la réduction de l'emploi de produits phytosanitaires (Dephy) avec changement de cultures, changement dans les rotations de cultures, outils de binage ...	
Utilisation à domicile	Enquête Anses Pesti'home en 2014 → 75% des ménages ont utilisé au moins 1 pesticide dans les 12 mois précédant l'enquête 3 profils d'utilisateurs: - Faibles utilisateurs: habitat collectif en centre-ville, traite peu nuisibles - Forts utilisateurs: avec animal domestique traité - Très forts utilisateurs: avec jardin et des nuisibles à traiter Substances actives les + utilisées: - Famille des pyréthrinoïdes (insecticides) - Glyphosate (herbicide) - Fipronil (antiparasitaire vétérinaire) Respect des précautions d'emploi !! → TT des nuisibles de plantes extérieurs, poux, ports de protection individuel, aération des lieux fermés ou respect d'un délai de ré-entrée...	
Sources d'expositions	De nombreux produits phytopharmaceutiques sont des polluants organiques persistants. Notamment dans les sols et les eaux ● Air : inhalation gaz, vapeur, poussière ● Eau : arrosage, ingestion ○ robinet (limite de qualité= 0,1 µg/L) ○ eau de surface (présence d'au moins 1 pesticide pour la plupart que l'on utilise plus/interdits, exemple : atrazine) ○ eau souterraine 0,1 à 0,5 µg/L ● Aliments : programme de contrôle par l'UE	
Formulations	● Liquide (solutions, suspensions) ● Solide (poudres, pastilles, granulés...) ● Gazeuse ((général pour fumigation)	
Voies d'expositions	- Voie cutanée - Voie oculaire - Voie respiratoire - Voie digestive ⇒ Intoxications aiguës et chroniques	
	● Utilisés pour les suicides ● Mauvaise utilisation, usage accidentel des pesticides (accidents domestiques) ● Le plus fréquemment organophosphorés et carbamates ● Symptômes immédiats ou après peu de temps (quelques jours) après une exposition unique ou de courte durée à un pesticide, délai d'apparition variable	

Intoxication aigue	Symptômes	Pas toujours spécifiques : irritations, céphalées, nausées, vomis, étourdissements.. Principaux effets aigus : - Lésions cutanées - Brûlures chimiques oculaires - Effets neurologiques - Troubles hépatiques ● Neurotoxicité : Mécanisme d'action toxique majeur de beaucoup d'insecticides organophosphorés et carbamates, pyrèthrinoides et organochlorés Inhibiteur des cholinestérases : effets de type cholinergique : vomissements, salivation, diarrhée, bronchospasmes, fasciculations, convulsions, détresse respiratoire et coma / autres effets selon molécules toxicité cardiaque, pancréatite ● Exemple : → glyphosate : toxicité respiratoire et CV, insuffisance rénale → rodenticides : anticoagulant pb hémorragiques graves
Intoxication chronique	Symptômes	Effets à long terme, petite dose répétée (semaines voire années), par petites doses répétées qui peuvent s'accumuler dans l'organisme Principaux symptômes : Fatigue, Manque d'appétit, Céphalées, Perte de poids ● Cancer : lymphome non hodgkinien, de la prostate, du testicule... ● Maladie neurodégénérative 2024 - 2025 ○ Parkinson (reconnue comme maladies professionnels chez les agriculteurs) ○ Alzheimer ● Reprotoxique : impact sur la fertilité et anomalie du dvlp embryonnaire, avortement spontané, prématurité ● Perturbateurs endocriniens
	Maladies professionnels	Personnes travaillant dans certains secteurs d'activité : agricole, BTP, espaces verts (encore en activité ou retraités) exposés à certains pesticides en les manipulant ou suite à la pollution de leur lieu de travail. ● Lymphome non Hodgkiniens (reconnue comme maladies professionnels chez les agriculteurs) ● Myélome Multiple ● Cancer Prostate ● Parkinson ● Troubles cognitifs...
Scandale Sanitaire	Chlordécone	Perturbateurs endocrinien + Effets neurologiques Énorme préoccupation sanitaire, économique ... => ENJEU DE SP → Plan chlordécone: Sensibilisation, Renforcement des connaissances, Formation et Éducation
	Glyphosate	Depuis 2017 -> interdit pour une utilisation non agricole dans les espaces ouverts au public Classé cancérogène possible
	Néonicotinoïdes	→ Insecticides tueurs d'abeilles ● Interdits en 2018
Conclusion	Pesticides = problématique complexe → Bioaccumulation → Enjeux économiques → 0 pesticides difficiles à atteindre ● Respect des précautions d'emploi (équipements de protection individuelle, conditions météorologiques ...) ● Lavage des fruits et légumes dès que possible ● Éviter/Limiter l'exposition des populations les plus sensibles (femmes enceintes, jeunes enfants)	

* **chlordécone** :

Passage dans l'eau, légumes en terre et microorganismes aquatiques —> contaminée

Augmentation cancer prostate et prématurés

Retard acquisition mémoire visuelle

Retard développement de la motricité fine

Famille : Organochlorés

Guadeloupe et Martinique

=> perturbateur endocrinien + effets neuro

Mise en place : Mise en place de Plans Chlordécone par l'Etat

- Sensibilisation et protection de la population

- Soutien des professionnels impactés

- Amélioration des connaissances

- Plans de surveillance et de contrôle

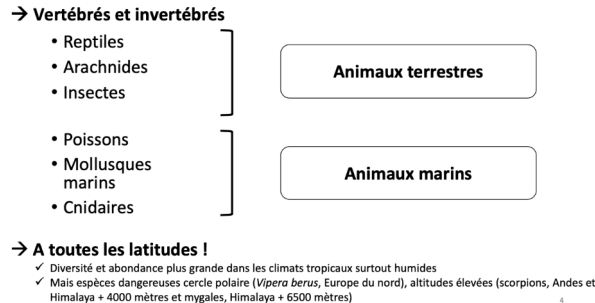
(denrées alimentaires, sols, eaux, air)

ANIMAUX TOXIQUES

Venimeux vs vénéneux

Venimeux	Vénéneux
Glande exocrine sécrète venin : - inoculation volontaire de venins : venimeux actifs - pas de système d'inoculation : venimeux passifs → animaux	contient du poison dans ses organes sans pouvoir l'inoculer: dangereux par ingestion → en général plantes, champignons mais quelques exceptions comme le poisson fugu (poison présent dans foie, peau, ovaires)

Principales espèces animaux venimeux



Reptiles	Serpents - Principalement 2 familles : Viperidae (Vipères), Elapidae (Cobras) - Toutes les latitudes mais zone tropicale +++ Asie Afrique : espèces les plus dangereuses et peuplement important Lézards : Héléodermes (Etats-Unis, Mexique)
Batraciens	Peau riche en glandes muco-sébacées → sécrétion poison neurotoxique Intoxication par contact, notamment avec une muqueuse (œil, lèvres), en général via mains enduites sécrétion après manipulation animal Seules les grenouilles appartenant aux groupes des Dendrobatidae (notamment Phyllobates) représentent un danger pour l'Homme (Amérique du Sud) Mais animaux domestiques couramment intoxiqués par les batraciens, y compris des espèces communes par exemple le <i>Bufo bufo</i> : crapaud commun en Europe
Arachnides	Scorpions : espèces dangereuses appartiennent essentiellement à la famille des Buthidae (≈ 30 espèces dangereuses pour Homme), régions tropicales : lieux humides zones subdésertiques chaudes +++ Araignées Accidents graves exceptionnels - 2 grands groupes : - Mygalomorphes - Aranéomorphes (Veuve noire) - Hémisphère Sud ++ → présence des espèces les plus dangereuses - Morsures peu nombreuses dans les pays tempérés mais certaines espèces comme la Veuve noire sont présentes dans de nombreuses régions telles que les Etats-Unis, l'Europe ... Tiques Possèdent appareil inoculateur et glandes associées (glandes salivaires), venin contenu dans la salive Présence à peu près ubiquitaire sauf zones trop arides et chaudes ou zones trop froides
Insectes	Hyménoptères +++ - Fourmis, abeilles et guêpes, vivent en général en communauté peuvent infliger des piqûres multiples qui vont aggraver l'envenimation - Présents mondes entiers mais risques accrus dans pays industrialisés Coléoptères : quelques familles toxiques par contact sous l'action de leur hémolymph qui contient des substances vésicantes Meloidae → région sèche (Europe du sud, Afrique sahélienne), Staphylinidae → cosmopolites, zones humides (proximité point d'eau) Lépidoptères : Peuvent induire intoxication à 2 stades de leur vie : chenilles et adultes Nombreuses espèces de papillons ont des chenilles à poils urticants (exemple : chenille processionnaire du pin) Les chenilles urticantes sont cosmopolites : exemple Japon, Amérique du Nord, Europe, parfois même en milieu urbain Plus rarement, adultes possèdent sur leurs ailes des écailles en forme de fléchette qui peuvent être dispersées dans atmosphère et pénétrer dans la peau ou les muqueuses où elles déchargent une substance toxique → réaction inflammatoire locale qui peut devenir systémique. Amérique du sud tropical +++ : épidémies de lépidoptérisme ou pailionite généralement saisonnières. Accidents aussi en Afrique équatoriale, + rarement Asie du Sud Est et Japon

Animaux marins	Serpents marins Famille <i>Elapidae</i> - rarement en dehors de l'eau sauf certaines espèces : plage Localisation Océan Pacifique, Océan Indien, côtes d'Australie, d'Afrique de l'Est et Asie du Sud Est, Nouvelle Calédonie et Polynésie Poissons : Rascasses, silures, vives possèdent un appareil vulnérant sur les nageoires dorsales • Poissons chirurgiens (Acanthuridae) 2 aiguillons en forme de lame de chaque côté de leur queue • Raies ont un aiguillon à la base de la queue. • Injection de venin le plus souvent passive : on marche sur poisson ou on tente de • Injection de venin le plus souvent passive : on marche sur poisson ou on tente de l'attraper Echinodermes : Oursins Piqûre oursin ne semble pas accompagnée par injection de venin, bien que substances toxiques peuvent être contenues à la base des piquants → inflammation + lésions locales en quelques minutes Oursins ont pédicellaires, petits organes en forme de pince à trois mors le plus souvent, forme et dimensions variables selon espèce. Les pédicellaires globifères, volumineux, sont les seuls qui soient de véritables appareils venimeux, leurs mâchoires étant munies chacune d'une glande à venin. Certaines espèces dangereuses voir létales pour l'homme. Mollusques marins : Cônes à coquillages très appréciés des collectionneurs en raison de leur beauté, mais venin fortement neurotoxique. Envenimation en cas de manipulation : peut être mortel Méduses : Les méduses laissent traîner derrière elles de longs filaments armés de nématocystes qui déchargent leur venin dans le derme de la victime s'emmêlant accidentellement dans les tentacules

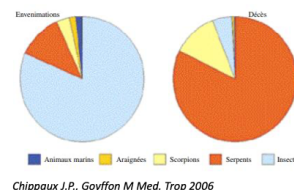
Nombreux animaux marins **véneux** : foie du poisson-lune (Tetraodontidae) contient de la tétrodotoxine fortement neurotoxique. Certaines espèces d'oursins lors de leur période de reproduction, d'étoiles de mer ou d'holothuries (concombre de mer) peuvent contenir des substances fortement hémolytiques

Les animaux marins venimeux ou vénéneux dans toutes les **mers du globe**, mers chaudes +++ Océan Indien et Pacifique. Rascasses et mollusques venimeux + abondants dans zones rocailleuses ou coralliennes # silures et raies préfèrent fonds sablonneux, mangroves ou estuaires

EPIDEMIOLOGIE DES ENVENIMENTS

- **Zones tropicales +++**
- **Zones rurales +++**
- **Cas des NAC**

- ✓ **Serpents :**
 - ✓ estimation au moins 6 millions de morsures → 2 millions et demi d'envenimations → 130 000 décès et 200 000 mutilations plus ou moins invalidantes (cicatrice → amputation d'un membre)
 - ✓ 300 cas de morsures de vipères/an France métropolitaine surtout été Sud et Ouest
- ✓ **Scorpions :**
 - ✓ 1 million et demi de piqûres de scorpions → 250 000 envenimations et 2 000 décès
- ✓ Chiffres probablement sous-estimés (régions rurales à l'écart des structures de santé)



Mode d'action des animaux venimeux ?

- **Morsure** : serpent, araignée
- **Piqûre** : insecte, certains animaux marins
- **Crachant** : quelques serpents

Exemple de symptômes envenimation : dépend de l'**espèce** de serpent, **quantité** de venin injecté, **localisation** morsure, **âge** victime, **poids**, **état santé**

Venin

Rôle	Suivant les espèces : autodéfense, dissuasion, digestion prédation
Composition	Produit complexe, composition différentes selon les espèces • Fraction non peptidique : amines biogènes, sucre, sel, nucléotides, nucléosides, ARNm • Fraction peptidique et protéique (90% du poids sec du venin) : protéines : enzymes (nucléases, acétylcholinestérase, hyaluronidase, phospholipase)/ peptide : toxine Enzyme • Effets non dose dépendant != toxines • Propriétés catalytiques à effets dpt du tps de présence dans l'organisme • Ce sont des véhiculeurs (rôle important dans la diffusion du venin dans l'organisme) 2 catégories d'enzymes : • Hydrolases : phospholipases A2, phosphodiesterases, kininogénases, hyaluronidases, protéases, d'acétylcholinestérases • Oxydoréductases : catalases et de L-aminoacide oxydase Toxines • Pouvoir antigénique à réaction de défense immunitaire • Différentes modes d'action : cytotoxines, hématotoxines (sur le système vasculaire), neurotoxines (action sur synapses et cellules excitables)
Épidémiologie des Envenimation	• Zone tropicale +++ • Zone rurale +++ • Cas des NAC

Les envenimations	- Dépend de l'espèce de serpent - Quantité de venin injecté - Localisation de la morsure - Age de la victime - Poids - Etat de santé
EXEMPLE morsure de serpent	

Conduire à tenir en cas de morsure de serpent

	A faire	A ne pas faire
2022 - 2023	- Appeler des services d'urgence - Rassurer la victime et rester calme (il faut plusieurs heures pour que les symptômes soient au plus fort sauf choc anaphylactique) Placer la victime au repos – agitation favorise diffusion venin (si inconsciente → PLS) - Oter bagues, montres, chaussures et tout ce qui peut serrer la zone mordue (car il va y avoir gonflement) - Si possible, désinfecter de la plaie avec antiseptique et immobiliser membre mordue pour ralentir propagation venin - Si douleur paracétamol uniquement - Si possible mémoriser aspect du serpent mais ne pas chercher à l'attraper (suraccident !)	- Pas de garrot (risque de lésion grave au membre mordu) - Pas de bandage compressif - Pas de glace - Pas de pommade - Ne pas sucer la plaie, ni l'inciser, ni la comprimer - Ne rien injecter - Pas de kit anti-venin type Aspivenin (inefficace) - Ne pas donner d'alcool à la victime - Ne pas quitter la victime

En prévention :

- Chaussures fermées
- Vêtements couvrants
- Ne pas s'approcher d'un serpent même si il a l'air mort
- Bâton
- Marchez à pas appuyés (les secousses font fuir les serpents)
- Ne pas déplacer les pierres, le bois, les feuilles avec les mains
- La nuit, s'équiper d'une lampe torche et faire du bruit lors de vos déplacements
- Attention aux enfants

Morsure d'araignée

- Veuve noire méditerranéenne à envenimation appelée latrodectisme
 - Morsure peu douloureuse puis douleurs généralisées avec coubatures, troubles neurovégétatifs
 - Ttt symptomatique : myorelaxant, antalgique, surveillance
- Loxoscèles à provoque un syndrome viscéro-cutané-nécrotique : **loxoscelisme**
 - Morsure peu douloureuse puis ulcération nécrotique qui peut évoluer avant une cicatrisation
 - Ttt symptomatique : ATB, antalgique, corticoïdes par voie général pour prévenir ou diminuer la nécrose

Tiques

- Tique se nourrit de sang → transmission maladies infectieuses : exemple maladie de Lyme
- Tique s'ancre dans la peau et possède 2 crochets (chélicères)
 - formation d'un microhématome
 - puis libération de salive → lyse des tissus et formation d'une poche hémorragique
 - Salive possède propriétés anticoagulantes, antiinflammatoires, immunosuppressives
 - Paralysie ascendante
 - Sensibilisation allergique, choc anaphylactique en cas de morsures répétées

A faire	A ne pas faire
Si présence de tiques ◇ aucun produit Retirer avec un tire-tique Si toute la tique n'est pas retirée ◇ consulter Désinfection après retrait de la tique Surveiller zone, si apparition plaque rouge inflammatoire qui s'étend → consulter	N'utiliser aucun produit 2023 - 2024

Maladie de Lyme :

- Borréliose de Lyme**
- Bactérie Borrelia burgdorferi transmise par tique infectée (environ 15% des tiques sont infectées)
- éruption cutanée appelée érythème migrant mais l'infection peut également provoquer plus rarement des manifestations disséminées

- Borréliose de Lyme précoce localisée** : 3 à 30 jours après la morsure de tique
- manifestation cutanée typique, l'érythème migrant. Il s'agit d'une tache érythémateuse, au site de la morsure de tique, indolore et de croissance annulaire et centrifuge. Manifestation la plus fréquente (60 à 90 % des cas) et la plus évocatrice de la borréliose de Lyme
- A ne pas confondre avec une réaction à la salive de tique qui apparaît plus précocement et ne s'étend pas de manière centrifuge

Borréliose de Lyme précoce disséminée

Plusieurs jours à plusieurs semaines après la morsure de tique

Symptomatologie : érythèmes migrants multiples, manifestations neurologiques (neuroborrélioses : méningoradiculite, paralysie faciale, méningite isolée, myélite aiguë), plus rarement manifestations articulaires (arthrite avec notion d'épanchement d'une grosse articulation comme le genou), cutanée (lymphocytome borrélien), cardiaques ou ophtalmologiques

- **Borréliose de Lyme tardive disséminée**
plusieurs mois voire années après la morsure de **tique**
Symptomatologie : manifestations articulaires cutanées (acrodermatite chronique atrophiante), neurologiques spécifiques rares (encéphalomyélite)
Uniquement en absence de traitement antibiotique (quand forme précoce est passée inaperçue)
- **Diagnostic de la borréliose de Lyme**
observation de signes cliniques objectifs évocateurs
antécédents de morsure de tique ou d'exposition à un risque de morsure
test sérologique (recherche anticorps spécifiques contre Borrelia burgdorferi) pour manifestations disséminées précoces ou tardives

Prévention morsure et maladie de Lyme 2024 - 2025

- Rester au maximum sur des chemins bien tracés sans végétation dense et sans hautes herbes
- Port de vêtements couvrants, éventuellement imprégnés de répulsifs limitant le risque de morsure par une tique
- Port de vêtements clairs permettant de repérer plus rapidement les tiques non encore fixées sur la peau
- Utiliser un tissu si on s'assied ou s'allonge dans les herbes
- Examen minutieux du corps après une exposition au risque de pique : attention particulière plis cutanés, arrière des genoux, aisselles, zones génitales, nombril et, surtout pour enfants cuir chevelu, cou, arrière des oreilles. Refaire inspection lendemain car tique, en partie gorgée de sang → + visible

Piqûres d'hyménoptères

- **Piqûre douloureuse + signes locaux : œdème, érythème et chaleur**
- **Extension systémique possible en cas d'allergie : tableaux cliniques** graves avec atteinte multiviscérale sévère voire arrêt circulatoire ou respiratoire
- Syndrome d'envenimation lié à des piqûres multiples rarement observé en France → défaillance multiviscérale
- Prise en charge des patients : **retirer les dards** restés dans le derme pour limiter l'aggravation de l'envenimation + **antisepsie** locale + **antalgiques** pour soulager douleur et application locale d'une source de chaleur puis de froid (venin thermolabile)
- Si **angio-œdème ou choc anaphylactique : adrénaline en IV répétées**, rapidement relayées par **IV à la seringue électrique durant les 24 premières heures** pour prévenir les récides allergiques. Tests cutanés + si besoin cures désensibilisation
- Personne qui se sait allergique doit toujours avoir son kit adrénaline avec elle
- choc allergique immédiat : choc anaphylactique indépendant de la dose de venin, une seule piqûre peut entraîner un choc anaphylactique
- choc toxique dépendant de la dose, des piqûres multiples pouvant entraîner une rhabdomyolyse, une insuffisance hépatique, des lésions rénales, une hémolyse, des troubles de la coagulation, voire une atteinte multiviscérale mortelle
- **3 situations d'urgence → appel SAMU immédiat**
- **Piqûre dans la bouche ou dans la gorge avec difficultés à respirer → sucer glaçon** pour faire diminuer l'œdème et consultez en urgence
- **Piqûres multiples : >20** chez l'adulte mais seulement de **4 ou 5** chez un enfant en raison du risque toxique du venin
- **Allergie au venin d'hyménoptère →** provoque un ou plusieurs des symptômes suivants :
 - une difficulté pour respirer ou avaler ;
 - un gonflement de la langue, des lèvres, de la gorge ou des yeux ;
 - des étourdissements, un malaise ou une perte de connaissance ;
 - des nausées, des vomissements, une diarrhée ;
 - une éruption cutanée (urticaire) généralisée avec des démangeaisons ;
 - une coloration bleutée de la peau ou une pâleur ;
 - une fièvre ou des frissons

Envenimations dues aux animaux marins

- Poissons responsables du plus grand nombre d'envenimations sur le littoral européen :
- **vives** (genres Trachinus draco et Echiichtys) enfouies dans sable et
 - **rascasses** (genre Scorpaena) rochers
 - Pas de toxicité systémique chez l'Homme lors des injections sous-cutanées de venin : **douleur immédiate et intense, irradiant dans tout le membre + œdème** qui reste local + signes généraux liés aux douleurs possibles : malaise vagal, nausées, agitation
 - Traitement basé sur **neutralisation du venin** en pratiquant une variation brutale de température au niveau de la piqûre : **source de chaleur** (eau chaude, sèche-cheveux) approchée de la zone piquée durant quelques minutes puis aussitôt remplacée par un **glaçon dans un linge**. Puis **désinfection** plaie, vérifier l'absence de débris d'aiguillon dans les tissus lésés et mettre à jour la protection vaccinale antitétanique
 - 2 espèces de **raies** armées sur les côtes françaises : aigle de mer (Myliobatis aquila) et pastenague (Dasyatis pastinaca). En cas de piqûre, la blessure est profonde et douloureuse, et peut se compliquer d'œdème, d'hémorragies et d'ulcérations nécrotiques. TTT → **symptomatique : antalgiques, antiseptiques, antibiotiques, ablation des débris d'aiguillon et parage de la plaie** (inefficacité de la variation de température avec les raies armées)
 - Plusieurs espèces de **méduses** de nos côtes (genres Pelagia, Cyanea, Aurelia) → **brûlures** chez baigneurs ou pêcheurs. Douleur immédiate et vive, décrite comme une sensation de décharge électrique. L'apparition d'érythème avec phlyctènes doit faire craindre une mauvaise cicatrisation
 - Méduses les + dangereuses : espèces tropicales dont la plus venimeuse est la Cuboméduse d' Australie, Chironex fleckerii, mortelle pour l'homme
 - Attention aussi aux animaux (chiens ...)

Méduses : Conduite à tenir :

A faire	Pas faire
Sortir calmement de l'eau Rincer à l'eau de mer S'il reste des fragments de tentacules dans la peau : utiliser une pince à épiler ou à défaut une carte de crédit pour les retirer Paracétamol si douleur Eviter d'aller se baigner pendant quelques heures, rester à l'ombre Consulter sauveteurs de la plage si il y en a Consulter médecin si membre enflé ou douleur persistante	Verser de l'urine Rincer à l'eau douce (pourrait stimuler le venin et empirer le phénomène urticant) Mettre de l' alcool ou du vinaigre Frotter la zone qui a été piquée Ne pas sucer la plaie , ni l'inciser
En prévention	En cas d'accident

Chaussures de plage Ramassage de coquillages pas dans le maillot mais dans support solide Gants pour plongeurs et pêcheurs Ne pas se baigner quand banc de méduse	Eviter le sur accident (éloigner la victime, avertir du danger) Sortir la personne de l'eau Conserver ou photographier l'animal Oter les débris d'appareil venimeux s'ils sont mobilisables Alerter les secours, ne pas laisser le blessé seul
--	--

Venin et médicaments

Il existe des traitements venant de venins utilisés dans des ttt de douleurs, diabète, cancer, hypertension...

- Exemple :
 - ***Bothrops jararaca***, un serpent des plus meurtriers **d'Amérique du Sud** qui a permis, après de nombreuses analyses de son venin, la **synthèse du captopril** : inhibiteur de l'enzyme de conversion
 - Découverte de la **bradykinine** à l'origine de la chute de tension artérielle observée en cas **d'envenimation par ce serpent**
 - Découverte du bradykinin potentiating factor (**BPF**) qui augmente les effets de la bradykinine en inactivant l'enzyme de conversion responsable de la dégradation de la bradykinine
 - **Synthèse** du Captopril grâce à la structure du BPF
 - **Puis synthèse Enalapril**

UE O7 – Toxicité des fumées d'incendies

Généralités	
Dangers	- Provoque + d'origine : thermique, traumatique et ch → brûlure, intox, asphyxie, trauma - Menace de l'asphyxie majoritaire : liée à une hypoxie cellulaire multifactorielle Obstruction des voies respi par les suies, Manque d'oxygène ($\searrow O_2$) → tb moteurs puis perte de conscience (<10%) - Inhalation de gaz asphyxiants tels que CO₂, CO et HCN. 2024/2025 Monoxyde de carbone (CO) Cyanure d'hydrogène (HCN) : provoque asphyxie cellulaire
Compo fumée	- Dépend de ce qui brûle → vapeurs d'eau, suies, gaz irritants/asphyxiant - Cocktail de gaz irritants : ammoniac, chlore, SO₂, dioxyde d'azote, HCL, CO, PM...
Cq fumée d'incendie	Brûlures thermiques et ch des voies respi → infla chro Particules fines sur lesquelles se fixent de nbx composés tox → atteintes à moyen/lg terme des fct respi, CV, immu, neuro... Composés organiques volatils (HAPs, benzène, phénol...) dont certains sont CMR

CO = Monoxyde de carbone	
Méca tox 2024/2025	$\searrow$ transport de l'O₂ ds sg ($\searrow [HbO_2]_{sang}$) $HbO_2 + CO \rightleftharpoons HbCO + O_2$ - Affinité Hb pr CO 100x sup à son affinité pr l'O₂ $\searrow$ du transfert de l'O₂ de l'Hb vers le tissu - La présence de CO déplace la courbe de dissociation de l'HbO₂ vers la gauche et bas → CO renforce l'affinité de l'Hb pr l'O₂ Fixation sur les structures héminiques Myoglobine → $\searrow$ de l'oxygénation du tissu musculaire (cœur) = aggravation hypoxie (Rq : affinité de la myoglobine pr le CO >>> O₂) Cytochrome de chaîne respi → blocage chaîne respi, aggravation hypoxie, formation radicaux libres
Phase début d'intox	- Symptômes les + classiques : Violentes céphalées, tb digestifs (N,V), asthénie, vertiges - Dans certains cas : Tb de l'humeur (ébrioité), tb du cptm (sd confusionnel), tb visuel
Phase d'état	= Apparition progressive de tb de la vigilance, puis perte de connaissance Coma = mauvais pronostic même si guérison sans séquelles possible, habituellement profond, avec conservation d'une réactivité à la douleur, hypertonie généralisée, convulsions possibles surtout chez les enfants Tb CV = signes d'ischémie myocardique, tb de la repolarisation, hypotension artérielle +/- tachy → évolution possible vers collapsus CV (rare) et œdème aigu du poumon Tb respi = pauses, encombrement, fausses routes (V + tb conscience), hypercapnie, OAP Tb musculaires = rhabdomyolyse (toxicité musculaire du CO) Signes cut = Teinte cochenille

Intox aigue		Intox FE											
<table><tr><th>HbCO (%)</th><th>Signes cliniques</th></tr><tr><td>1-10</td><td>Céphalées modérées à l'effort</td></tr><tr><td>10-30</td><td>Céphalées importantes</td></tr><tr><td>30-40</td><td>Céphalées, nausées, vomissements, asthénie, perte de connaissance</td></tr><tr><td>40-60</td><td>Troubles respiratoires, coma, convulsions</td></tr><tr><td>> 60</td><td>Coma, convulsions, défaillance cardiorespiratoire, décès</td></tr></table>	HbCO (%)	Signes cliniques	1-10	Céphalées modérées à l'effort	10-30	Céphalées importantes	30-40	Céphalées, nausées, vomissements, asthénie, perte de connaissance	40-60	Troubles respiratoires, coma, convulsions	> 60	Coma, convulsions, défaillance cardiorespiratoire, décès	• CO passe barrière placentaire • Affinité Hb fœtale pr CO >>> à celle Hb maternelle - Fœtus concentre le CO - Intox fœtale = risque mort fœtale - Anomalies congénitales si intox en début de grossesse • Ttt = oxygénothérapie hyperbare • Surveillance attentive de la grossesse
HbCO (%)	Signes cliniques												
1-10	Céphalées modérées à l'effort												
10-30	Céphalées importantes												
30-40	Céphalées, nausées, vomissements, asthénie, perte de connaissance												
40-60	Troubles respiratoires, coma, convulsions												
> 60	Coma, convulsions, défaillance cardiorespiratoire, décès												
Sujet normal non fumeur : 1 à 2 % d' HbCO Sujet normal fumeur : 5 % d' HbCO (20cig./j)													

Ttt intox 2024/2025	Soustraire victime de l'atm tox - Maintenir fct vitales déprimées → ttt sympto des défaillances viscérales éventuelles
-------------------------------	---

	- Intubation/ventilations assistées (coma) - Remplissage vasculaire - Drogue inotrope si nécessaire • Faciliter la dissociation de la carboxyhémoglobine : - OxygénoT normobare → signes cliniques modérés, forme bénigne - OxygénoT hyperbare → grossesse, coma/perte de co initiale, signes neuro
--	--

HCN = Ac cyanhydrique	
Etiologie intox	• Dégagement lors des fumées d'incendies : HCN libéré lors de la combustion de matières synthétiques et naturelles (soie, laine...) • Autres contextes : ingestion de manioc chauffé, amandes d'abricots, suicides, meurtres, attentats, chambres à gaz nazies...
Toxicocinétique	• A : rapide → qq sec voie pulmo ; qq min voie diges ; lente voie percut ms importante • D : biotransformation en thiocyanate (rein, foie), faible partie transformée en cyanocobalamine et hydroxycobalamine • E : pt fraction ss forme inchangée par voie pulmo sinon urinaire des thiocyanates
Méca d'action	• L'ion CN- est un toxique cellulaire non spécifique d'organe • Liaison au fer ferrique de la cytochrome-oxydase de la chaîne respi mitochondriale - Inhibition des transferts électroniques - Blocage du métabolisme cellulaire aérobie - Hypoxie tissulaire aiguë - Déviation métabolique vers le métabolisme anaérobie - Accumulation d'acide lactique
Intox aigue	• Crt tps de latence puis : - Malaise gé → céphalées, vertiges, angoisse, oppression thoracique, gêne respi - Perte de co brutale et coma convulsif → dépression respi (cyanose), mydriase, collapsus, OAP, arrêt cardiaque • En cas de survie → possible séquelles neuro par anoxie cérébrale • Forme suraiguë = arrêt cardio-respi brutal • Forme mineure = agitation, anxiété, céphalées, ébriété, tachy
Diagno	• Détection dans l'air ambiant • Dosage ions cyanures sur sg total, pas tjr dispo et peu fiable si délais importants → plvt sur le lieu du drame ▪ Dosage des cyanocobalamines sg ▪ Dosage des thiocyanates sg/urinaires : reflet imparfait, interférence avec le tabagisme ▪ Dosages sg des lactates (gravité de l'intox, suivi sous ttt antidotiques) - Intox graves > 10 mM - Pronostic péjoratif > 20 mM
PEC 2024/2025	• Soustraire victime de l'atm tox + décontamination par lavage abondant si projection • Pr les secouristes → oxygénation, mise en PLS, si besoin ventilation au masque • PEC méd = intubation + ventilation assisté ss O2, restauration de l'hémodynamie, correction des acidoses (bicarbonates), anticonvulsivants • Antidote = Hydroxocobalamine (Cyanokit) → se lie fortement aux ions cyanure = formation de cyanocobalamine éliminée ds urines (colore urines en rouge) - Adultes = 5g ds 200mL de sérum phy par voie IV pdt 25-30min - Enfants = 70mg/kg - Administration oxygène indispensable en attendant l'antidote