

Mercredi 07 Février 2024

Impact sanitaire des particules ultrafines

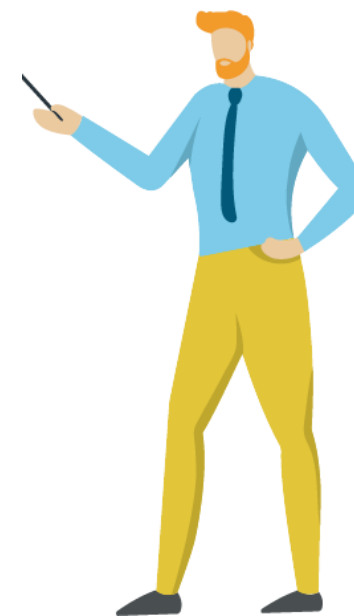
Interventions magistrales

Intervention de :

Philippe QUENEL

AirParif,

Président et Professeur honoraire de l'EHESP



Mercredi 07 Février 2024

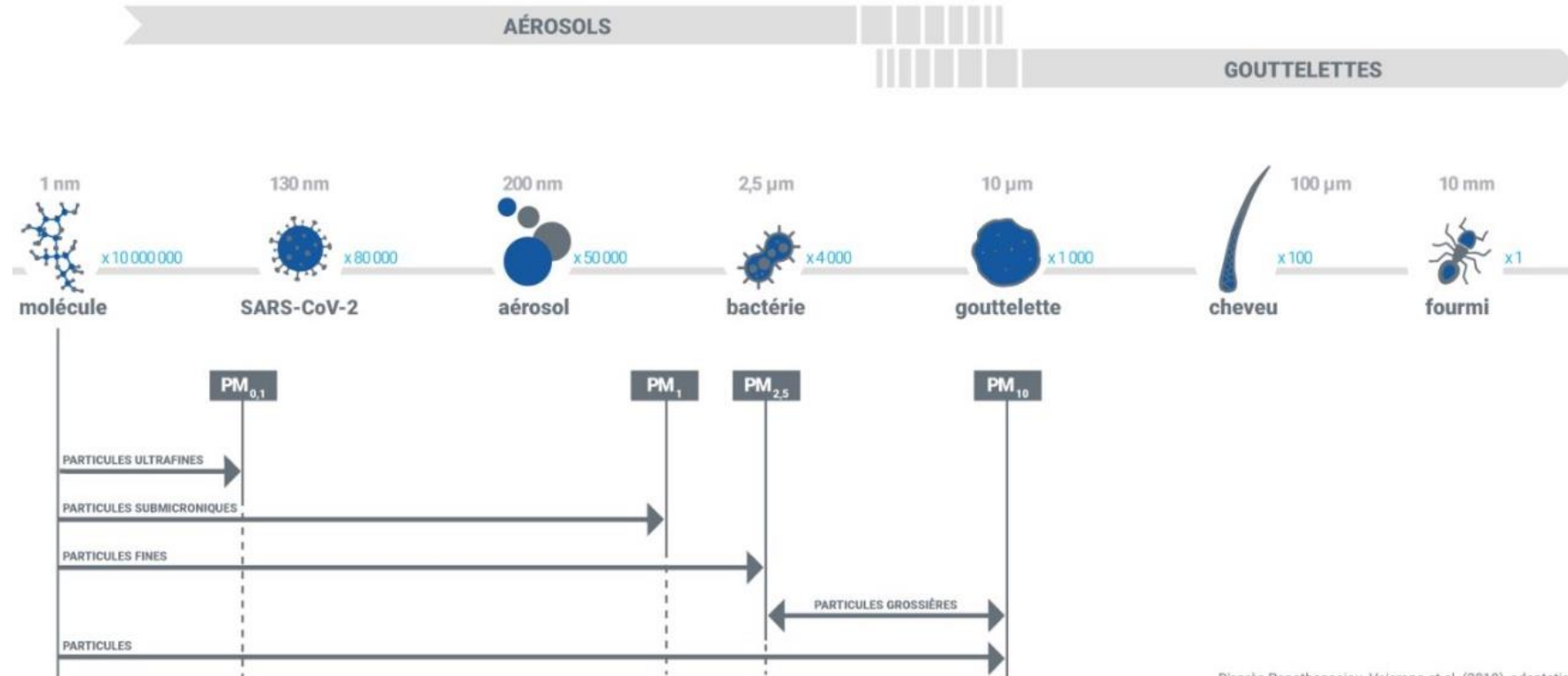
Etat des connaissances sur les sources de black carbon et des particules ultrafines et leurs impacts sur la santé

Session magistrale

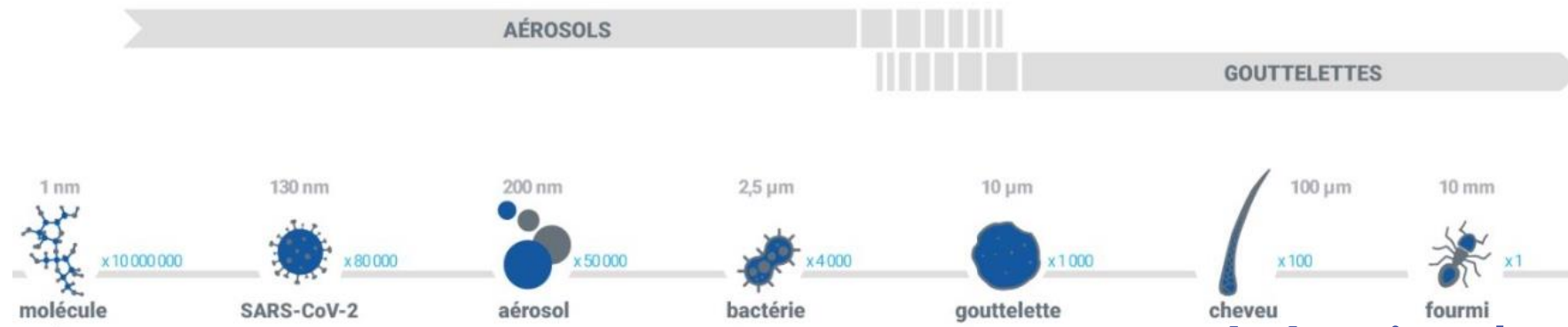


EFFETS SUR LA SANTE
DES PARTICULES
ULTRAFINES

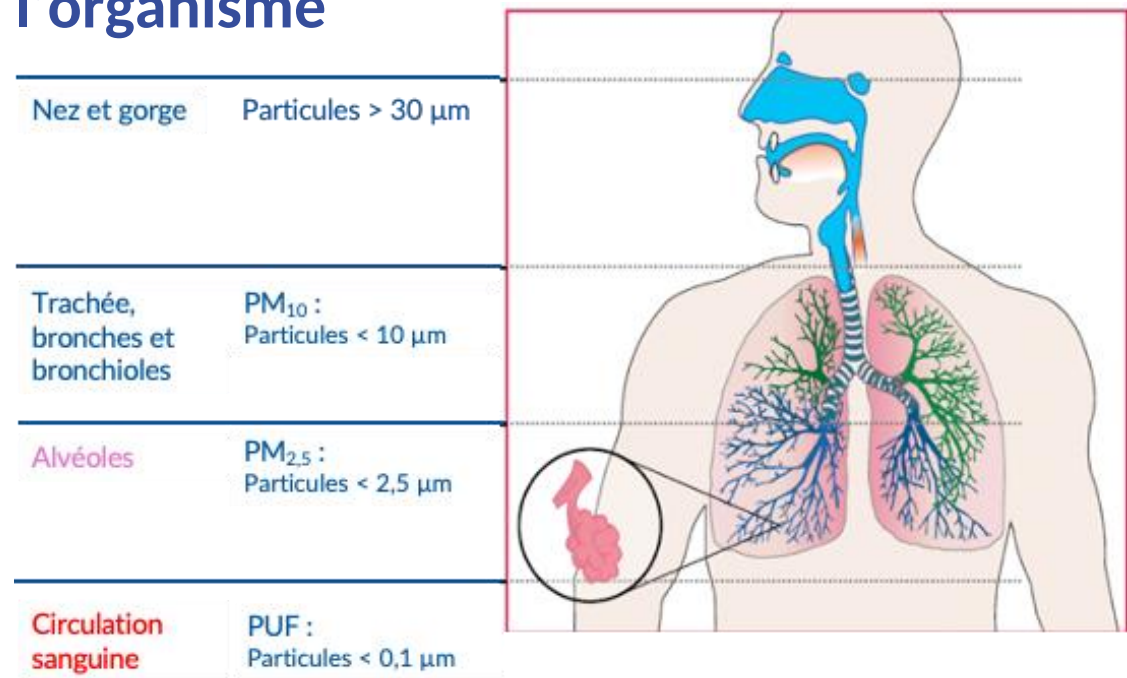
Dr. Philippe Quénel. Président d'**Airparif** – Professeur honoraire à l'École des Hautes Etudes en Santé Publique (EHESP)



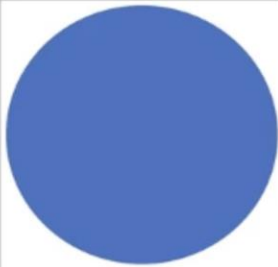
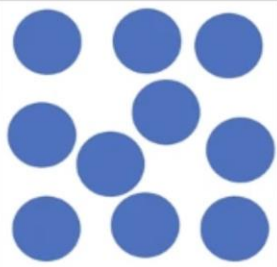
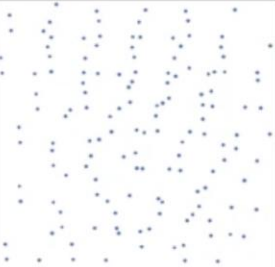
D'après Papathanasiou, Vejerano et al. (2018), adaptation graphique Airparif

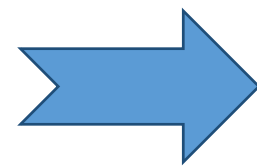


Pénétration des particules dans l'organisme



Comparaison du nombre et de la surface des particules selon leur diamètre

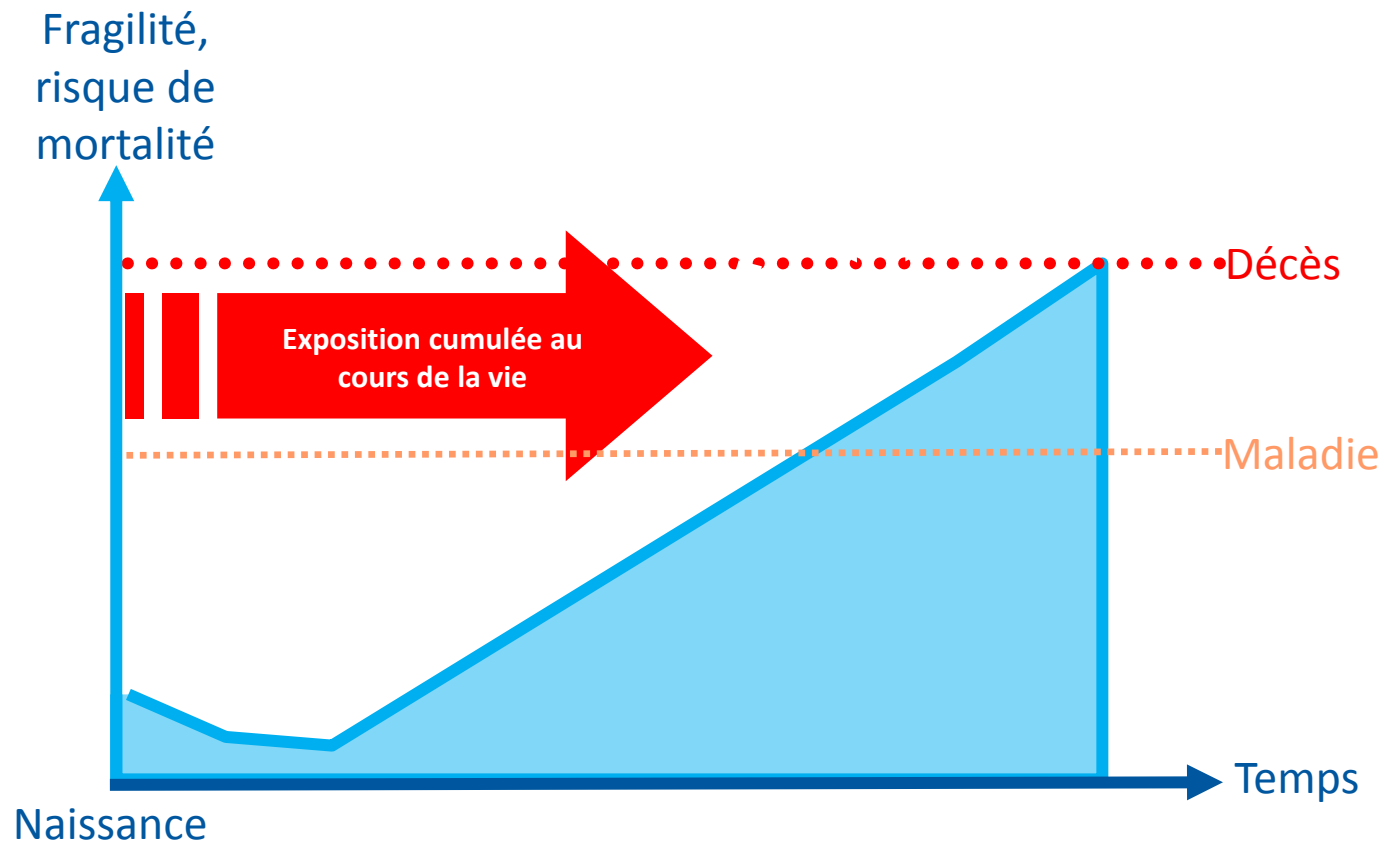
	10 µm (Coarse)	2.5 µm (Fine)	0.1 µm (Ultrafine)
			
Total mass	1	1	1
Particle number	1	64	1,000,000
Surface area per particle	1	0.0625	0.0001
Total surface area per mass	1	4	100
	<ul style="list-style-type: none"> Filtered in proximal airway May irritate skin, mucosa 	<ul style="list-style-type: none"> Reaches peripheral airway Cannot enter systemic circulation 	<ul style="list-style-type: none"> Higher adsorbed toxic material on surface May enter systemic circulation



Déterminants clés pour l'étude des effets des particules sur la santé

- Granulométrie
 - Irritation
- Surface
 - Irritation
 - Oxydation
 - Substances chimiques adsorbées
- Durée d'exposition
 - Long terme
 - Court terme

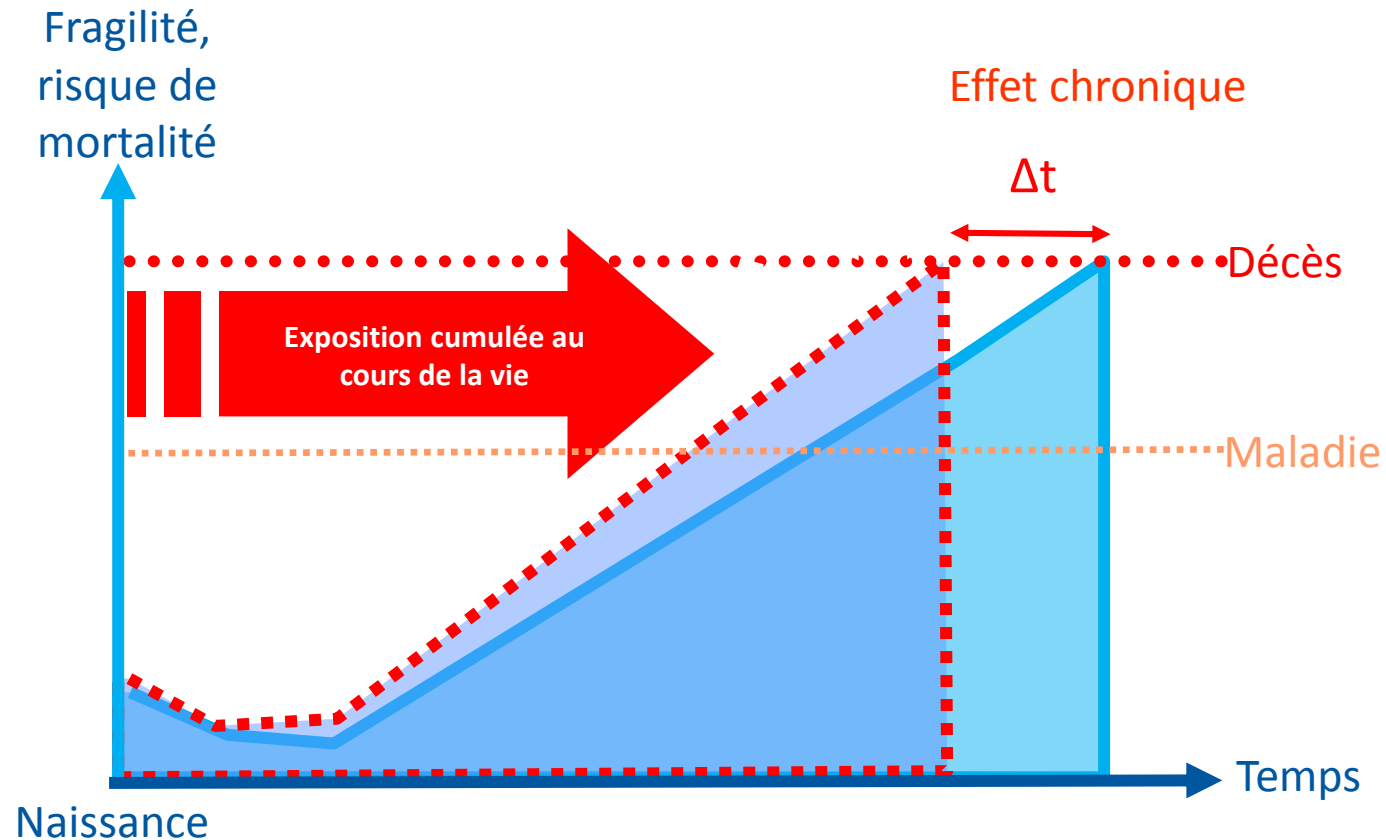
Kwon, HS., Ryu, M.H. & Carlsten, C. Ultrafine particles: unique physicochemical properties relevant to health and disease. Exp Mol Med 52, 318–328 (2020).



National Research Council, 2002 - adaptation

■ A long terme

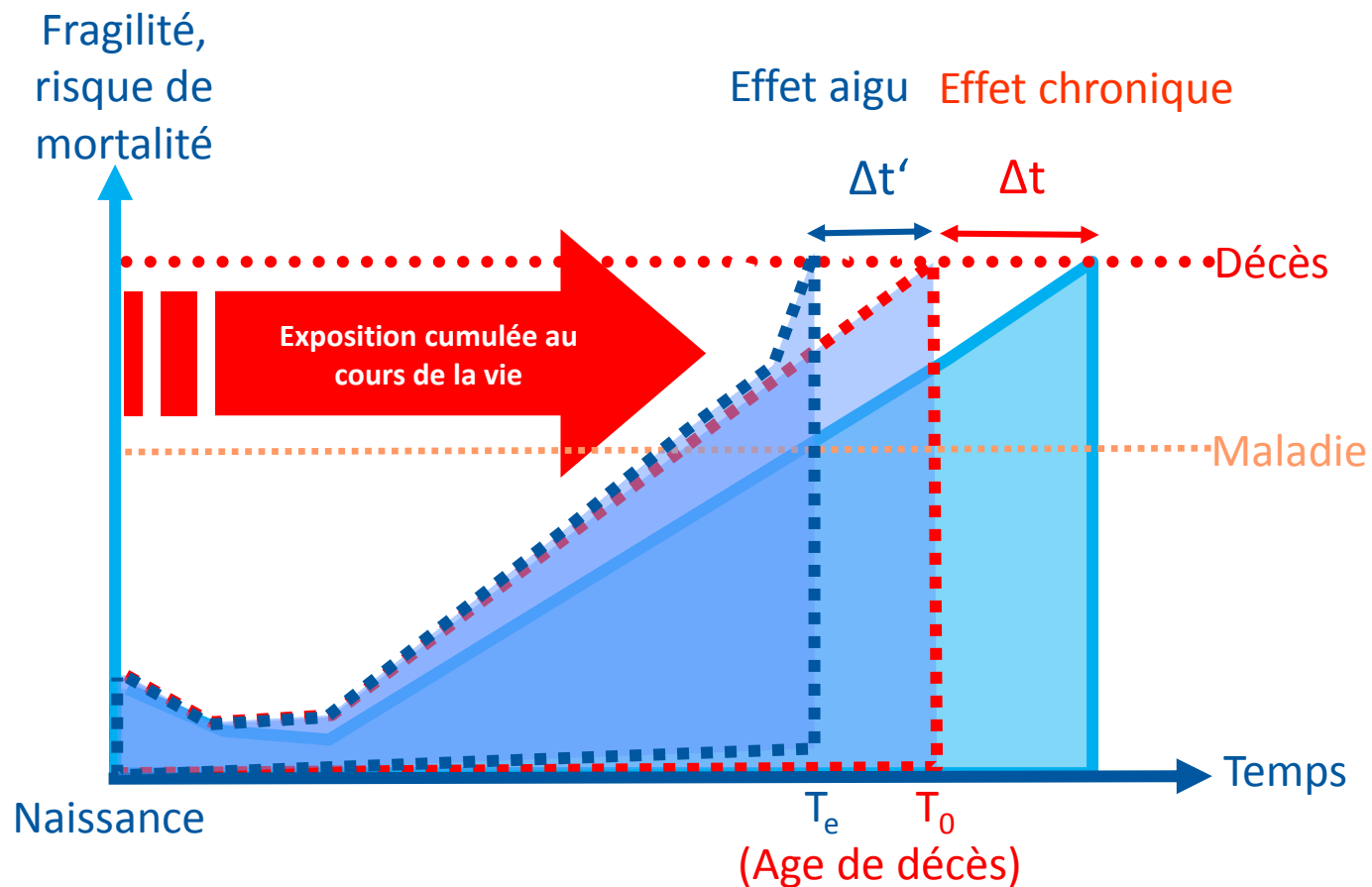
- L'exposition au jour le jour sur des années contribue au développement de maladies chroniques



National Research Council, 2002 - adaptation

■ A long terme

- L'exposition au jour le jour sur des années contribue au développement de maladies chroniques
- Ces maladies peuvent conduire à une perte de l'espérance de vie par décès « prématuré »



National Research Council, 2002 - adaptation

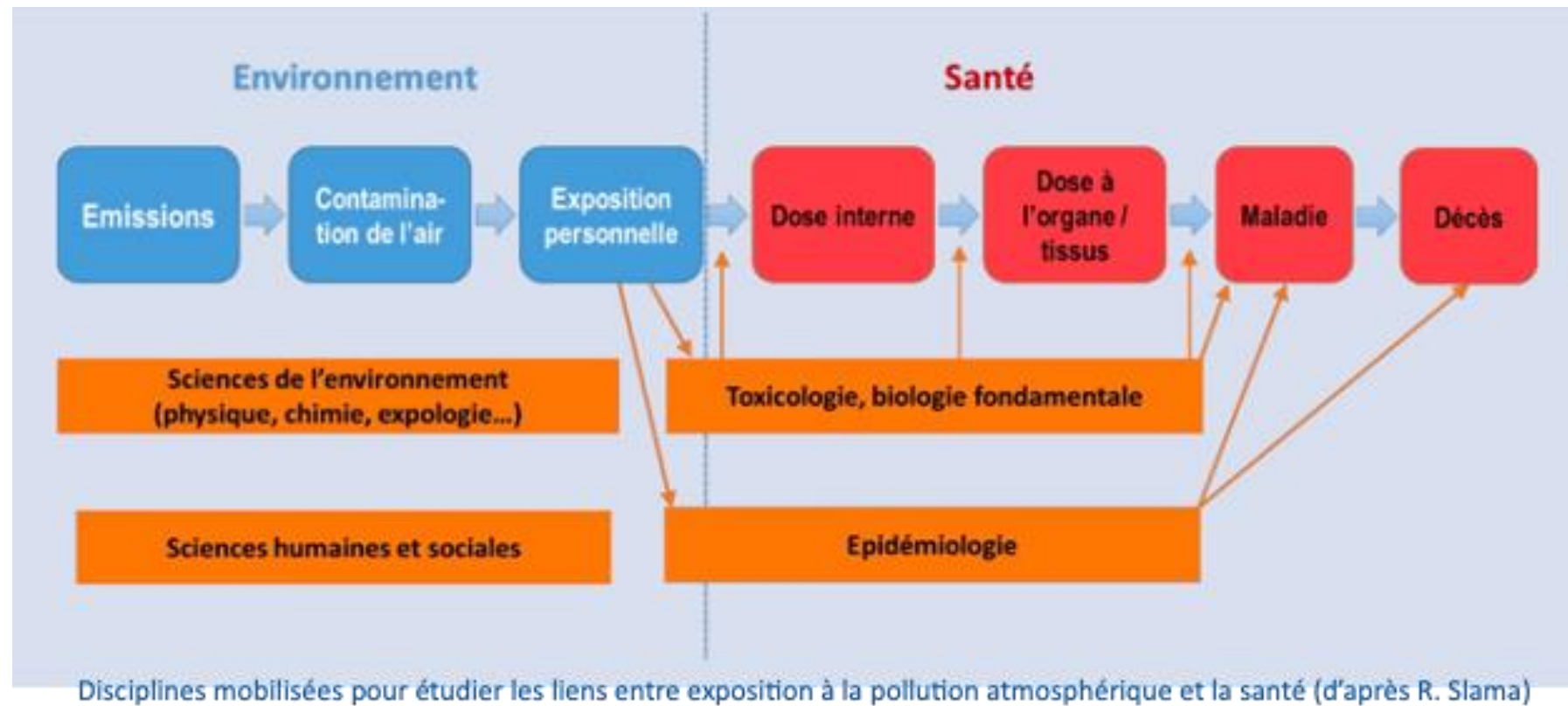
■ A long terme

- L'exposition au jour le jour sur des années contribue au développement de maladies chroniques
- Ces maladies peuvent conduire à une perte de l'espérance de vie par décès « prématuré »


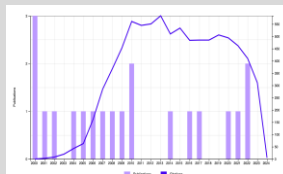
■ A court terme

- Une exposition de quelques heures, quelques jours à quelques semaines conduit à des effets « aigus » (i.e. décompensation de pathologies préexistantes)

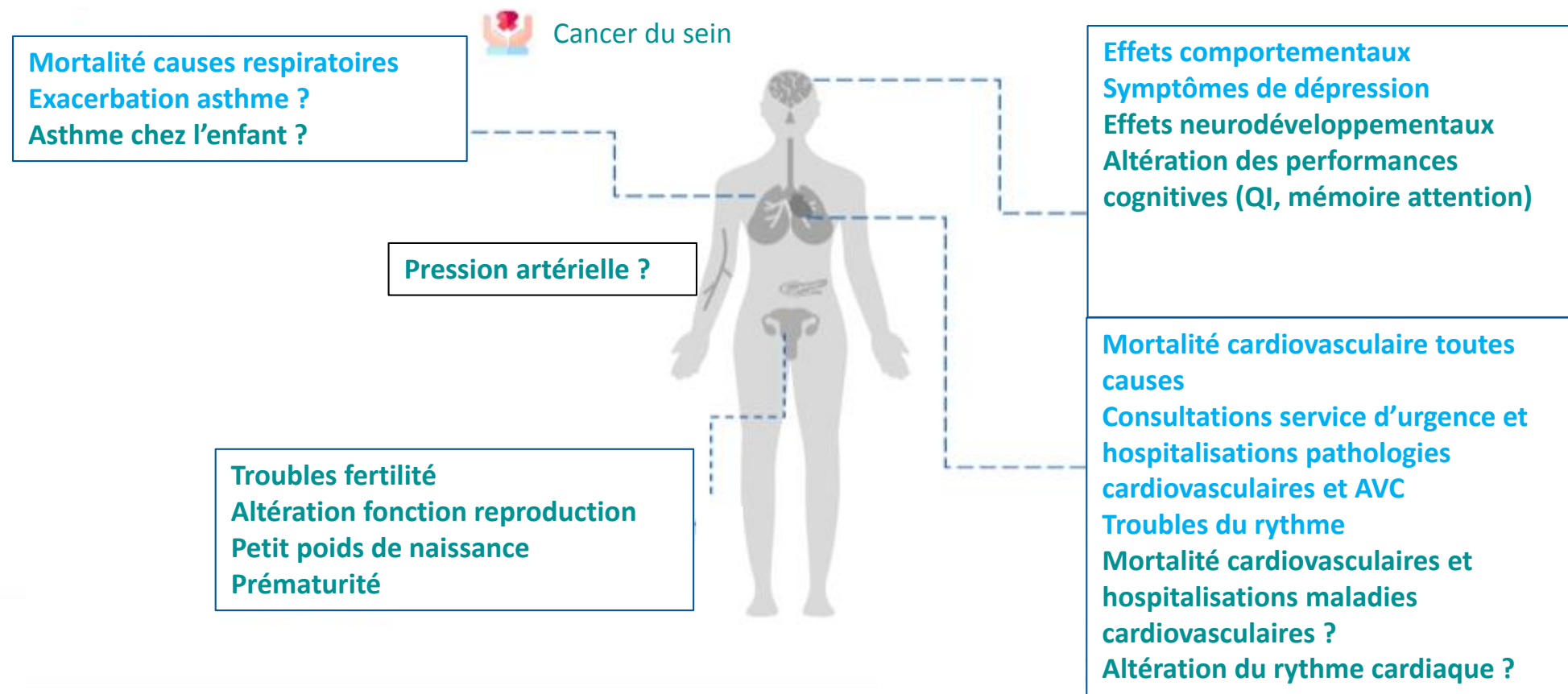
Etude des « effets » sur la santé



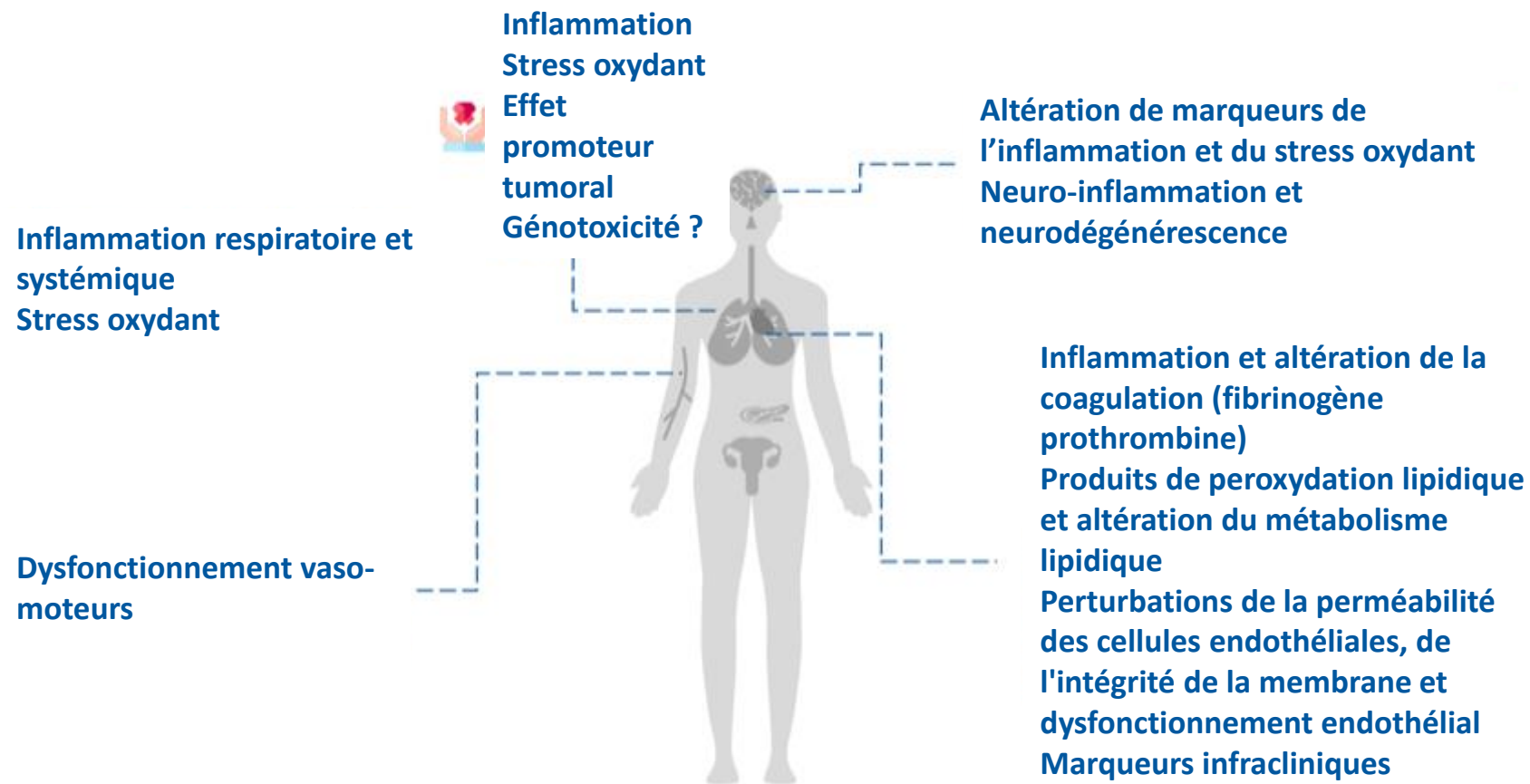
Publications scientifiques relatives à l'étude des effets des PUF sur la santé (Web of science)

Indicateur	1 ^{ère} année de publication	Épidémiologie (nb total, 2005-2023)	1 ^{ère} année de publication	Toxicologie (nb total, 2007-2023)
PUF	2005	 <p>30</p>	2007	 <p>20</p>

Effets des PUF sur la santé (épidémiologie)



Effets des PUF sur la santé (toxicologie)

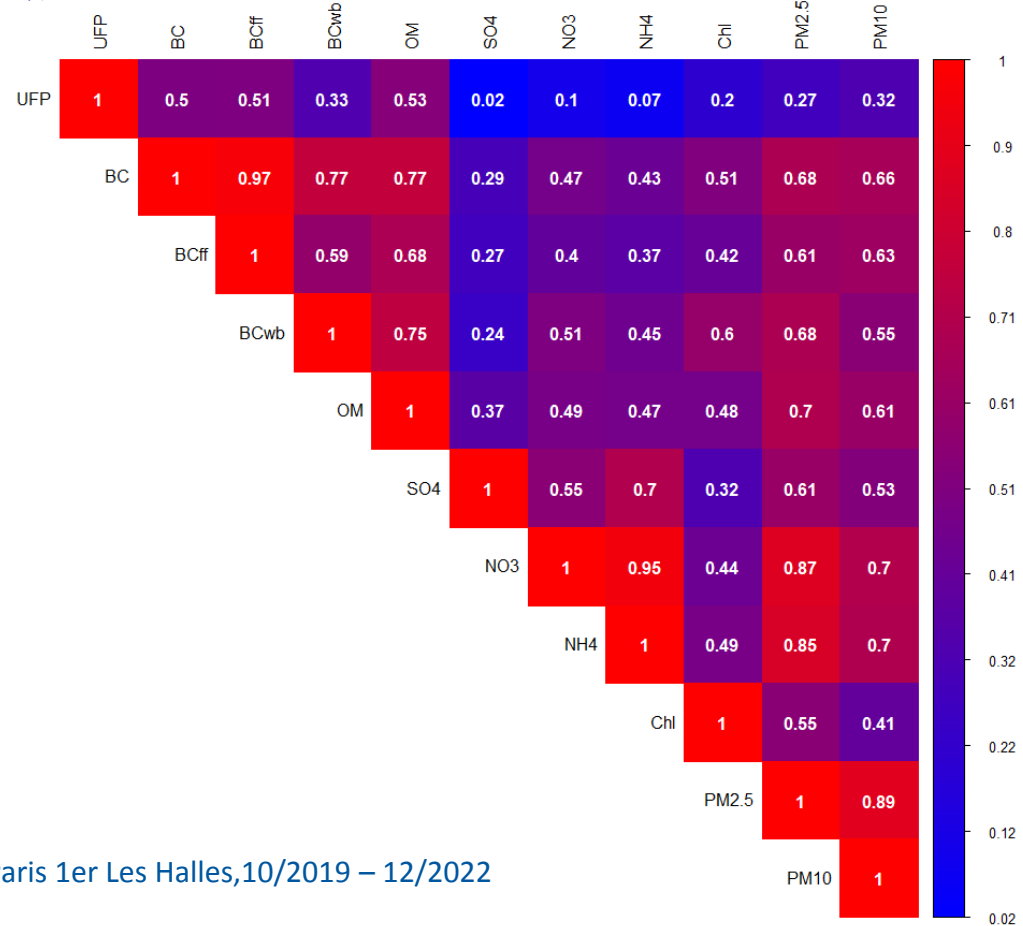


Effets des PUF sur la santé

- **Résultats épidémiologiques « insuffisants pour conclure »**
 - Relativement peu de données
 - ✓ En particulier à long terme
 - ✓ Et sur l'appareil neurologique
 - Grande variabilité spatiale et temporelle à fine échelle
 - ✓ Evaluation de l'exposition « complexe »
 - ✓ Sources de biais possibles
 - Gammes de tailles et de mesures d'exposition différentes
 - Comparaison approfondie des résultats entre les études difficile/non réalisable
- **Evidence toxicologique**
 - Mécanismes pathophysiologiques cohérents avec la plausibilité d'effets sanitaires


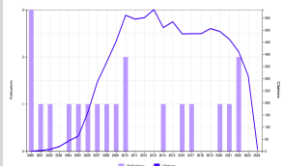
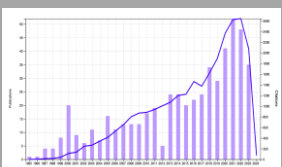
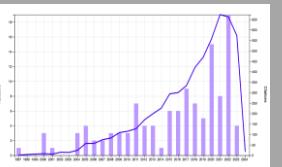
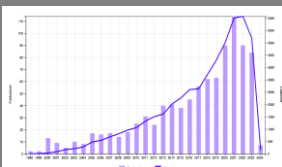
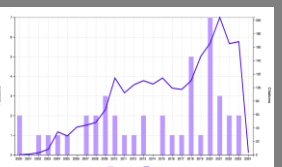
Correlation matrix between UFP and particulate matter

including Black Carbon (BC), Black Carbon derived from fossil-fuel (BCff) and wood-burning (BCwb) combustion, organic matter (OM), sulfate (SO4), nitrate (NO3), ammonium (NH4), Chloride (Chl), PM2.5 and PM10



Source Airparif, Station Paris 1er Les Halles, 10/2019 – 12/2022

Publications scientifiques relatives à l'étude des effets des particules sur la santé (Web of science)

Indicateur	1 ^{ère} année de publication	Épidémiologie (nb total, 1995-2023)	1 ^{ère} année de publication	Toxicologie (nb total, 1997-2023)
PUF	2005	 30	2007	 20
PM10	1995	 531	2000	 43
PM2.5	1998	 941	1997	 120

Effets à court et long terme des PM_{2.5} sur les appareils respiratoires et cardiovasculaires

Mortalité* toutes causes respiratoires et BPCO

Hospitalisations toutes causes, BPCO et asthme

Réduction transitoire fonction ventilatoire

Mortalité toutes causes et causes spécifiques BPCO

Incidence asthme enfant et adulte

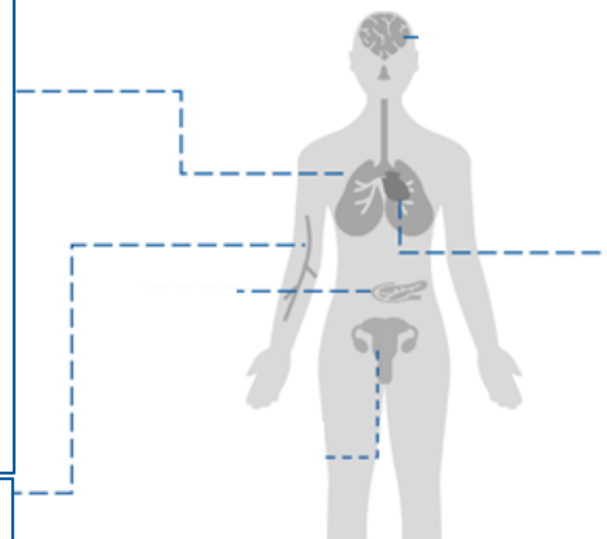
Incidence BPCO

Altération développement fonction pulmonaire enfant et déclin adulte

Augmentation de la PA

Augmentation de PA et HTA

Altération fonction vasculaire



Mortalité toutes causes NA

Mortalité toutes causes, et causes cardiovasculaires

Hospitalisations pour causes cardiovasculaires, infarctus et AVC

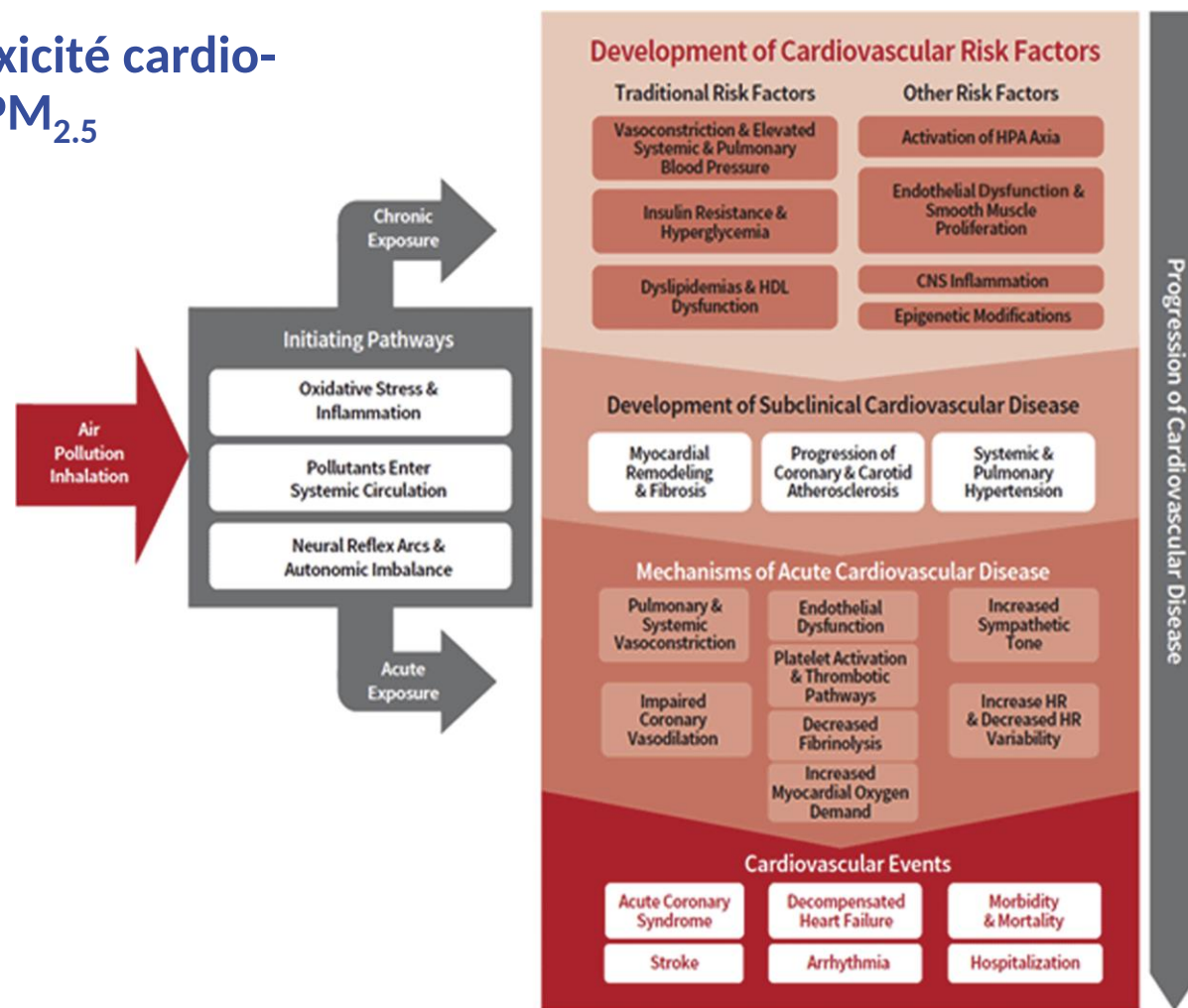
Altération de la fréquence cardiaque, troubles du rythme

Augmentation de l'épaisseur de l'intima-media et calcification des artères (athérosclérose)

Altération de la fonction vasculaire
Incidence maladies coronariennes et infarctus, AVC

Mortalité cardiopathies ischémiques

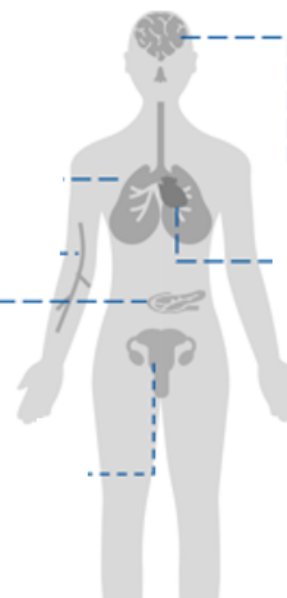
Voies biologiques de la toxicité cardio-vasculaire des particules PM_{2.5}



Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K; WHF Air Pollution Expert Group. Taking a Stand Against Air Pollution-The Impact on Cardiovascular Disease. Circulation. 2021 Apr 6;143(14):e800-e804

Effets à court et long terme des PM_{2.5} sur la fonction endocrine et l'appareil neurologique

Marqueurs de tolérance au glucose, sensibilité insuline
Contrôle du diabète
Déséquilibre homéostasie du glucose et de l'insuline
Incidence diabète de type 2 et du syndrome métabolique
Obésité chez l'enfant
Prise de poids chez la femme

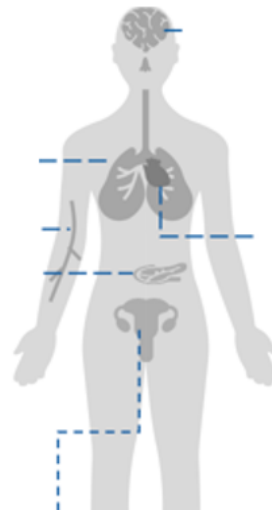


Suicide
Etat dépressif et anxieux
Déficits (transitoires) des fonctions cognitives ou neurocomportementales
Hospitalisations pour dépression, démence, Alzheimer et Parkinson
Exacerbations symptômes Parkinson
Diminution du volume cérébral
AVC
Troubles du spectre autistique
Altération du neurodéveloppement chez les enfants (mémoire, TDHA)
Dégradation des fonctions cognitives (mémoire) et accélération de leur déclin
Dépression, anxiété
Incidence Parkinson, démence et Alzheimer
Aggravation SLA

Effets à long terme des PM_{2.5} sur la fonction reproductive, la grossesse et la naissance, et tumeurs cancéreuses



Cancer du poumon, sein,
cerveau, foie, ovaires, vessie
rein, colo-rectum
Leucémies



Fertilité masculine et féminine
Prééclampsie
Petit poids de naissance
Prématurité
Mortinatalité

Conclusion

- **Les effets des PUF sur la santé, à court et à long terme, restent à conforter et compléter**
- **Nécessité d'intégrer les PUF dans la stratégie de surveillance de la qualité de l'air**
 - Monitoring : contage en temps réel (CPC)
 - Identification des sources émettrices : étude des corrélations avec d'autres polluants particulaires et gazeux, complétée d'une analyse des profils granulométriques (SMPS) +++
- **Ne pas reporter à plus tard le contrôle des émissions de PUF**
 - Les corrélations partielles des PUF avec les PM_{2.5} et PM₁₀ illustrent le fait qu'une fraction des effets qui leur sont attribués, notamment par voie systémique, est liée aux PUF
 - Les connaissances accumulées par la Recherche au cours des 25 dernières années sur les effets des PM_{2.5} sont éclairantes sur le champ des possibles à venir
 - Les politiques de réduction des émissions des particules PM₁₀ et PM_{2.5} conduites au cours de ces 20 dernières années ont (en partie) porté leurs fruits, mais *le chemin à parcourir pour atteindre les recommandations OMS 2022 est encore long ; il le sera sans doute encore plus à l'avenir pour les PUF....*