



Institut National de Recherche et de Sécurité

www.inrs.fr



Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils

www.inrs.fr

Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils



Benjamin
Sutter



Sophie
Tomaz

www.inrs.fr

Sommaire

- 1 Définitions
- 2 Exposition et effets sur la santé
- 3 Enjeux pour la métrologie
- 4 Solutions actuelles
- 5 Dispositifs à venir
- 6 Synthèse et conclusion
- 7 Vos questions
- 8 Pour vous informer

Définitions

- Volatilité
- Semi-volatilité
- Aérosol

Définitions : mesure de la volatilité

➤ **Température d'ébullition (T_{eb})**

- Exprimée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) ou Kelvin (K)
- Indirectement liée à la volatilité : objective un changement de phase massif d'un liquide
- Facile à mesurer : données facilement accessibles

➤ **Pression de vapeur saturante (P_{vs})**

- Exprimée en Pascals (Pa), millimètres de mercure (mmHg), millibar (mBar), etc.
- Facile à mesurer pour les composés volatils
- Difficile à mesurer pour des composés peu volatils : données manquantes
 - Variations de pression infime < limite de quantification

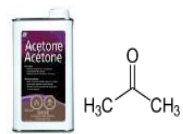
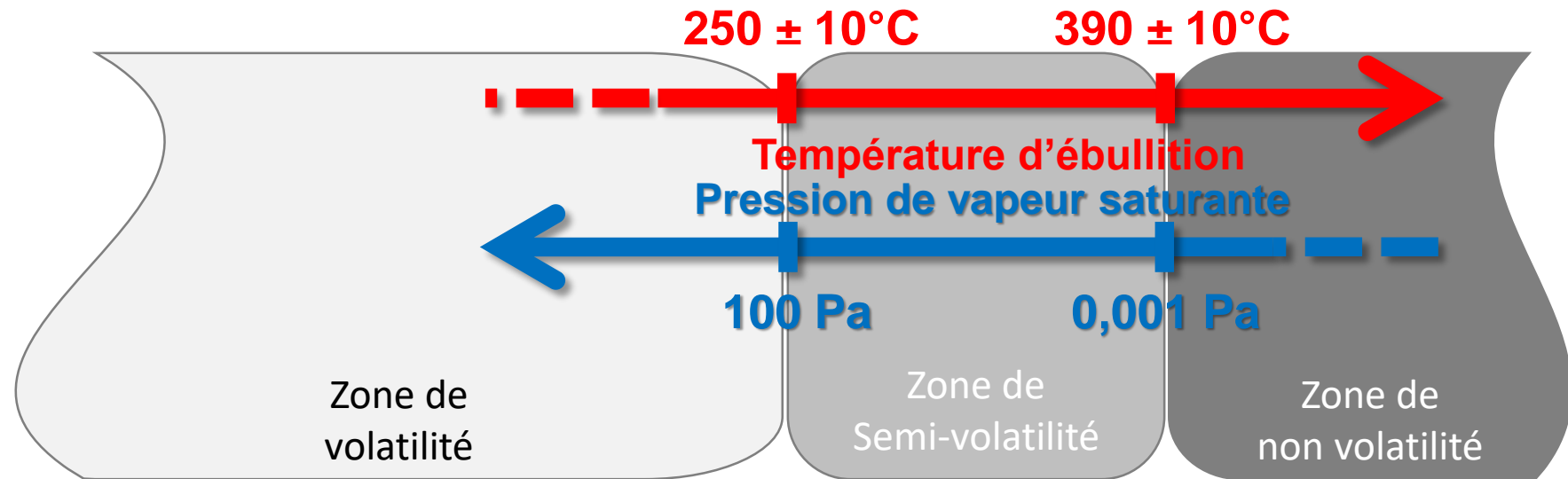


Définitions institutionnelles de la semi-volatilité

- **T_{eb} à 101,3 kPa compris entre 240-260 et 380-400 °C**
 - Agence de protection de l'Environnement USA (US-EPA)
(*Technical Overview of Volatile Organic Compounds*)
 - Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
- **P_{vs} comprise entre 0,001 et 100 Pa**
 - CEN : EN 13936:2012
- Quelques « auto-définitions » issues de la littérature scientifique
 - Weschler et al. 2008 : P_{vs} comprise entre 10^{-9} et 10 Pa
 - Novaes et al, 2019 : 200 Da
 - Mofikoya et al, 2019 : $T_{eb} > 240$ °C et $P_{vs} < 5$ Pa
 - Etc.

→ **Semi-volatilité : définitions multiples**

Définition à retenir du caractère semi-volatil



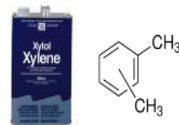
Composés très volatils
Acétone

$T_{eb}(P_{atm}) = 56\text{ °C}$
 $P_{vs}(25\text{ °C}) = 30800\text{ Pa}$



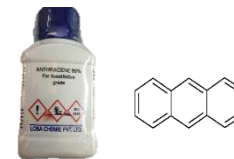
Composés volatils
Eau

$T_{eb}(P_{atm}) = 100\text{ °C}$
 $P_{vs}(25\text{ °C}) = 3170\text{ Pa}$



Composés volatils
Xylène

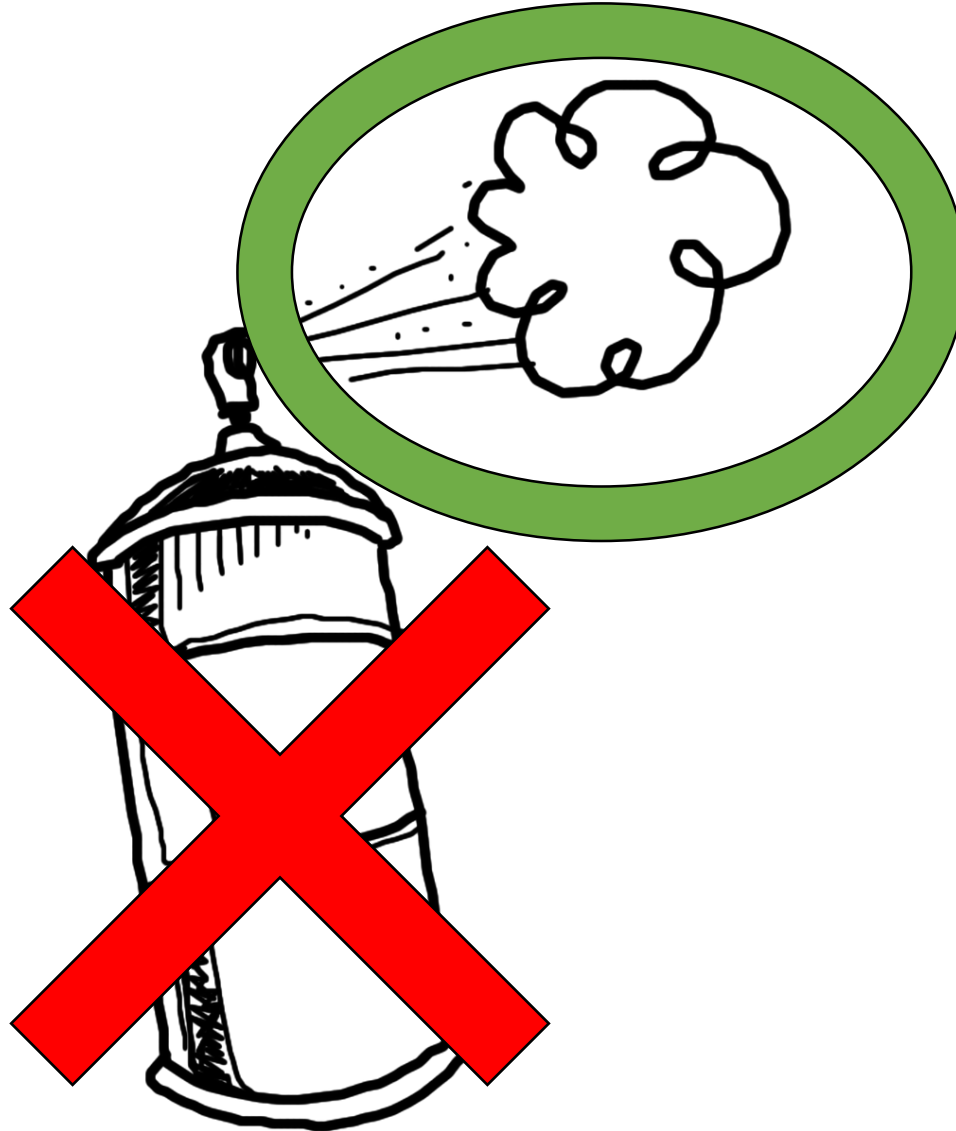
$T_{eb}(P_{atm}) = 144\text{ °C}$
 $P_{vs}(25\text{ °C}) = 800 - 1200\text{ Pa}$



Composés semi-volatils
Anthracène

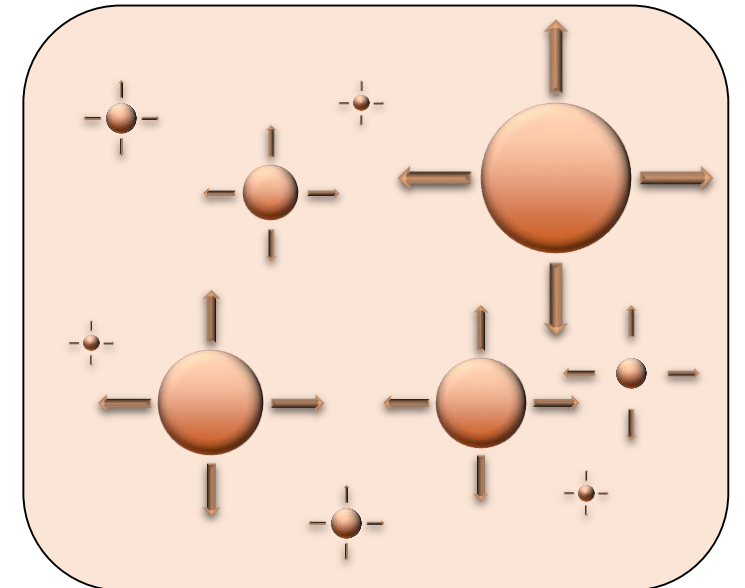
$T_{eb}(P_{atm}) = 340\text{ °C}$
 $P_{vs}(25\text{ °C}) = 0,00087\text{ Pa} - 0,08\text{ Pa}$

Qu'est-ce qu'un aérosol ?



Qu'est-ce qu'un aérosol ?

- Particules en suspension dans l'air et mélange de gaz et de vapeur dans lequel elles sont en suspension [NF EN 1540 : 2021]
 - Les particules peuvent être ou non en équilibre avec leurs propres vapeurs.
- Notion de taille limite de particule
 - Vitesse de sédimentation $< 25 \text{ cm.s}^{-1}$
 - $\approx 100 \text{ }\mu\text{m}$ de diamètre aérodynamique pour une densité de 1.
 - ***Wells (1934, 1955), Hinds (1999)***



Mode de génération des aérosols semi-volatils ?

- Par nébulisation
 - Projection (jet)
 - Aspersion (buse de pulvérisation)
- Par évapo-condensation
 - Procédés chauds
 - Evaporation + condensation
- Par génération mixte
 - Nébulisation + évapo-condensation

Pesticides



Fumées de bitume



Gaz d'échappement



Fluides de coupe





Exposition et implication pour la santé

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils



Voies d'exposition

- Contact cutané

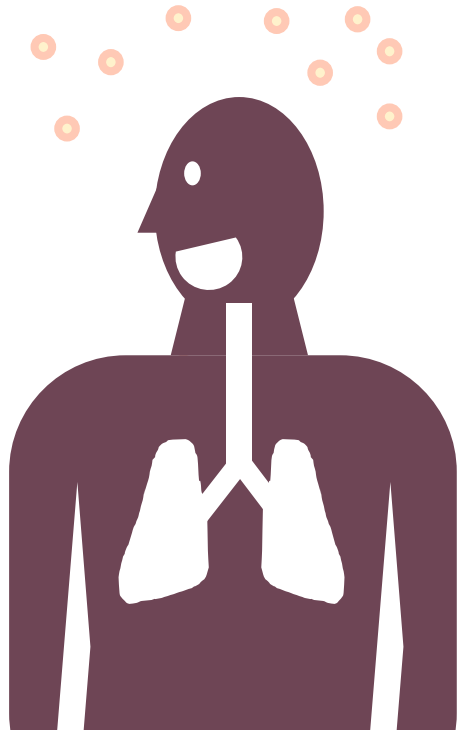
Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils



Voies d'exposition

- Contact cutané
- Ingestion

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils



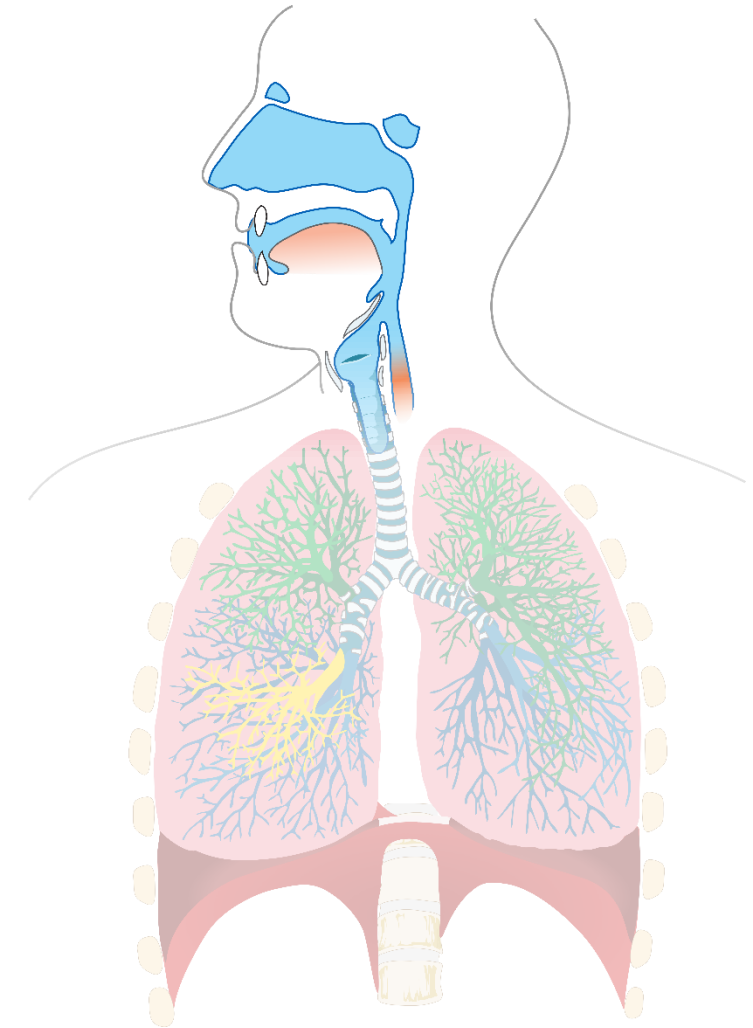
Voies d'exposition

- Contact cutané
- Ingestion
- Inhalation

➔ Effets différents

Inhalation des aérosols semi-volatils

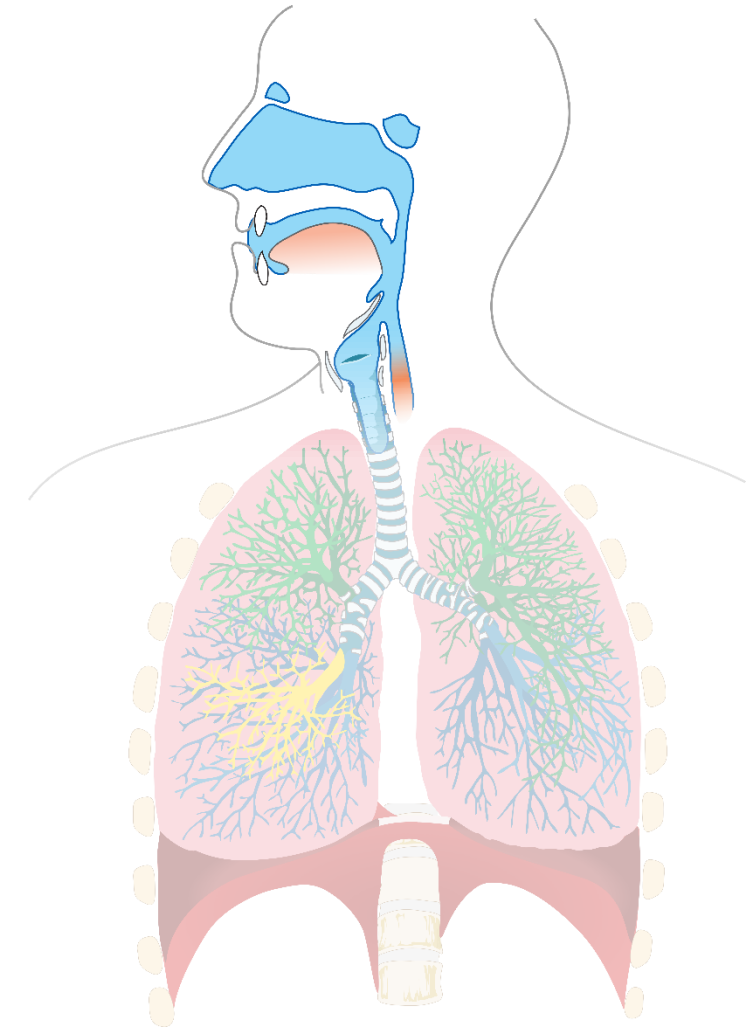
Pénétration dans les voies respiratoires



Inhalation des aérosols semi-volatils

Pénétration dans les voies respiratoires

Particules \neq gaz



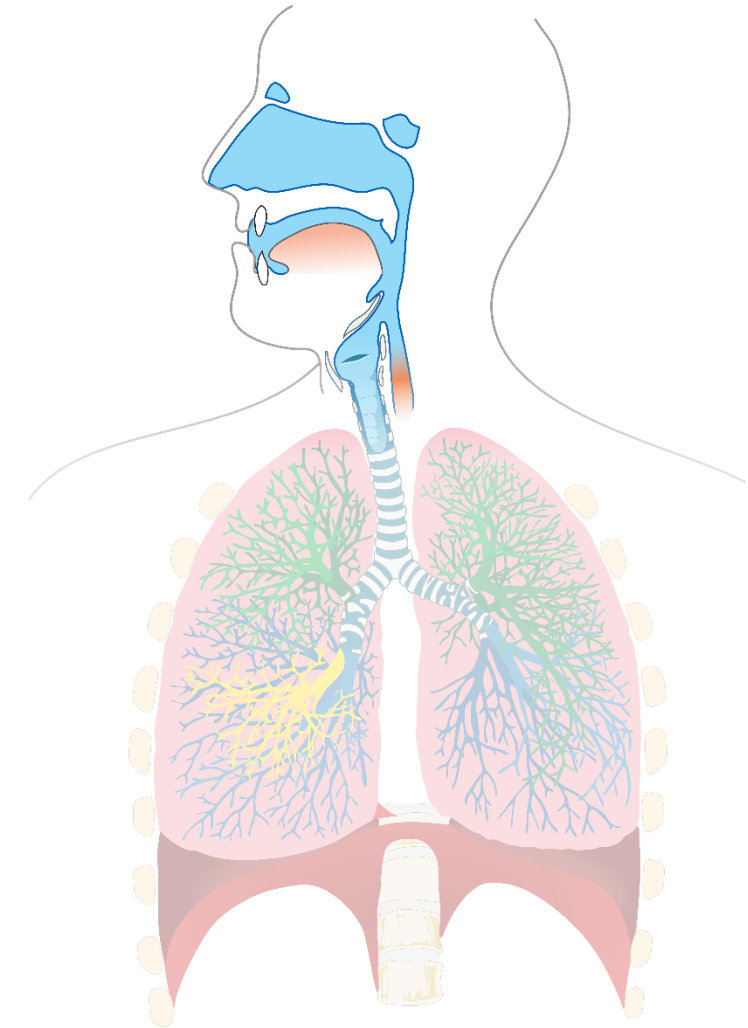
Inhalation des aérosols semi-volatils

Pénétration dans les voies respiratoires

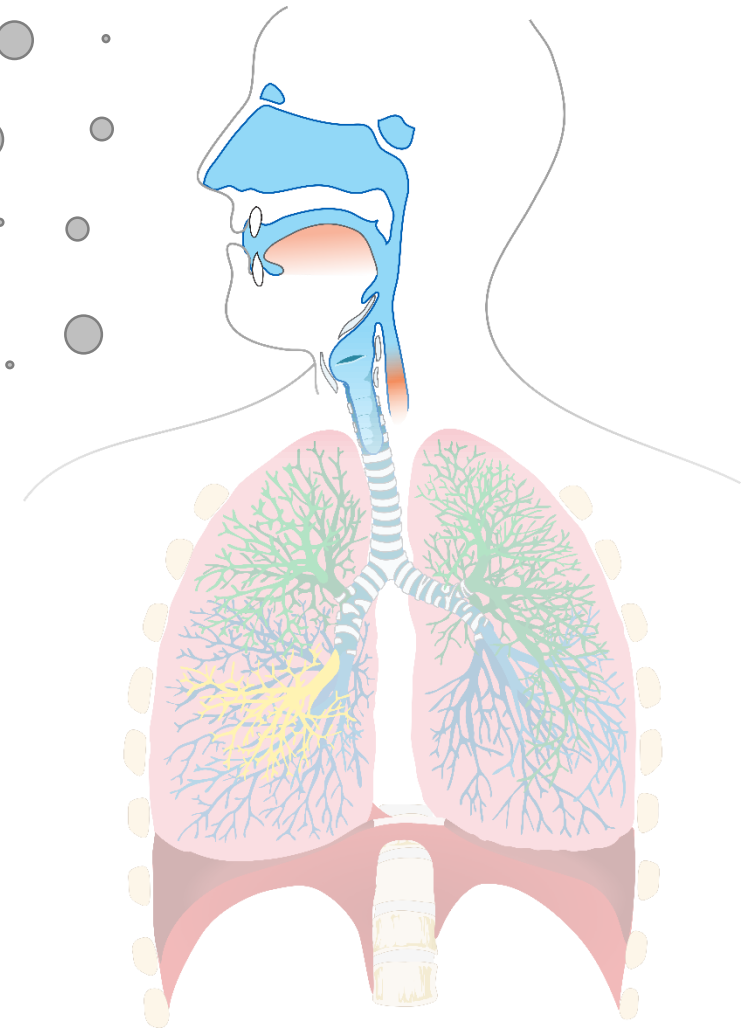
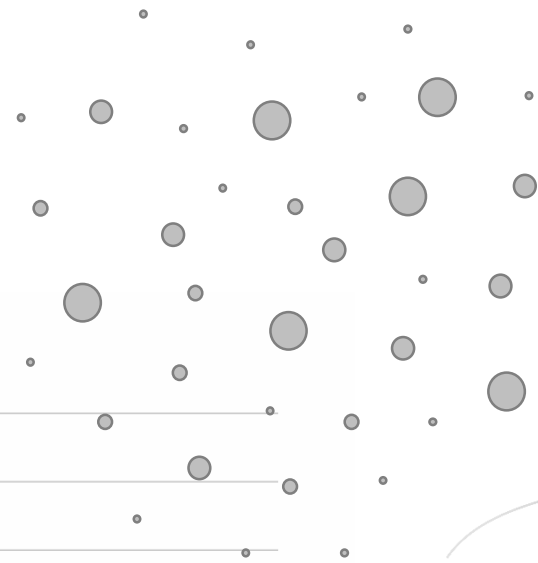
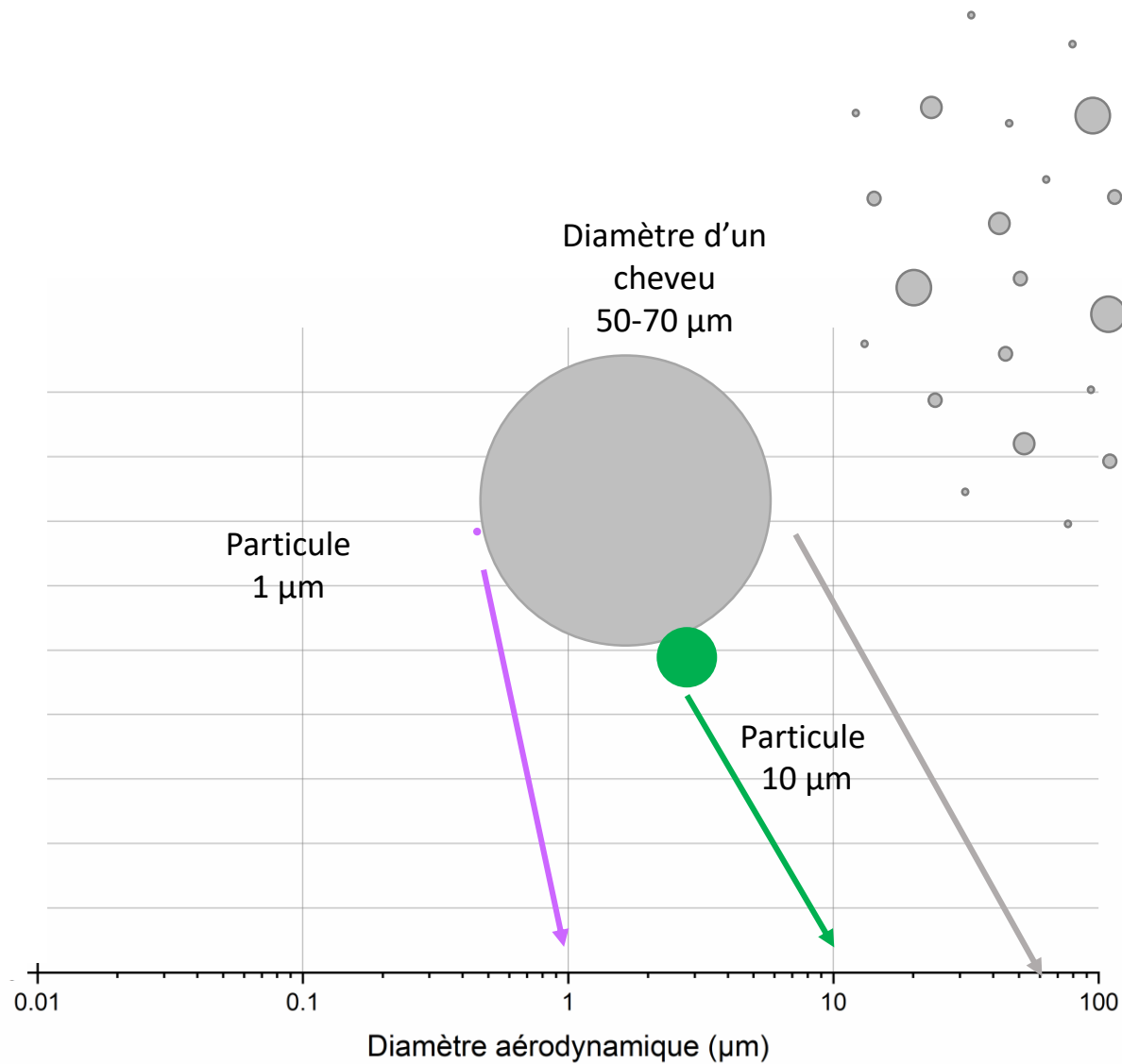
Particules \neq gaz



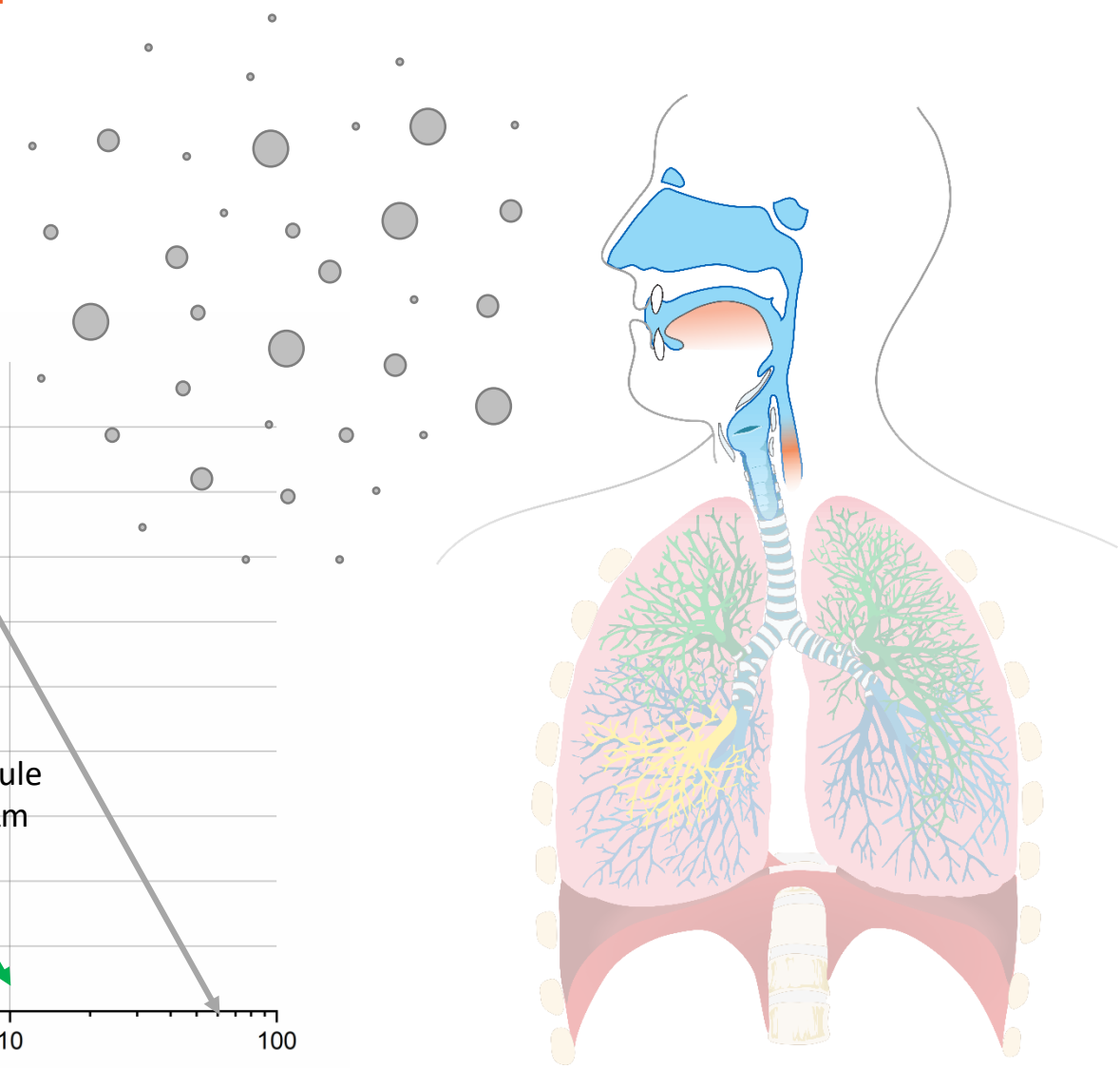
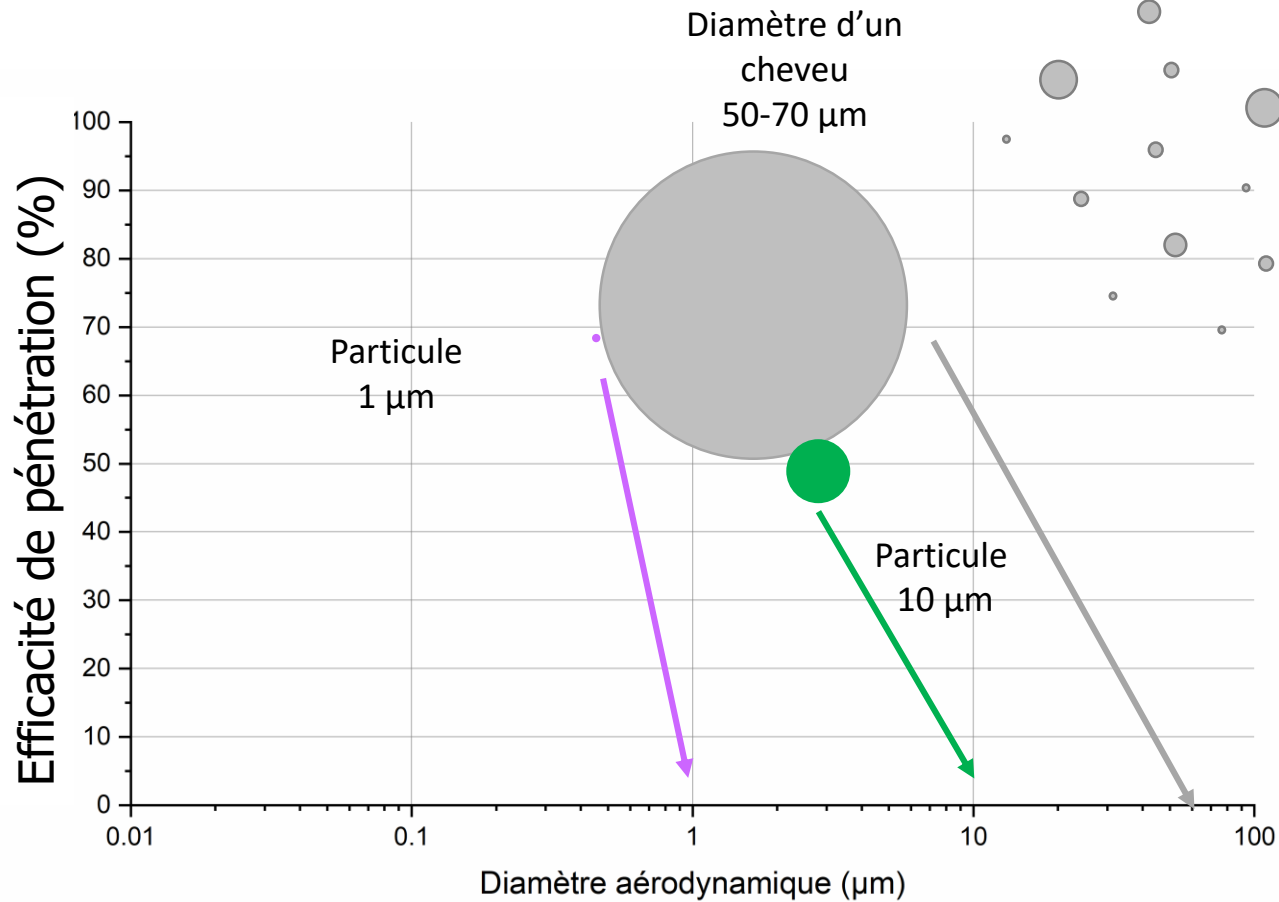
diamètre de particules



Diamètres des particules rencontrées



Efficacité de pénétration



Norme pour les fractions conventionnelles

Pénétration dans les voies respiratoires

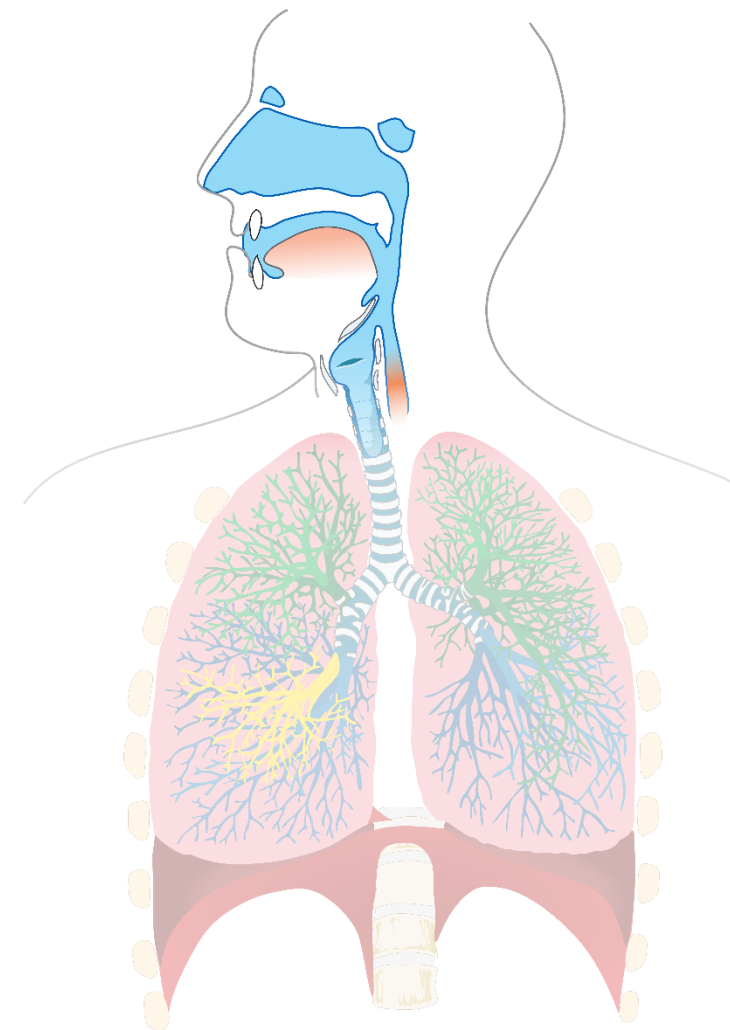
Particules \neq gaz



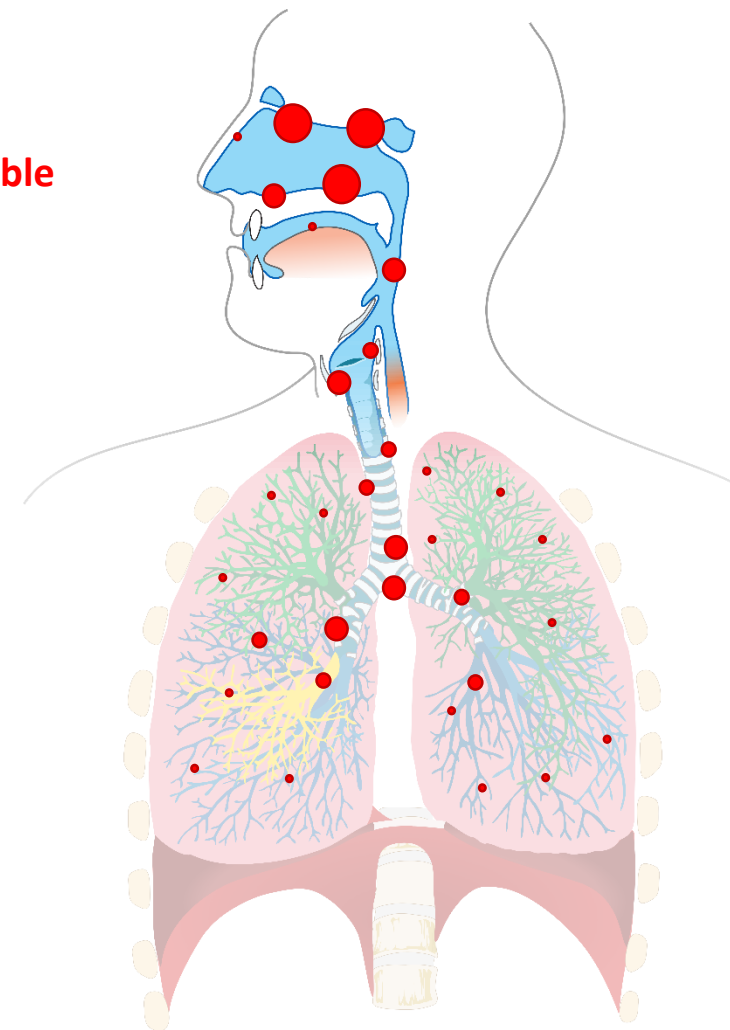
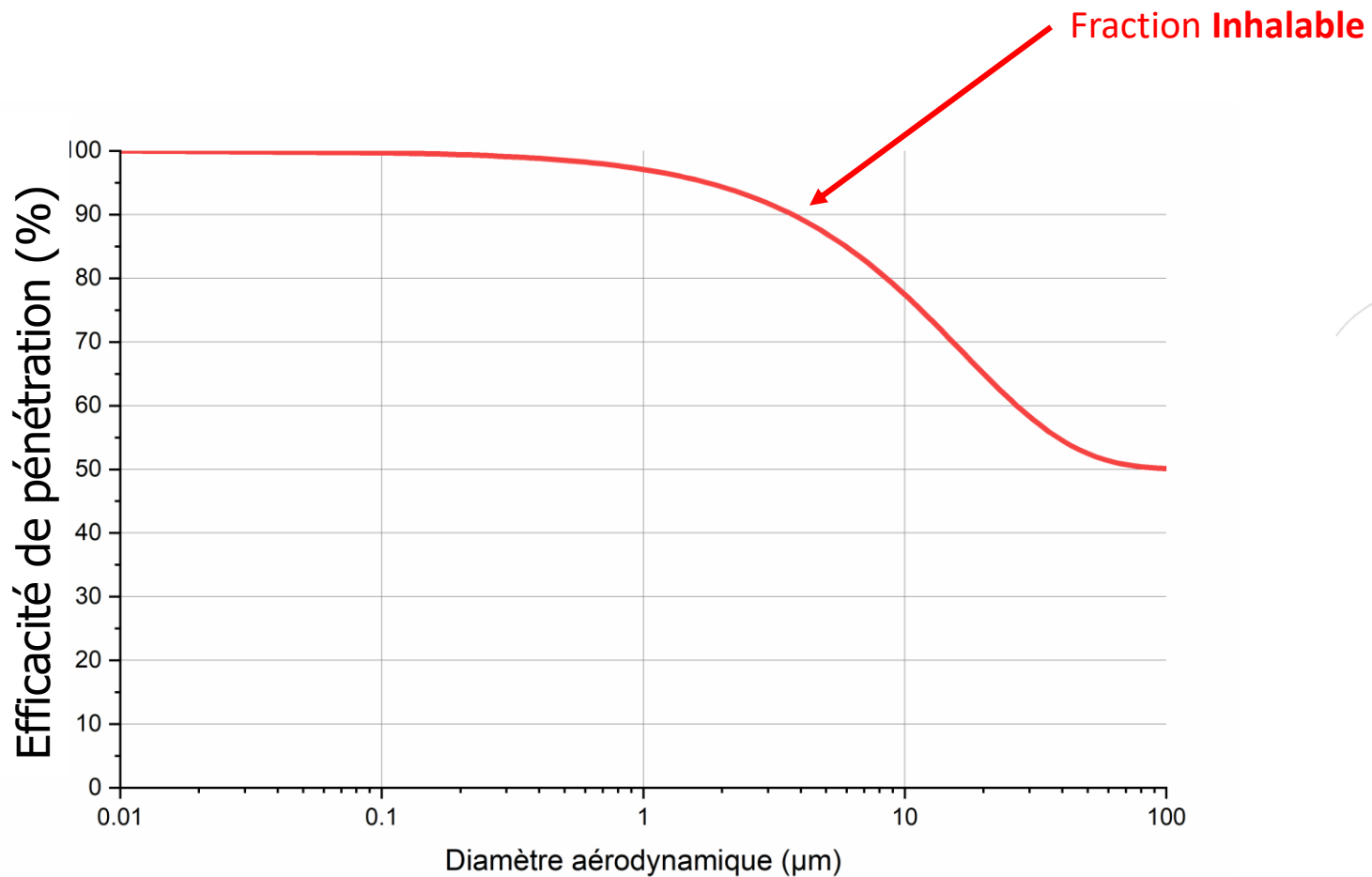
diamètre de particules



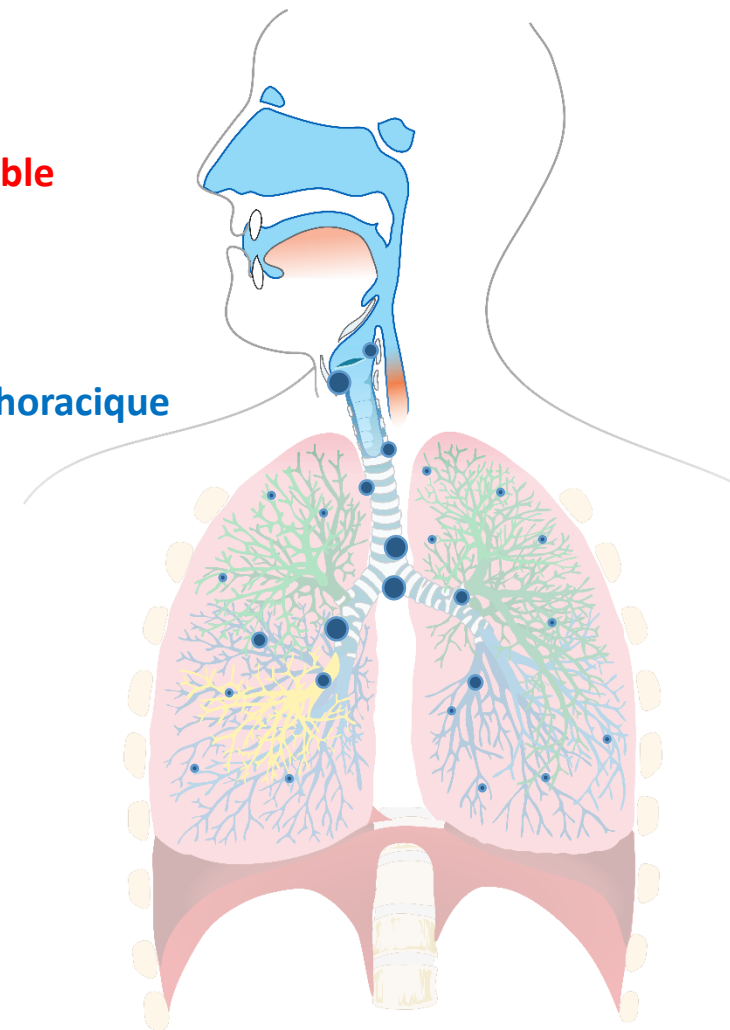
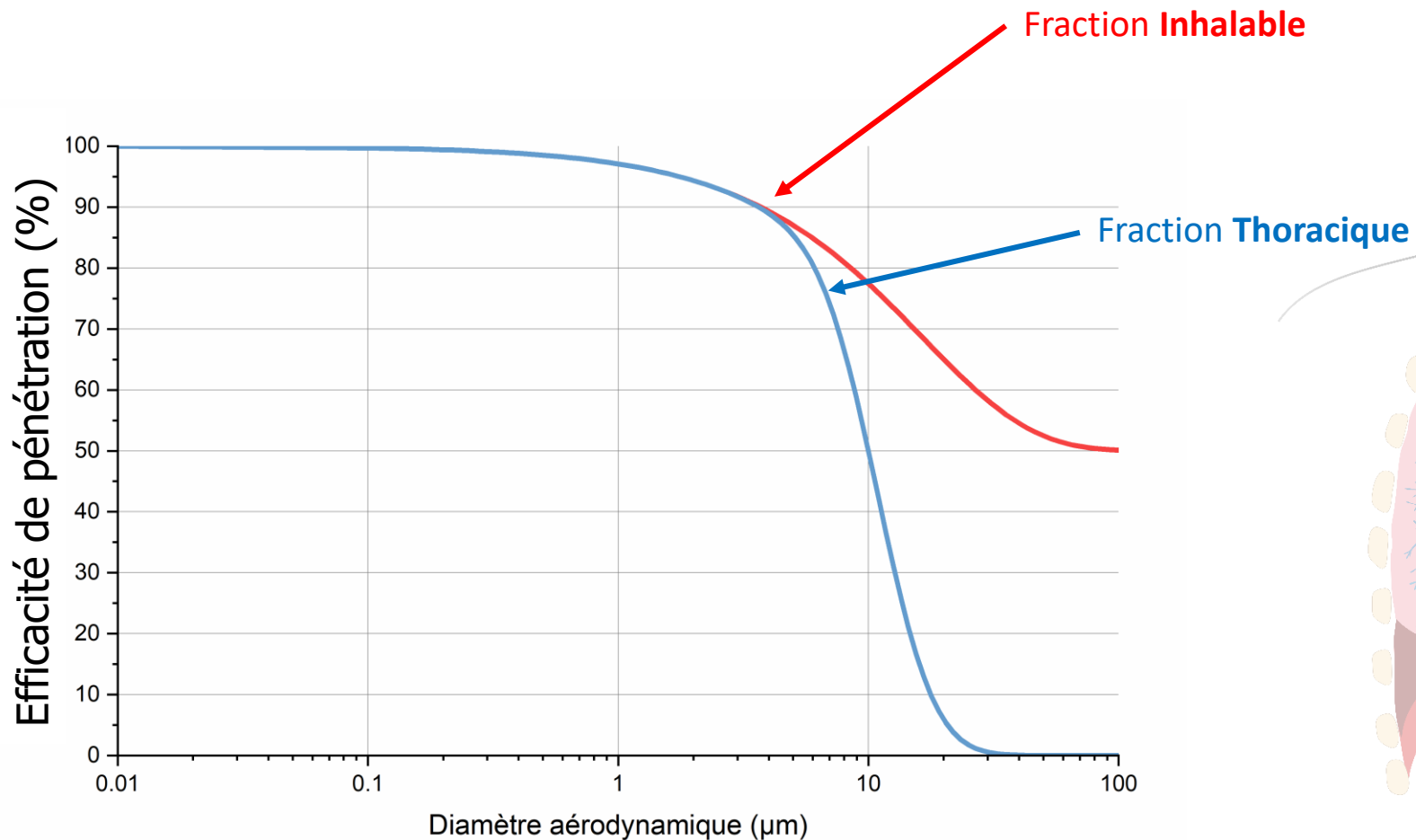
fractions conventionnelles
EN481:1993



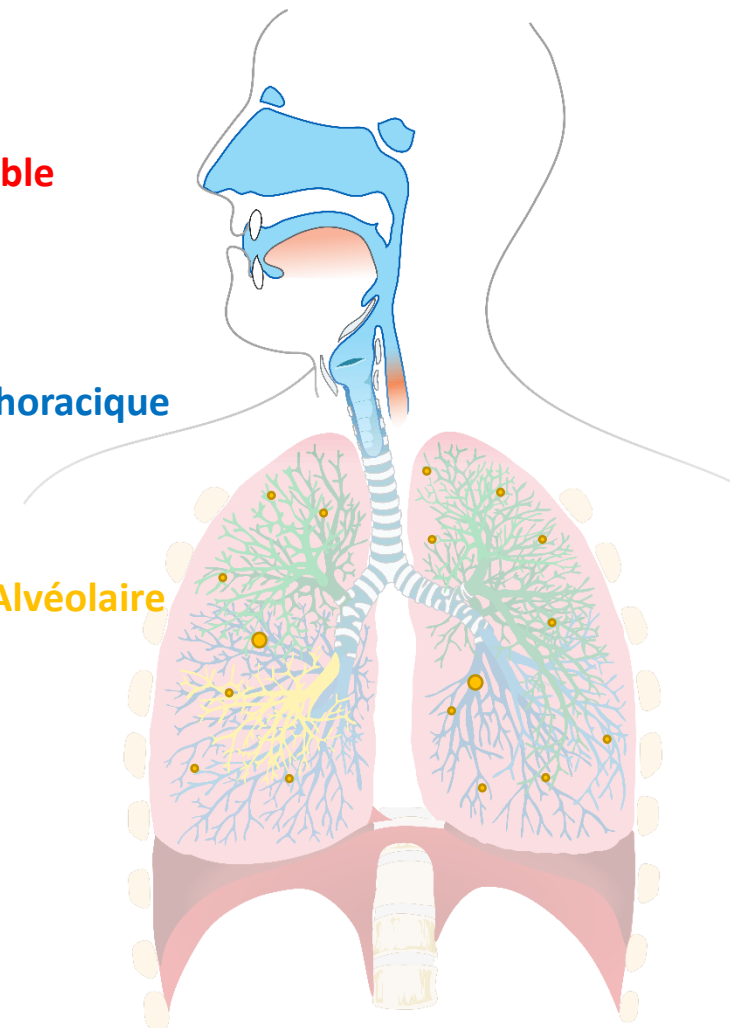
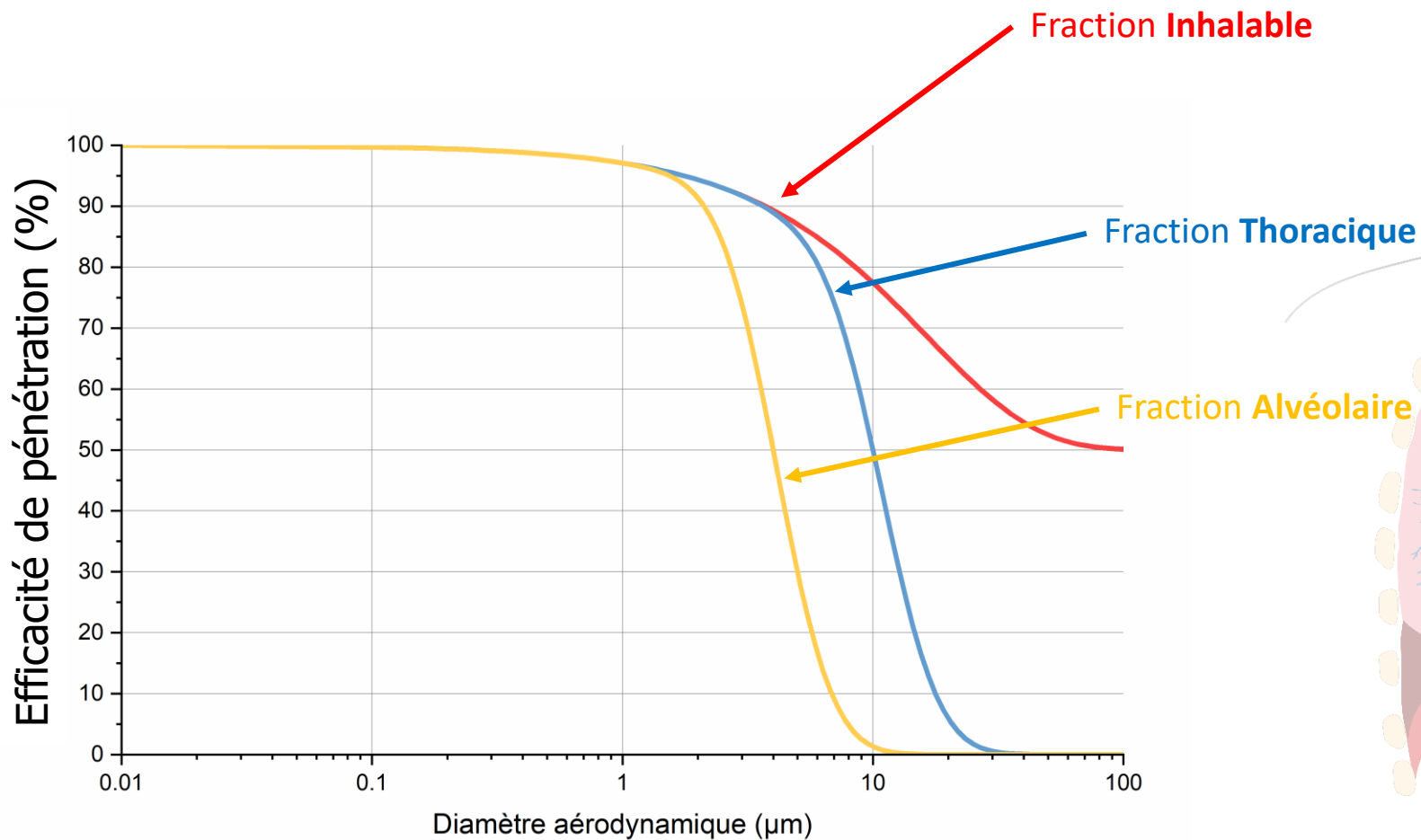
Fractions conventionnelles



Fractions conventionnelles



Fractions conventionnelles



Inhalation des aérosols semi-volatils

Pénétration dans les voies respiratoires

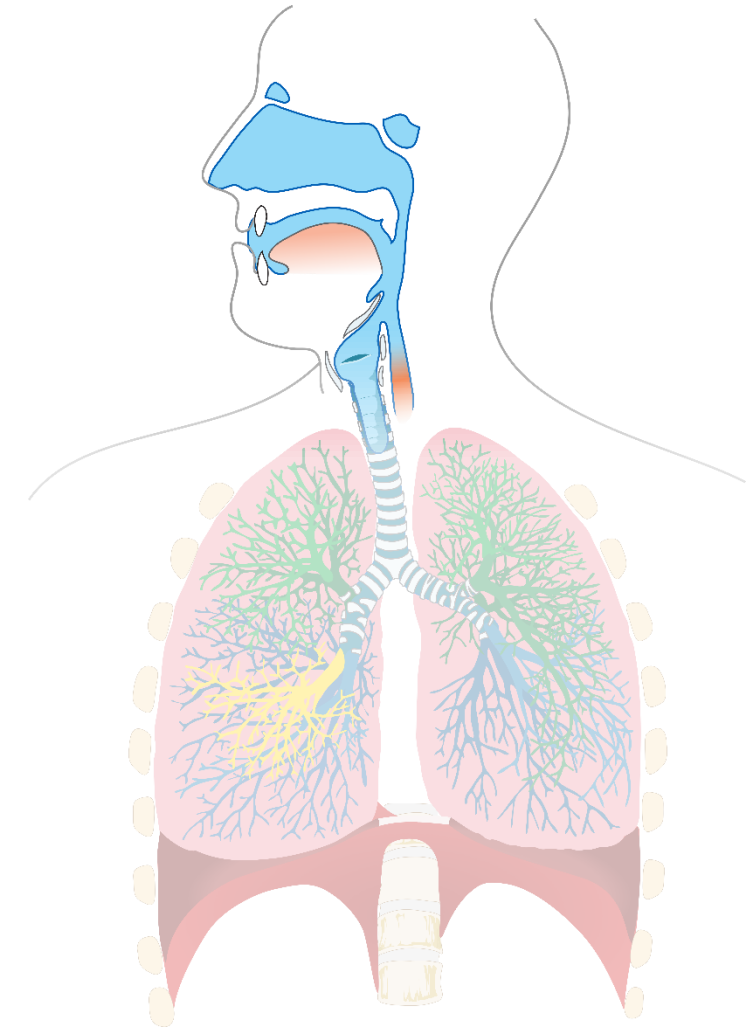
Particules \neq gaz



diamètre de particules



fractions conventionnelles
EN481:1993



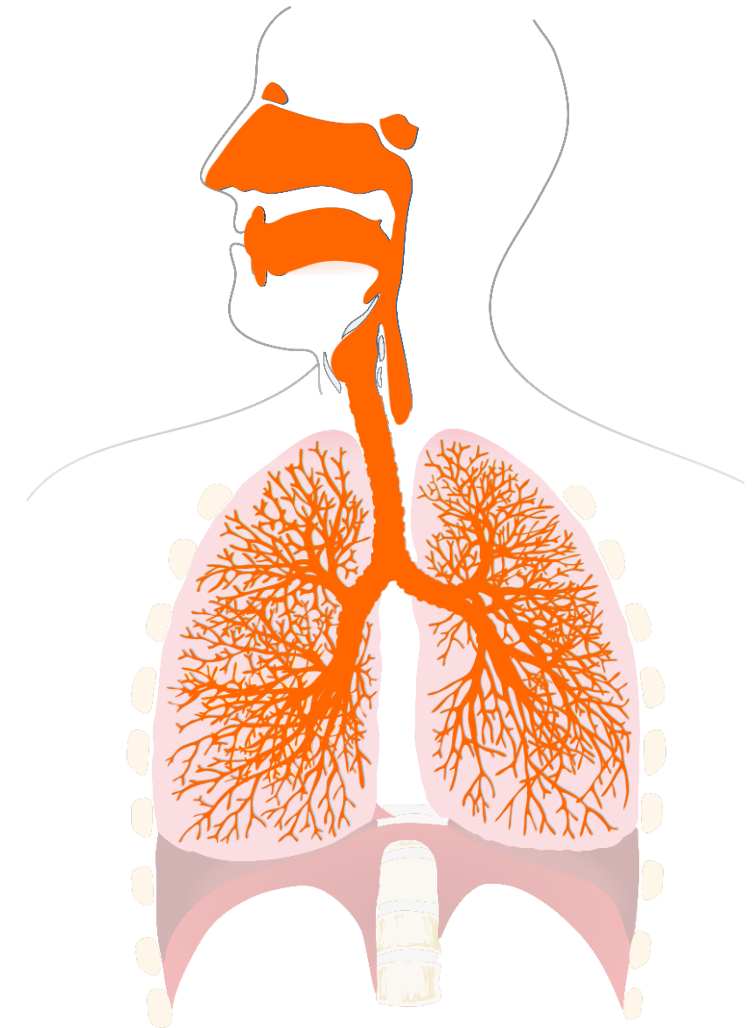
Particules vs Vapeurs : cibles différentes

Pénétration dans les voies respiratoires

Particules \neq gaz



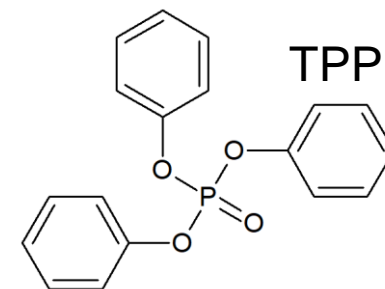
- pénétration intégrale dans l'arbre respiratoire
- transfert \rightarrow muqueuses
 - fonction propriété chimique



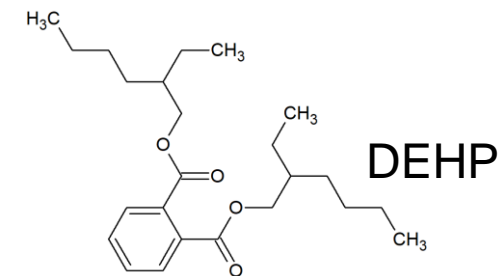
Rôle de la composition chimique

- propriétés chimiques des molécules et toxicité

retardateurs de flamme



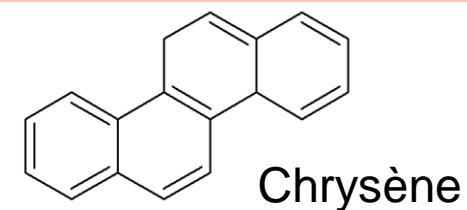
phthalates



pesticides

hydrocarbures aromatiques polycycliques

supposé cancérigène (1B)*



*classement Union Européenne

Effets sur la santé

- propriétés **chimiques** des molécules et **toxicité**
- **voie** d'exposition
- propriétés **physiques** (taille, forme, *etc.*)
- **Dose**

Effets sur la santé

- propriétés **chimiques** des molécules et **toxicité**
- **voie** d'exposition
- propriétés **physiques** (taille, forme, *etc.*)
- **Dose**

→ Rôle de la métrologie

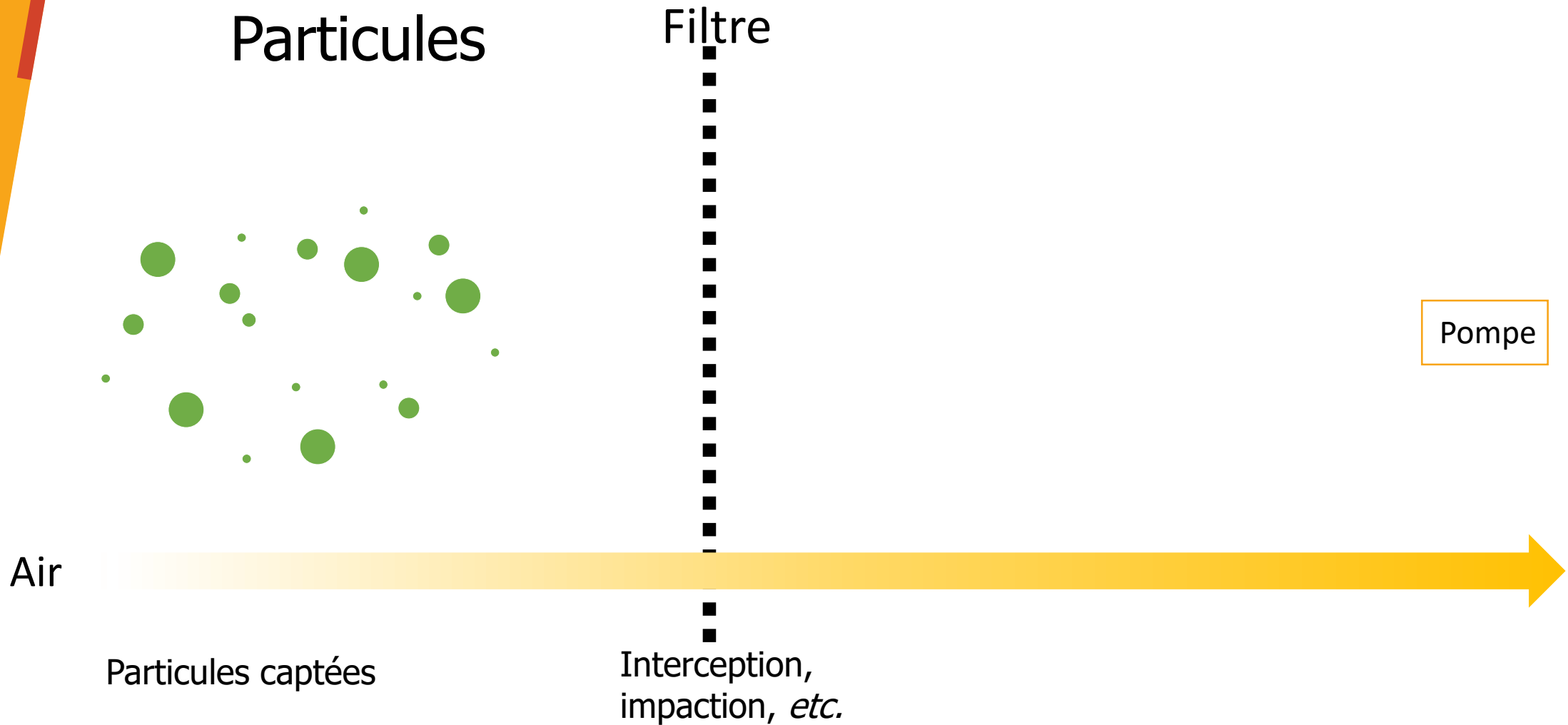
2. Enjeux pour la métrologie

Comment prélever des particules?

Particules

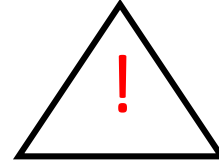


Comment prélever des particules?



Utilisation des dispositifs de prélèvement

Particules

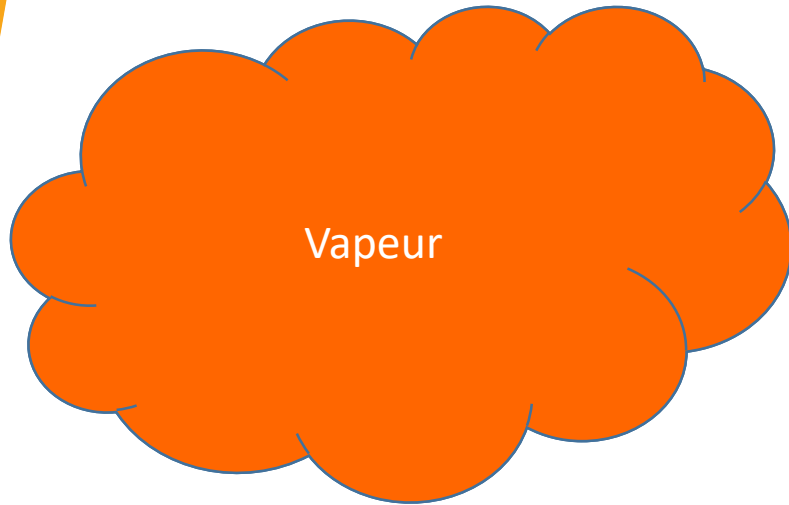


Tous les dispositifs de prélèvement ne sélectionnent pas la même fraction de particule

- Choix du dispositif important selon la fraction conventionnelle à prélever
- Utilisation du dispositif de prélèvement au débit recommandé → influence sur le prélèvement

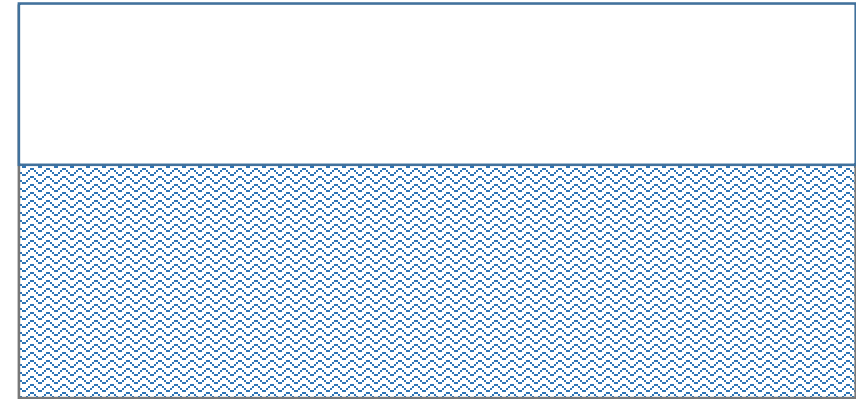
Comment prélever des gaz?

Vapeur



Absorption
(plus rare)

Liquide



Pompe

Solide



Adsorption

Air



Les supports adsorbants

- Adsorption → processus de **surface**
- Intérêt des matériaux poreux
- Différents adsorbants avec des propriétés physico-chimiques variées (charbon actif, carbone graphitisés, polymères poreux, *etc.*)

Tube de charbon actif



Mousse en polyuréthane



Les supports adsorbants

- Adsorption → processus de **surface**
- Intérêt des matériaux poreux
- Différents adsorbants avec des propriétés physico-chimiques variées (charbon actif, carbone graphitisés, polymères poreux, *etc.*)
- Molécules peuvent migrer! → Claquage ou perçage

Tube de charbon actif



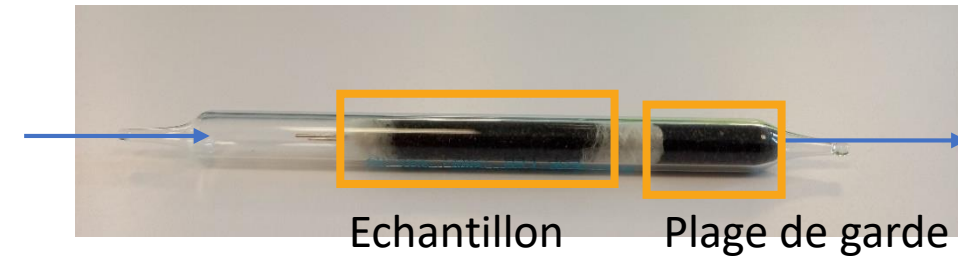
Mousse en polyuréthane



Les supports adsorbants

- Adsorption → processus de **surface**
- Intérêt des matériaux poreux
- Différents adsorbants avec des propriétés physico-chimiques variées (charbon actif, carbone graphitisés, polymères poreux, *etc.*)
- Molécules peuvent migrer! → Claquage ou percage
- Plage de garde → évalue la capacité de rétention
 - si 5% de quantité totale
 - rejet de l'échantillon

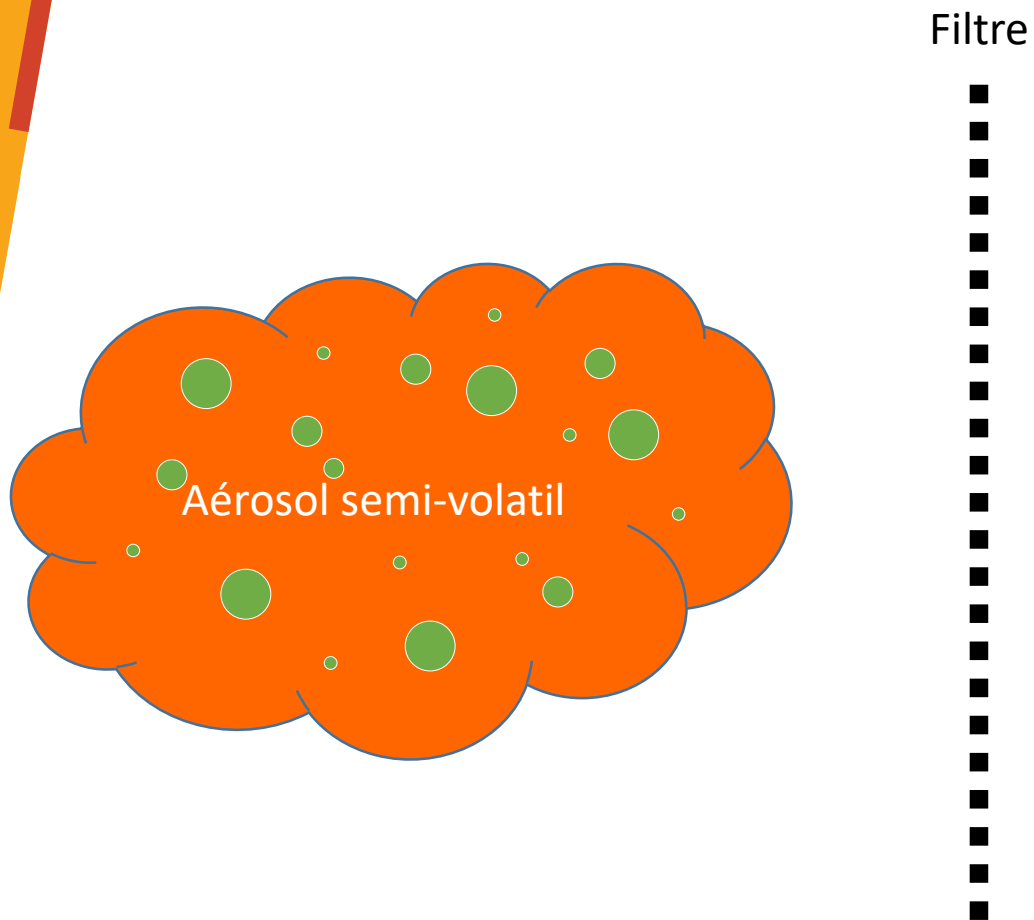
Tube de charbon actif



Mousse en polyuréthane



Etude du comportement d'un ASV pendant le prélèvement



Etude du comportement d'un ASV pendant le prélèvement

Filtre



Etude du comportement d'un ASV pendant le prélèvement

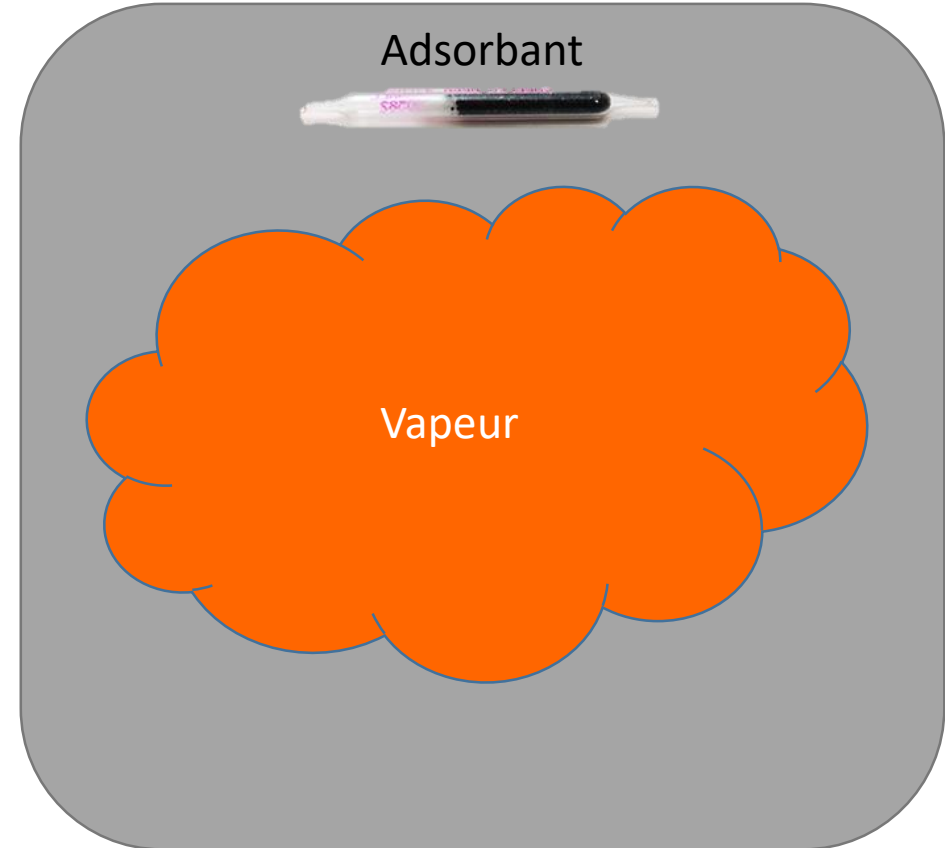
Filtre



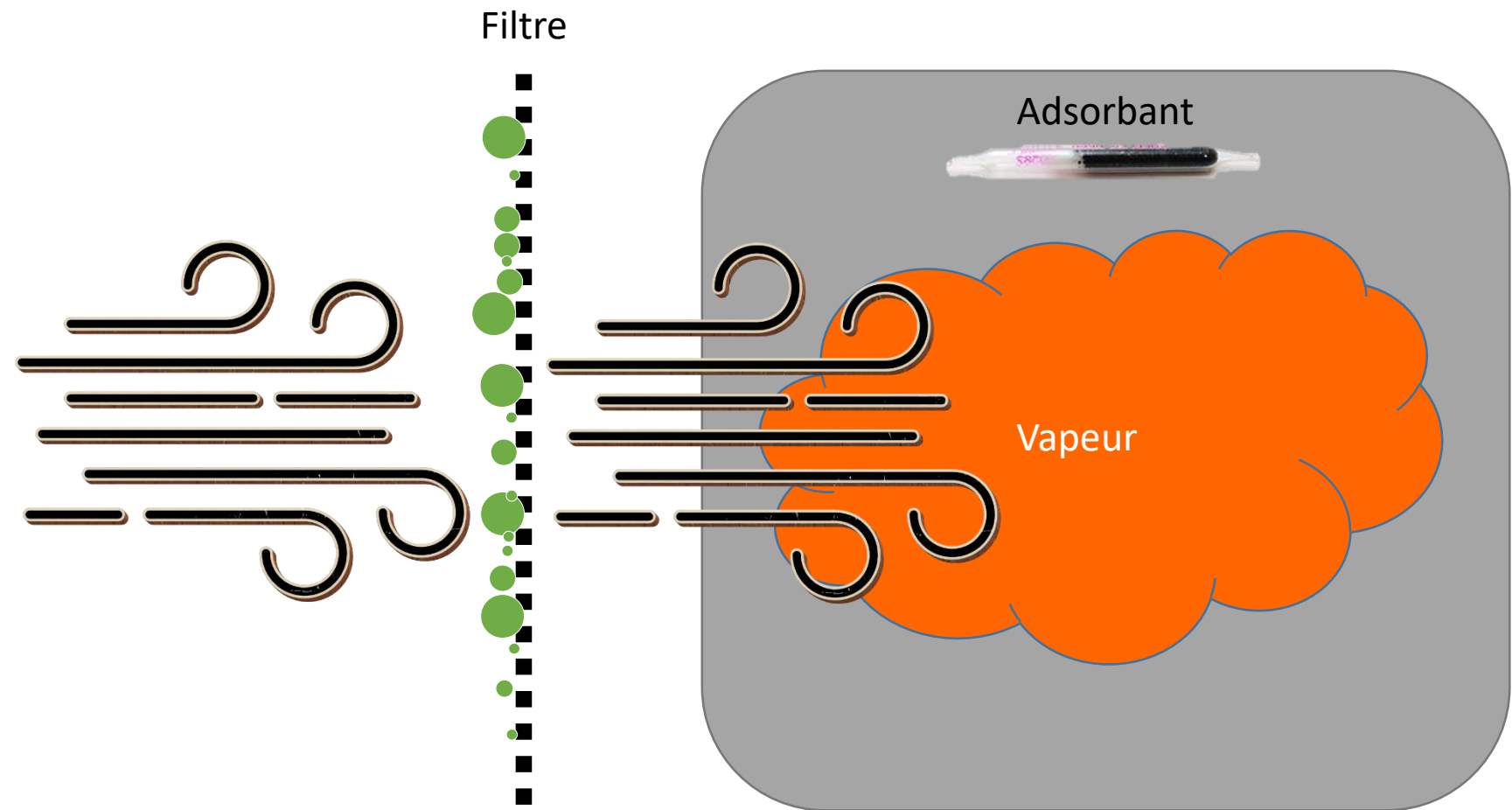
Adsorbant



Vapeur



Etude du comportement d'un ASV pendant le prélèvement



Particules

+

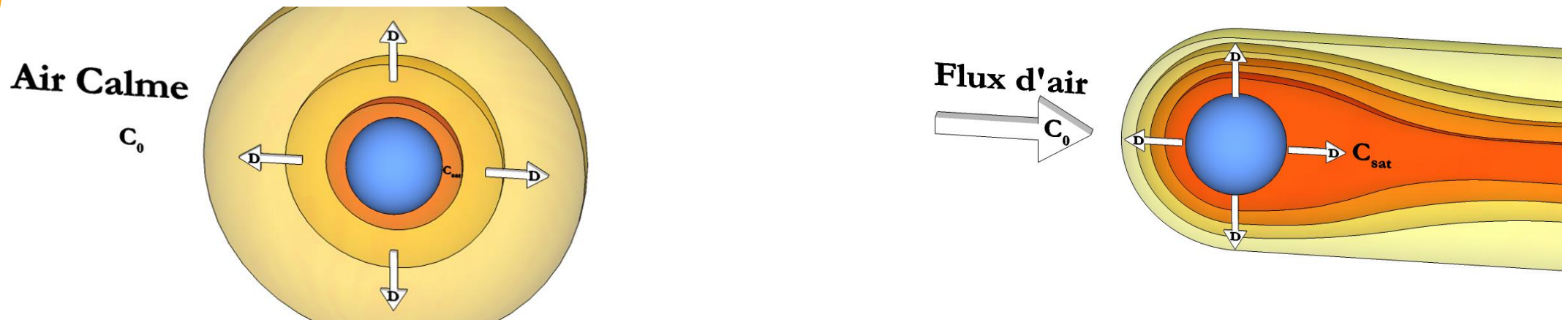
Vapeur

=

Total

Pour aller un peu plus loin : Effet du débit d'air

- Effet du débit : stimulation de l'évaporation
 - Transferts de masse par **diffusion + convection**

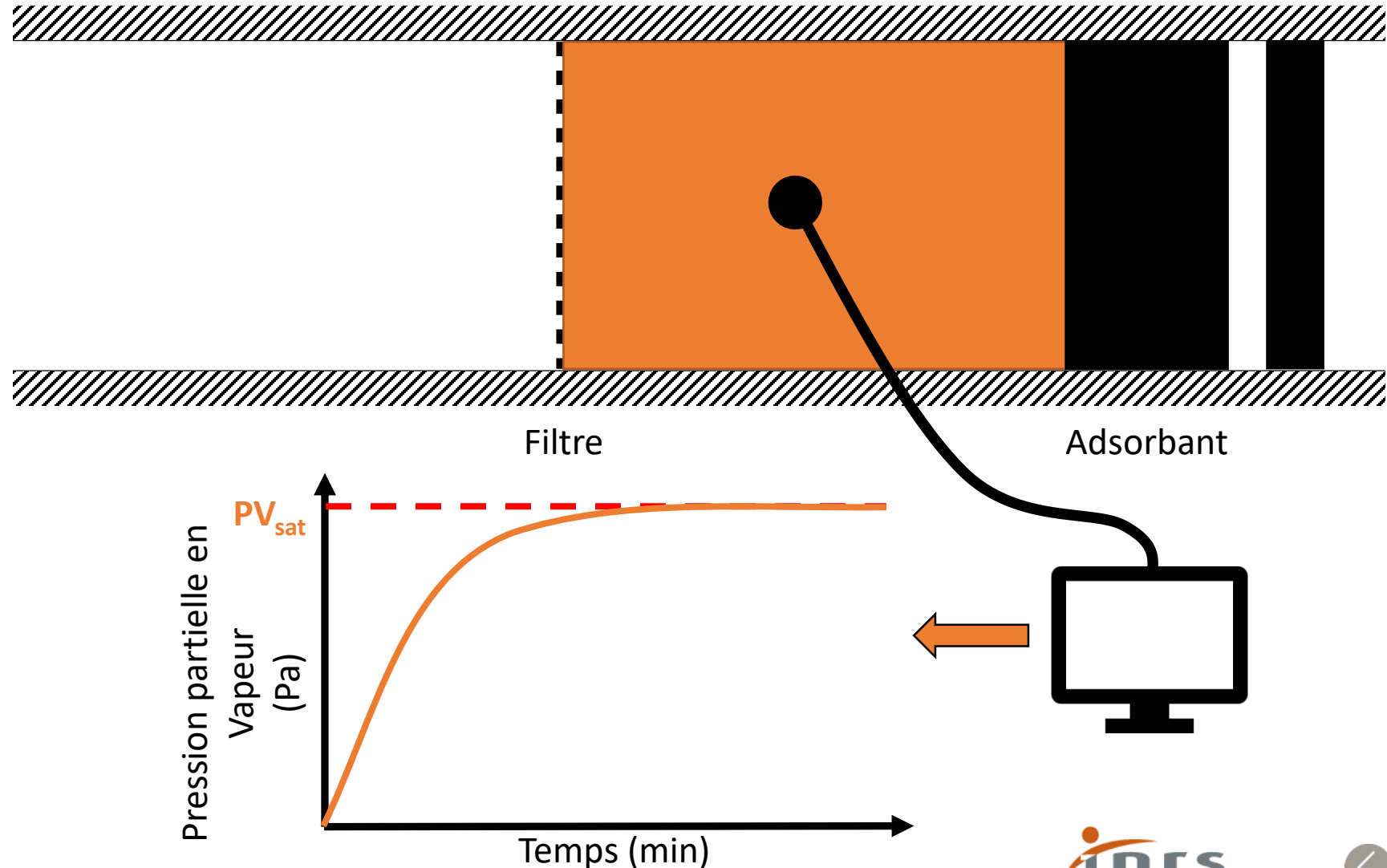


- Diamètre de particule $> 1\mu\text{m}$
 - Vitesse d'air \uparrow
- } \uparrow Vitesse d'évaporation

B. Sutter, NS285 (2009)

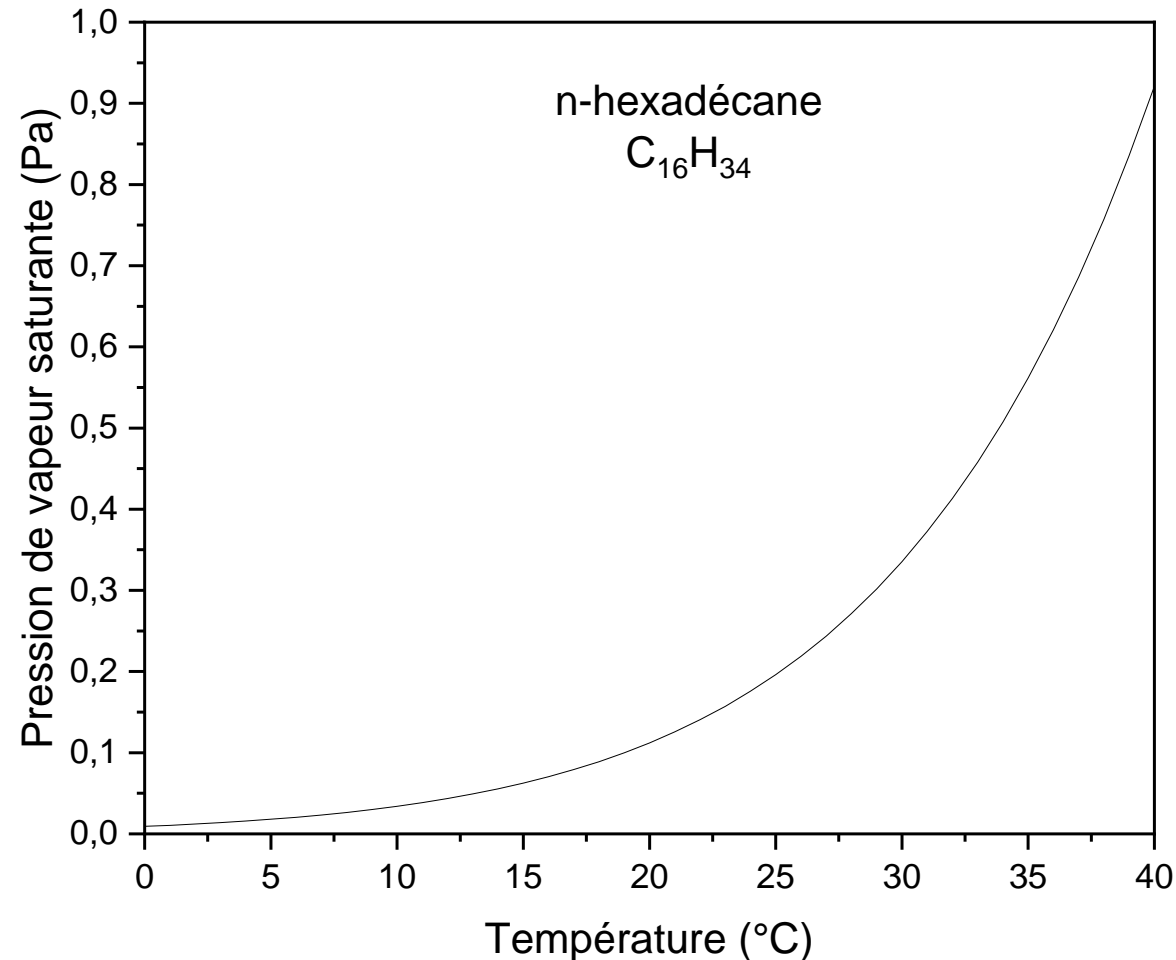
Pour aller un peu plus loin : Effet de la masse collectée

- Effet du chargement du filtre



Pour aller un peu plus loin : Effet de la température

- Effet de la température
 - Exemple du n-hexadécane $C_{16}H_{34}$

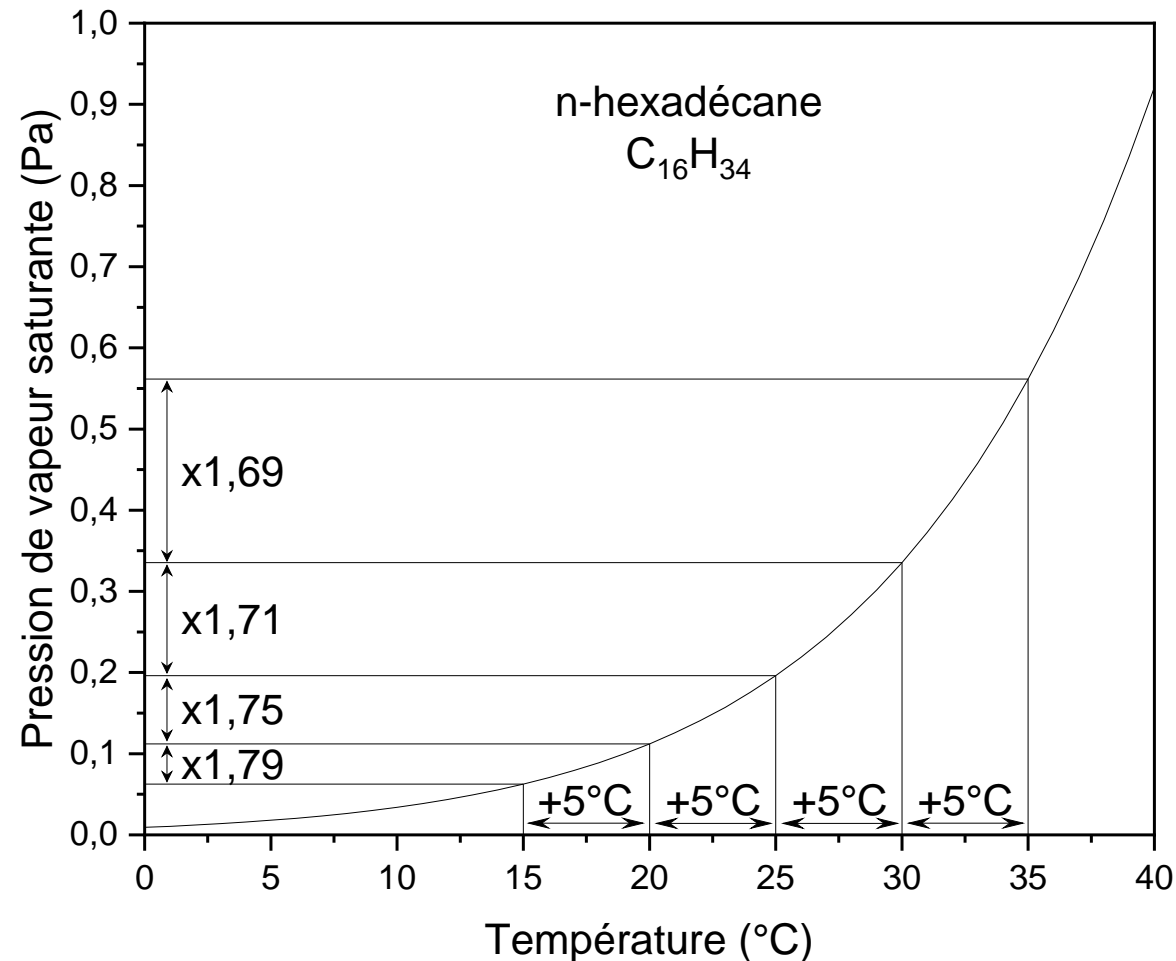


Pour aller un peu plus loin sur le comportement d'un ASV

- Effet de la température

- Exemple du n-hexadécane $C_{16}H_{34}$

- > Sur la plage 15 – 35°C, si $T+5\text{ °C} \rightarrow P_{vs} \times 1,74$ en moyenne



Comment prélever des aérosols semi-volatils ?



Pour Synthétiser

- $P_{VS}(T_{eb})$: 1^{ère} évaluation de la volatilité
- Autres paramètres physiques relatifs au prélèvement à prendre en compte :
 - Débit de prélèvement
 - Temps de prélèvement
 - Masse collectée
 - Température
- Quels outils pour se repérer ?



Outils d'identification du caractère semi-volatil

- Notes Techniques de l'INRS : NT49
 - <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2049>
 - > Outil mathématique : **limite entre non volatilité et semi-volatilité** qui dépend de P_{vs} et des paramètres physiques liés aux conditions du prélèvement
 - > Outil mathématique : **limite entre semi-volatilité et volatilité** qui dépend du temps de vie estimé d'une particule en fonction de sa taille
- Guide méthodologique MétroPol
 - <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-analyse-validation-gaz-particules/metropol-analyse-validation-gaz-particule.pdf>
- Documents normatifs NF EN 13936 ou ISO 23861
 - Protocole expérimental de détermination du caractère semi-volatil prenant en compte les conditions de réalisation du prélèvement



3-Solutions actuelles

Base de données MétroPol

- Recueil de méthodes
- Guide méthodologique
- <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>

The screenshot shows the INRS website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Poser une question à l'INRS', 'Espace Presse', 'Tous nos sites', 'Flux RSS', and 'Ma sélection'. Below this is the INRS logo and the tagline 'Santé et sécurité au travail'. A search bar is located on the right side of the header. The main navigation menu includes 'Actualités', 'Démarches de prévention', 'Risques', 'Métiers et secteurs d'activité', 'Services aux entreprises', and 'Publications et outils'. The breadcrumb trail reads 'Accueil > Publications et outils > Bases de données > MétroPol'. The main heading is 'Base de données MétroPol'. The introductory text states: 'MétroPol est le recueil des méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle validées par l'INRS, pour le prélèvement et l'analyse d'agents chimiques et biologiques déposés sur les surfaces ou présents dans l'air et dans certains matériaux.' An image shows a person in a white protective suit and mask using a sampling device. The text explains that a methodological guide complements the database with advice and recommendations for conducting a professional exposure evaluation campaign. An 'Avertissement' (warning) notes that the methods are validated according to normative references and that users must ensure their validity before use. A 'ACTUALITE' (news) section mentions a webinar on October 6, 2022, about measuring exposure to semi-volatile aerosols. On the right side, there are two sections: 'NOUVEAUTÉS' (New) listing updates for M-446, M-444, and M-443, and 'MISES À JOUR' (Updates) listing updates for M-436, M-415, and M-416. At the bottom, there is a link to the 'Guide méthodologique MetroPol'.

Poser une question à l'INRS | Espace Presse | Tous nos sites | Flux RSS | Ma sélection

Santé et sécurité au travail

Rechercher sur le site... OK

INRS | Actualités | Démarches de prévention | Risques | Métiers et secteurs d'activité | Services aux entreprises | **Publications et outils**

Accueil > Publications et outils > Bases de données > MétroPol

Base de données MétroPol

MétroPol est le recueil des méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle validées par l'INRS, pour le prélèvement et l'analyse d'agents chimiques et biologiques déposés sur les surfaces ou présents dans l'air et dans certains matériaux.

Un guide méthodologique complète la base de données avec l'ensemble des conseils et recommandations pour mener à bien une campagne d'évaluation de l'exposition professionnelle, de la stratégie de prélèvement à l'expression des résultats.

Avertissement : Les méthodes proposées sont validées selon les référentiels normatifs liés au développement de méthodes de prélèvement et d'analyses. Elles précisent les performances et les conditions de mise en œuvre telles que déterminées lors de la validation. Les utilisateurs sont tenus de s'assurer de la validité d'une méthode avant sa mise en œuvre et de la conformité des performances attendues avec leurs besoins en termes de sensibilité et de spécificité.

ACTUALITE : le 06 octobre 2022 à 11h, L'INRS propose un nouveau webinar sur la mesure des expositions des travailleurs aux aérosols semi-volatils. Ces composés, présents à la fois sous forme particulière et vapeur dans l'air, mettent en défaut les méthodes de prélèvement traditionnelles reposant sur le prélèvement unique des particules ou des vapeurs. Inscrivez-vous au Webinaire ici.

[Guide méthodologique MetroPol](#)

NOUVEAUTÉS

- Fluides de coupe M-446 (14/06/2022)
- Allergène ciblé M-444 (01/12/2021)
- Famille d'allergènes M-443 (01/12/2021)

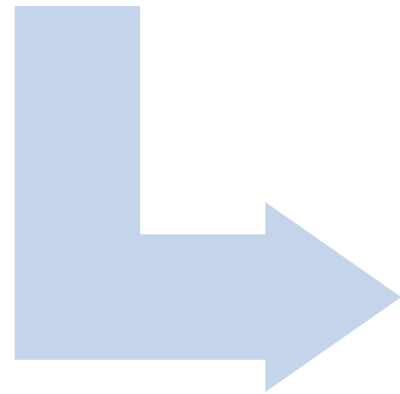
MISES À JOUR

- Emissions particulières d'échappements de moteurs Diesel M-436 (06/04/2022)
- Protoxyde d'azote M-415 (18/01/2022)
- Protoxyde d'azote M-416 (18/01/2022)

Solutions de prélèvement actuelles

Base de données
MétroPol

- Méthodes de prélèvement et d'analyse



Prélèvement
simultané
Particules + Vapeurs

- Filtre + Adsorbant
- Filtre imprégné

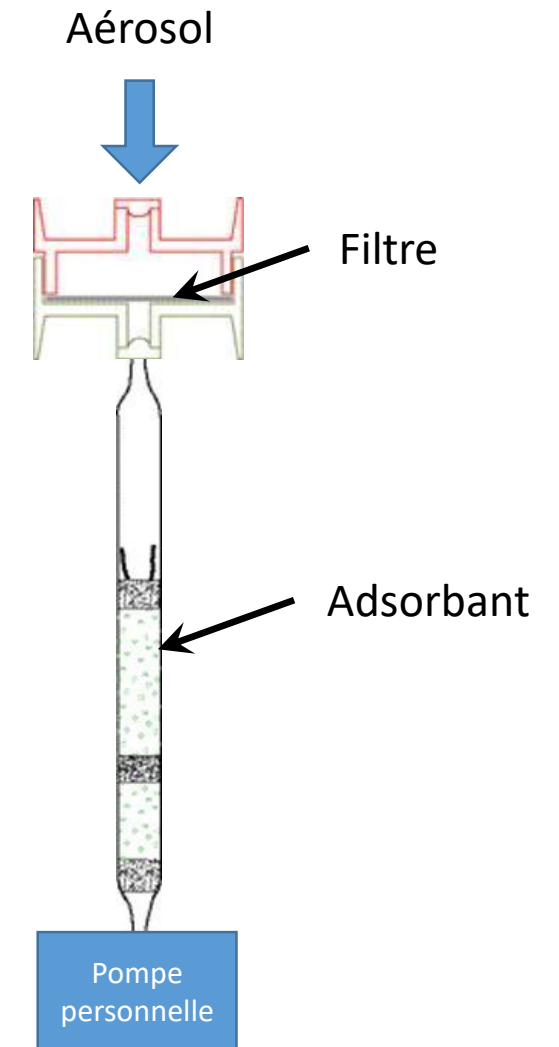
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

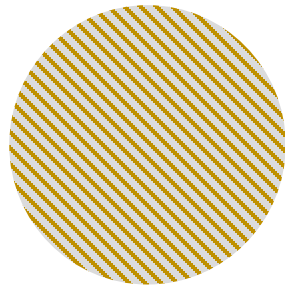
- Méthodes MétroPol actuellement disponibles

- 26 méthodes
- 19 agents chimiques
- Filtres
 - > Quartz QMA
 - > Teflon Zefluor
- Adsorbants
 - > Charbon Actif (CA)
 - > XAD2
 - > XAD7
 - > Tenax
 - > Gel de silice
 - > Hydrar

Substance	méthodes	dispositifs
Butylglycol	M-166	Quartz + CA
Methylglycol	M-18	Quartz + CA
Esters dibasiques	M-20	Quartz + CA
Esters	M-263, M-78	Quartz + CA
Méthyl diglycol	M-355	Quartz + CA
Butyl diglycol	M-372	Quartz + CA
dimethylsulfoxyde	M-79	Quartz + CA
Acétate de benzyle	M-78, M-263	Quartz + CA
Dioxane	M-80	Quartz + CA
Hexadécane	M-323	Quartz + CA
Siloxane D4	M-427	Quartz + CA
Siloxane D5	M-428	Quartz + CA
Pyrène	M-325	Quartz + XAD2
HAP	M-332	Quartz + XAD2
Fumées de bitume	M-2	Zefluor + XAD2
Acrylamide	M-3	Quartz + XAD7
Explosifs nitrés	M-218 à 223, M-234, M-8	Quartz + tenax
Fumarate de diméthyl	M-51	Quartz + gel de silice
Mercure	M-96	Quartz + Hydrar

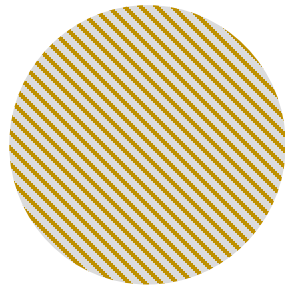
Filtre imprégné: principe

- Filtre pour collecter les particules

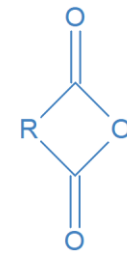


Filtre imprégné: principe

- Filtre pour collecter les particules

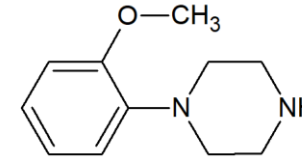


- Imprégnation avec une molécule réactive
- Piège les molécules par réaction chimique → dérivation



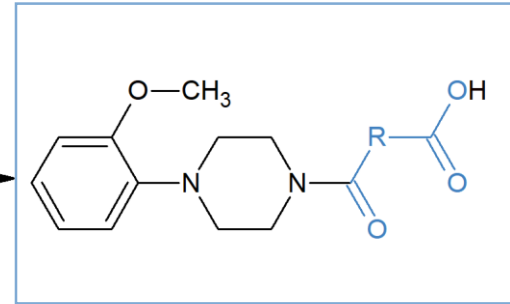
anhydride

+



*1-(2-méthoxyphényl)
pipérazine*

→



Exemple des anhydrides

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246, 250, 253, 254, 260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux

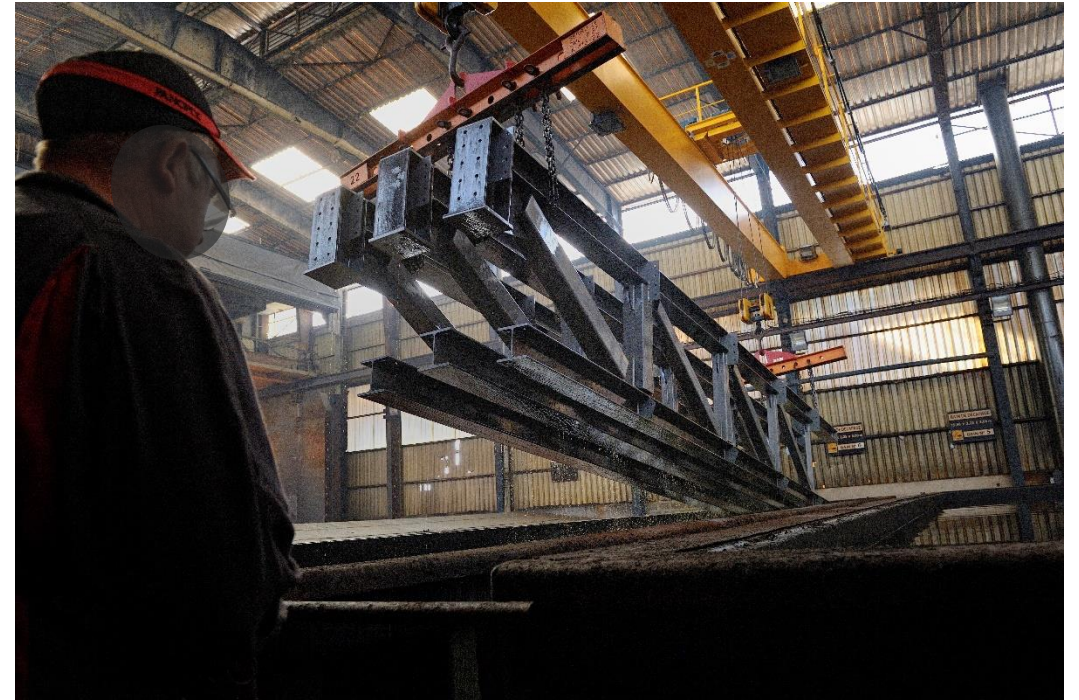


© Gael Kerbaol - INRS

Exemple : acide chlorhydrique

Cuves de traitement de surface

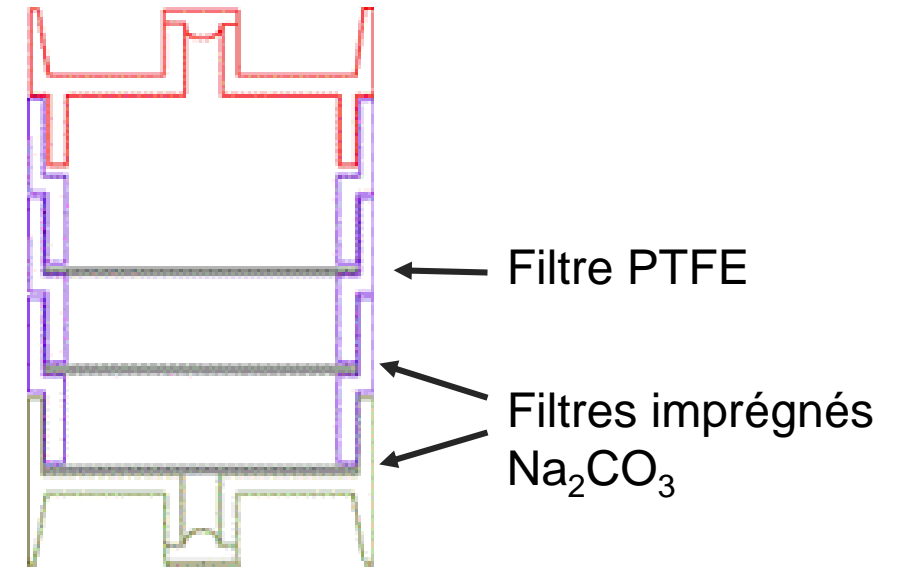
- température > température ambiante ou par projection
- Présence sous forme de mélange gaz/particules



© Gael Kerbaol - INRS

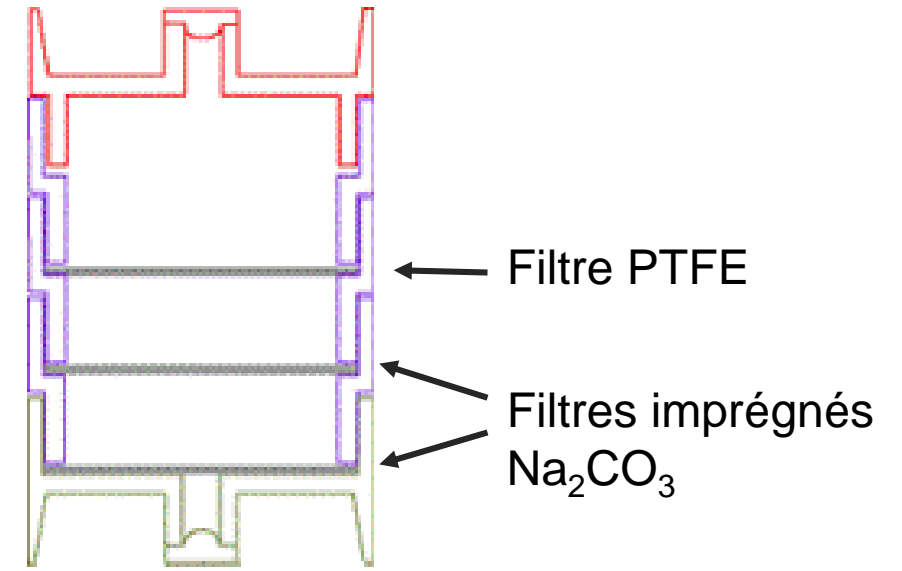
Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres



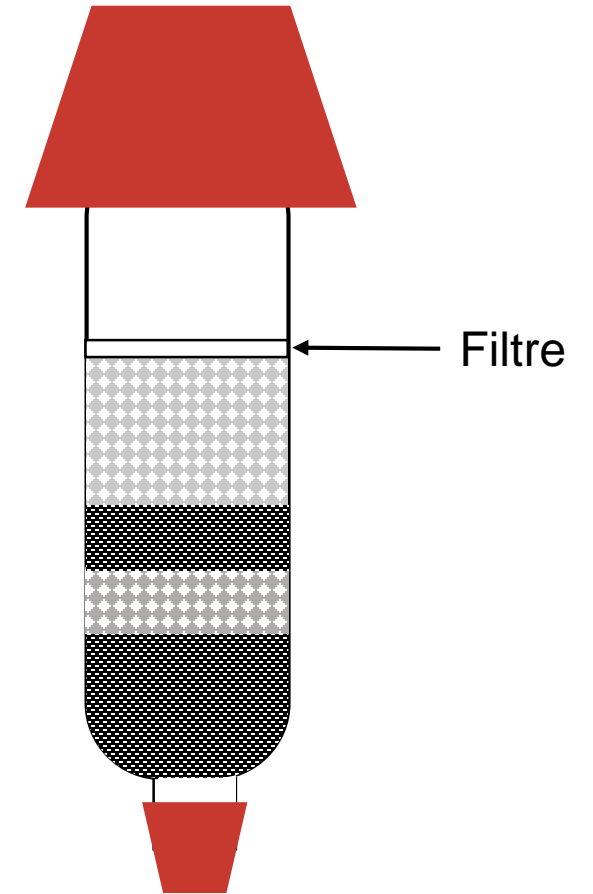
Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique



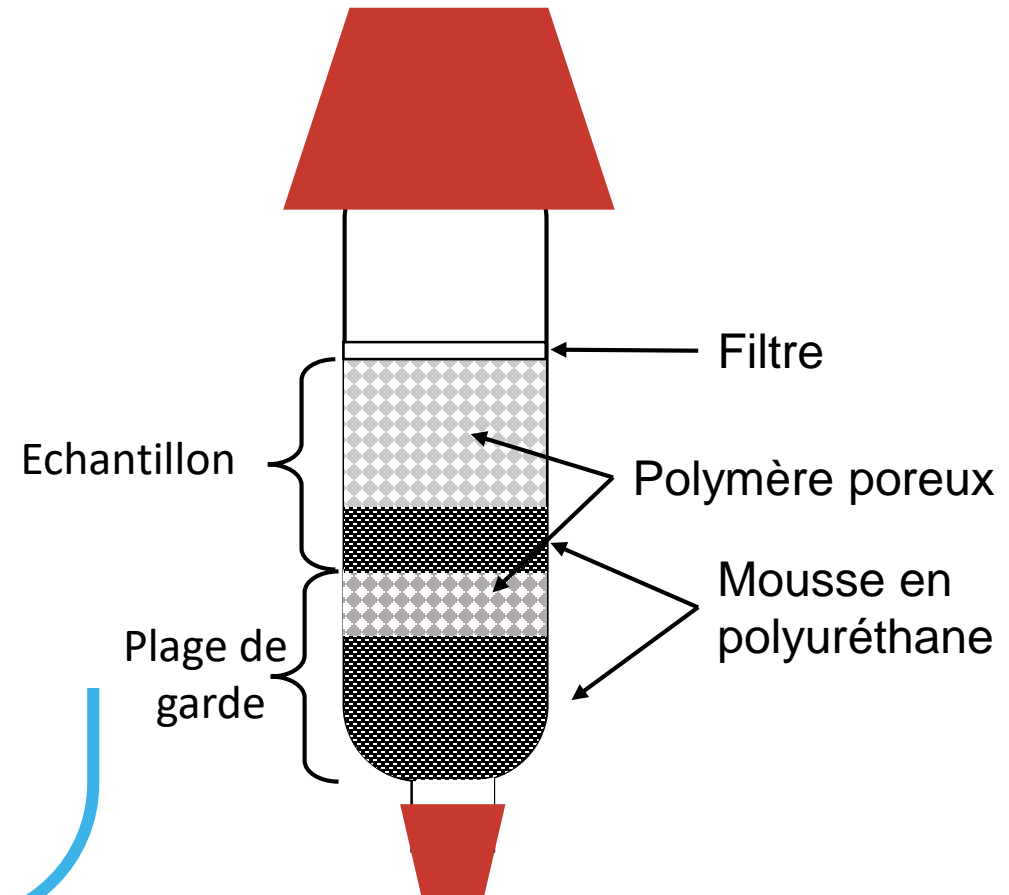
OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules



OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane



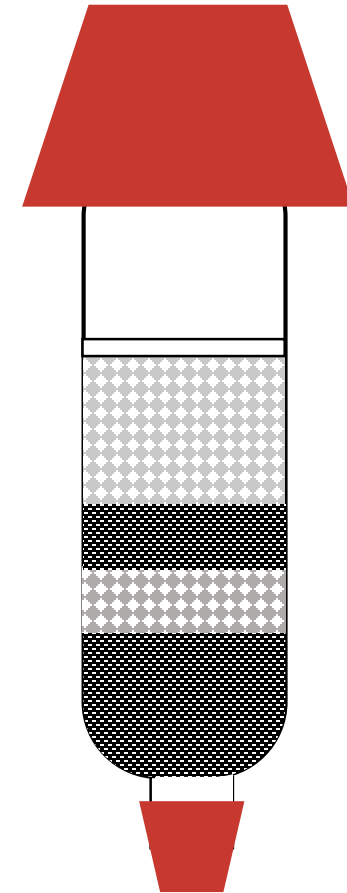
OVS: utilisation

Méthodes pesticides

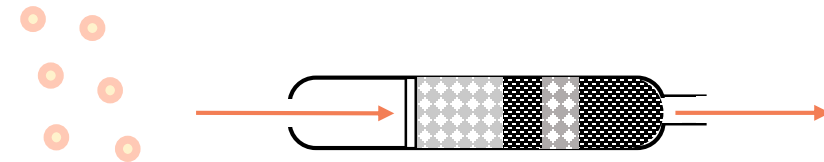
- OSHA 62, 63, 67, 70, 74
- NIOSH 5600, 5601, 5602

Méthode NIOSH Glycols

Méthode OSHA phthalate 104

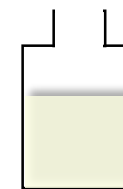


Exemple OSHA 104 phthalate

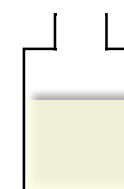


Exemple OSHA 104 phthalate

- Prélèvement 1 L/min, 4h
- Désorption par agitation, toluène
- Analyse par GC-FID



échantillon



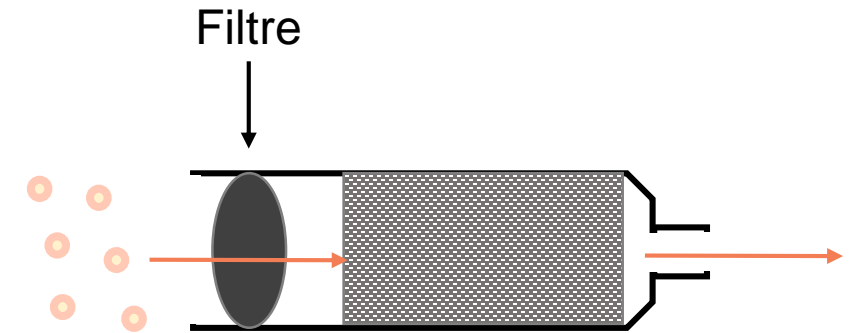
Plage de garde



Concentration totale
(mg/m³)

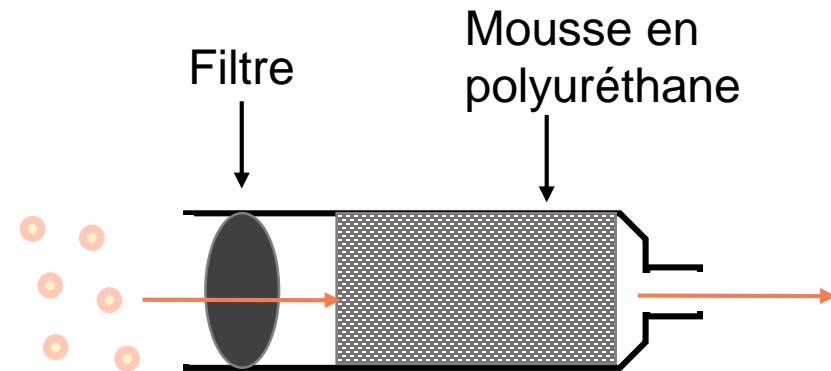
Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules



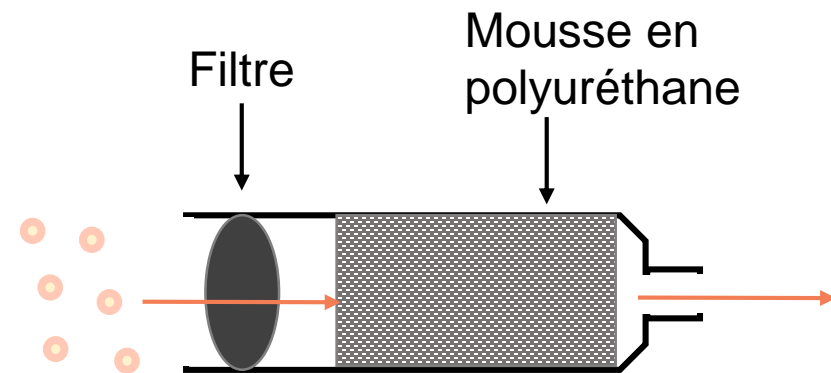
Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption



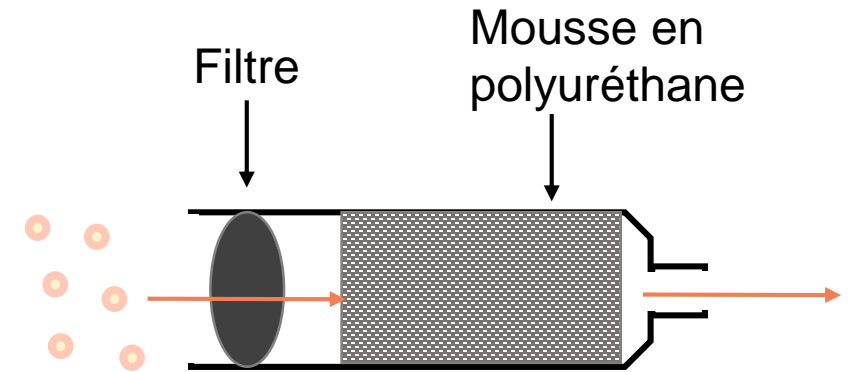
Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!



Filtre et PUF: utilisation

- Famille de composé
- Phthalates, hydrocarbures aromatiques polycycliques



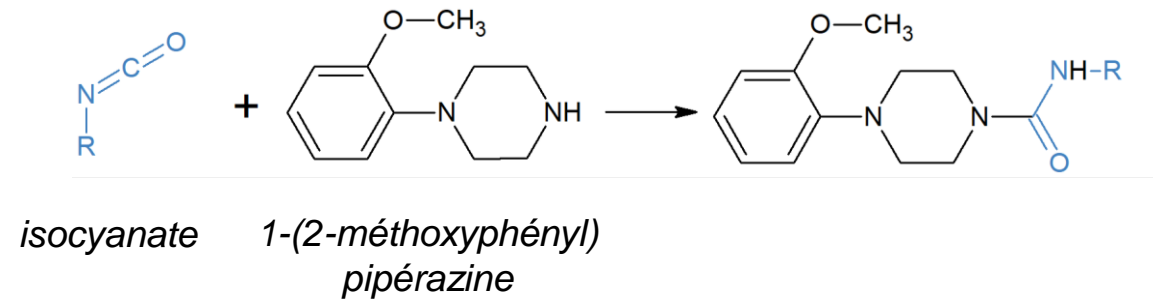
Cas particulier des isocyanates

Evolution de la technologie, des connaissances et des valeurs limite d'exposition professionnelle

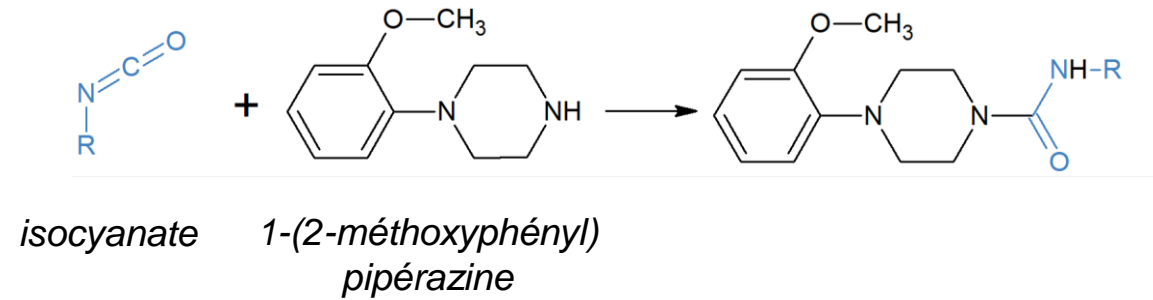


Evolution des méthodes

Cas particulier des isocyanates: inconvénients des méthodes actuelles



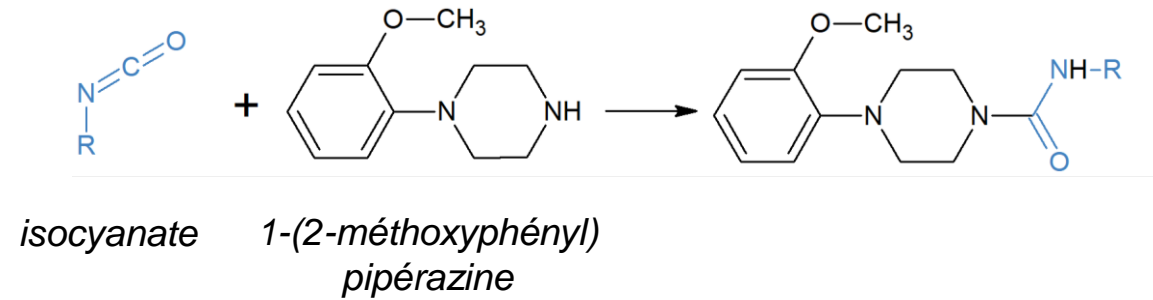
Cas particulier des isocyanates: inconvénients des méthodes actuelles



Barboteurs

- Risques
- Ne permet pas de prélever particules $< 2\mu\text{m}$

Cas particulier des isocyanates: inconvénients des méthodes actuelles



Barboteurs

- Risques
- Ne permet pas de prélever particules $< 2\mu\text{m}$

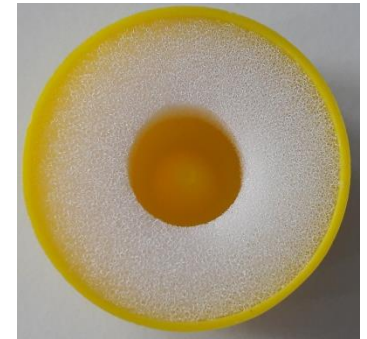
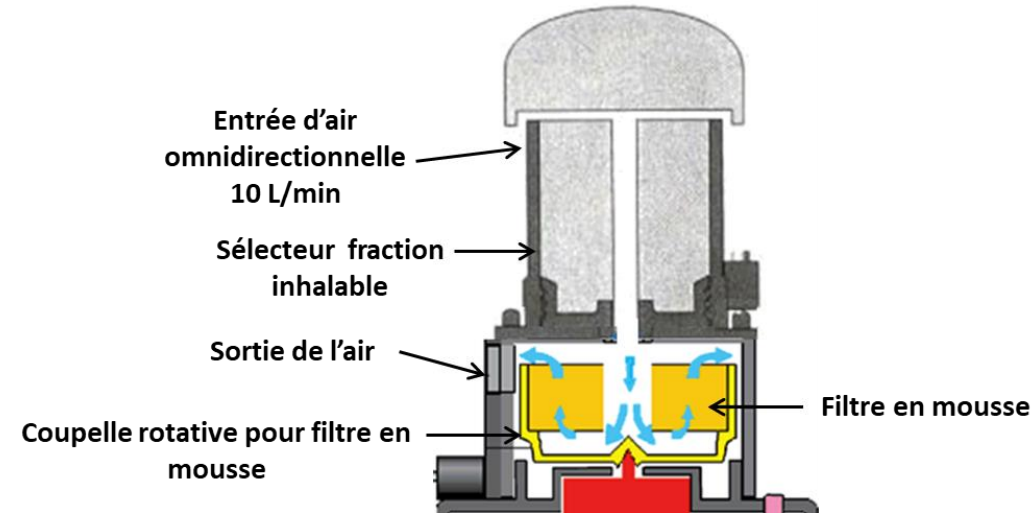
Filtres imprégnés

- Particule $> 10 \mu\text{m}$ pas totalement dérivées
- Uniquement des prélèvements de courte durée

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

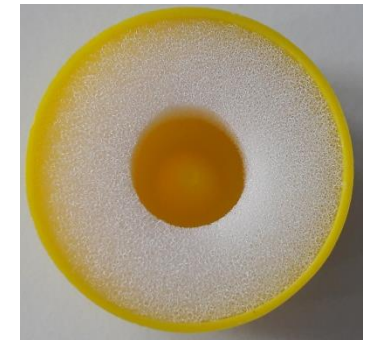
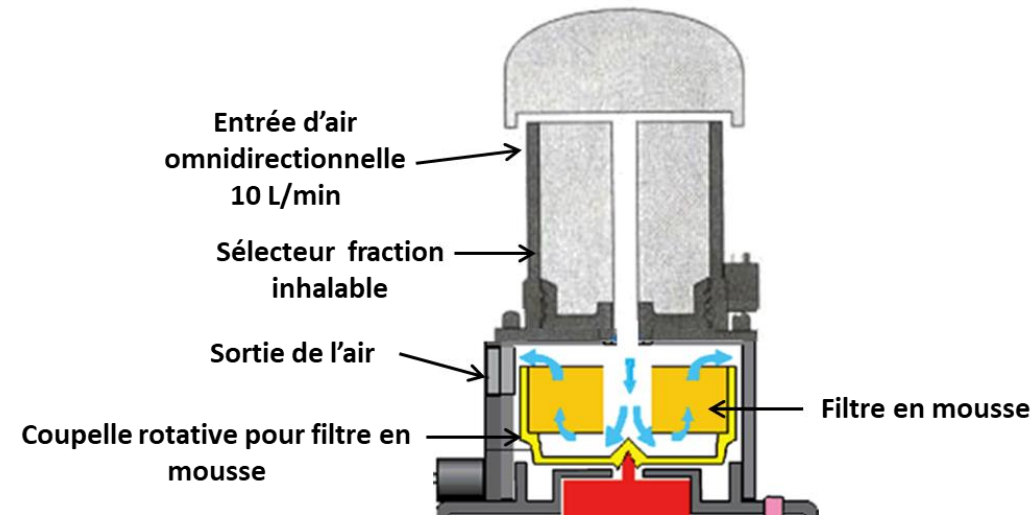
Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable



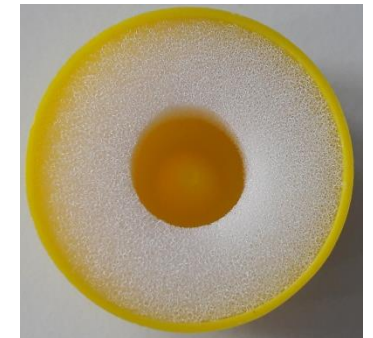
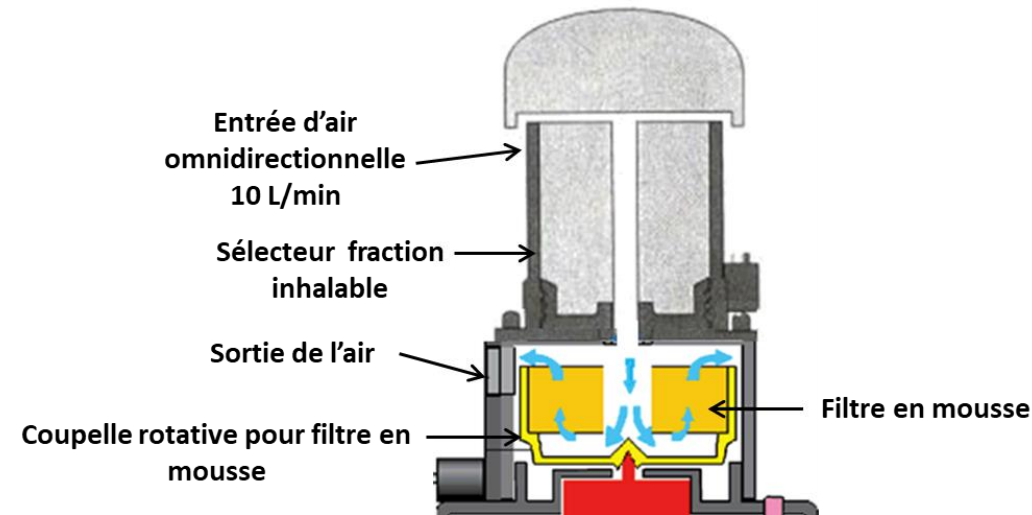
Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée



Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
 - Mousse imprégnée
- ↓
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
 - Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité



Résumé

- Des dispositifs combinés permettent le prélèvement simultané des deux phases gazeuse et particulaire
- La différenciation des deux est rarement possible
- De nouveaux dispositifs en cours de développement permettraient de séparer gaz et particules

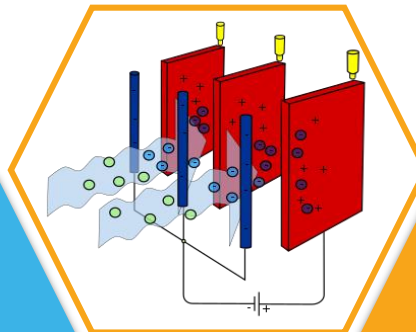


4. Dispositifs à venir

Dispositifs dichotomiques étudiés

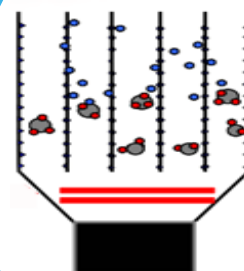
Dénudeur

- ❖ Faible débit de prélèvement
- ❖ Dépôt de particules > 2 μm
- ❖ Méthode non universelle



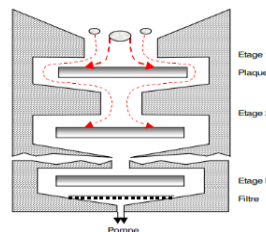
Précipitateur électrostatique

- ❖ Génération d'ozone
- ❖ Évaporation des particules
- ❖ Risque d'explosion en ATEX



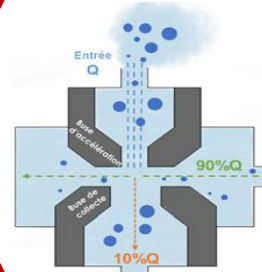
Impacteur

- ❖ Évaporation des particules collectées



Impacteur virtuel

- ❖ Évaporation des particules déposées
- ❖ Contamination de la voie vapeur par les particules fines

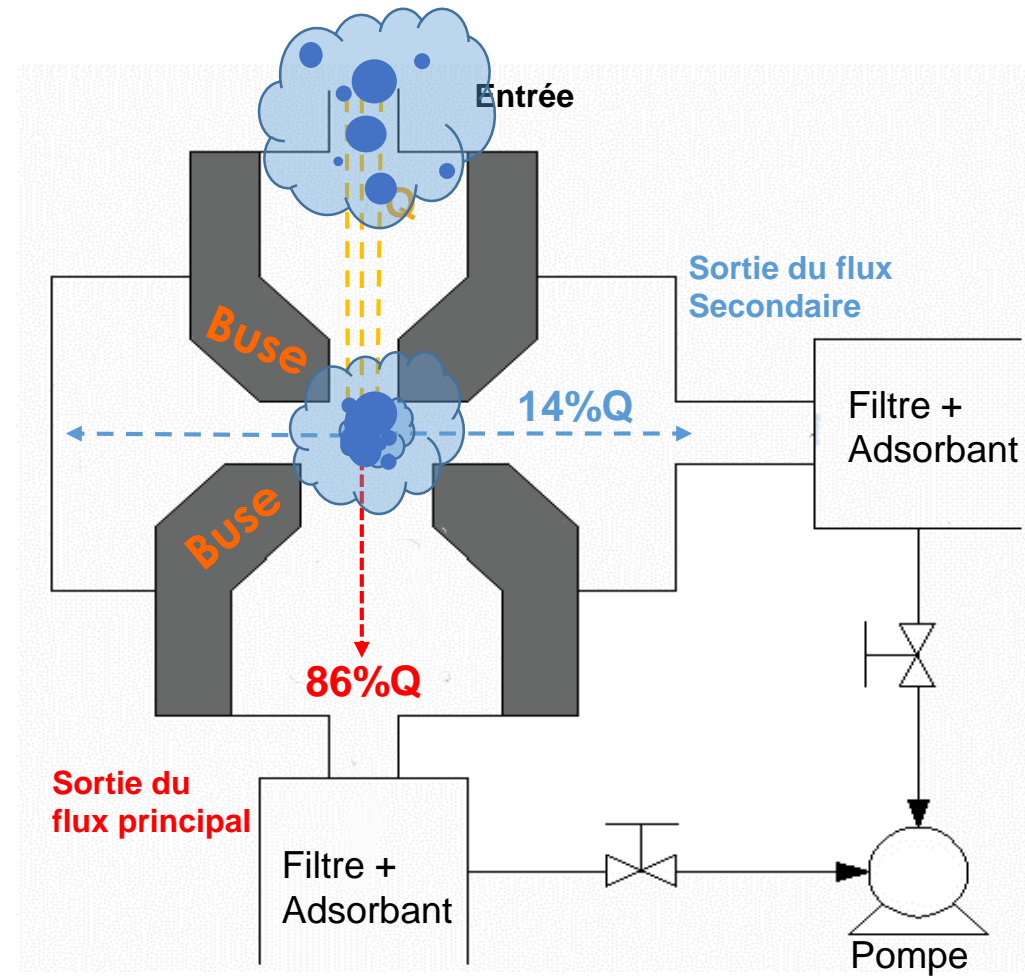
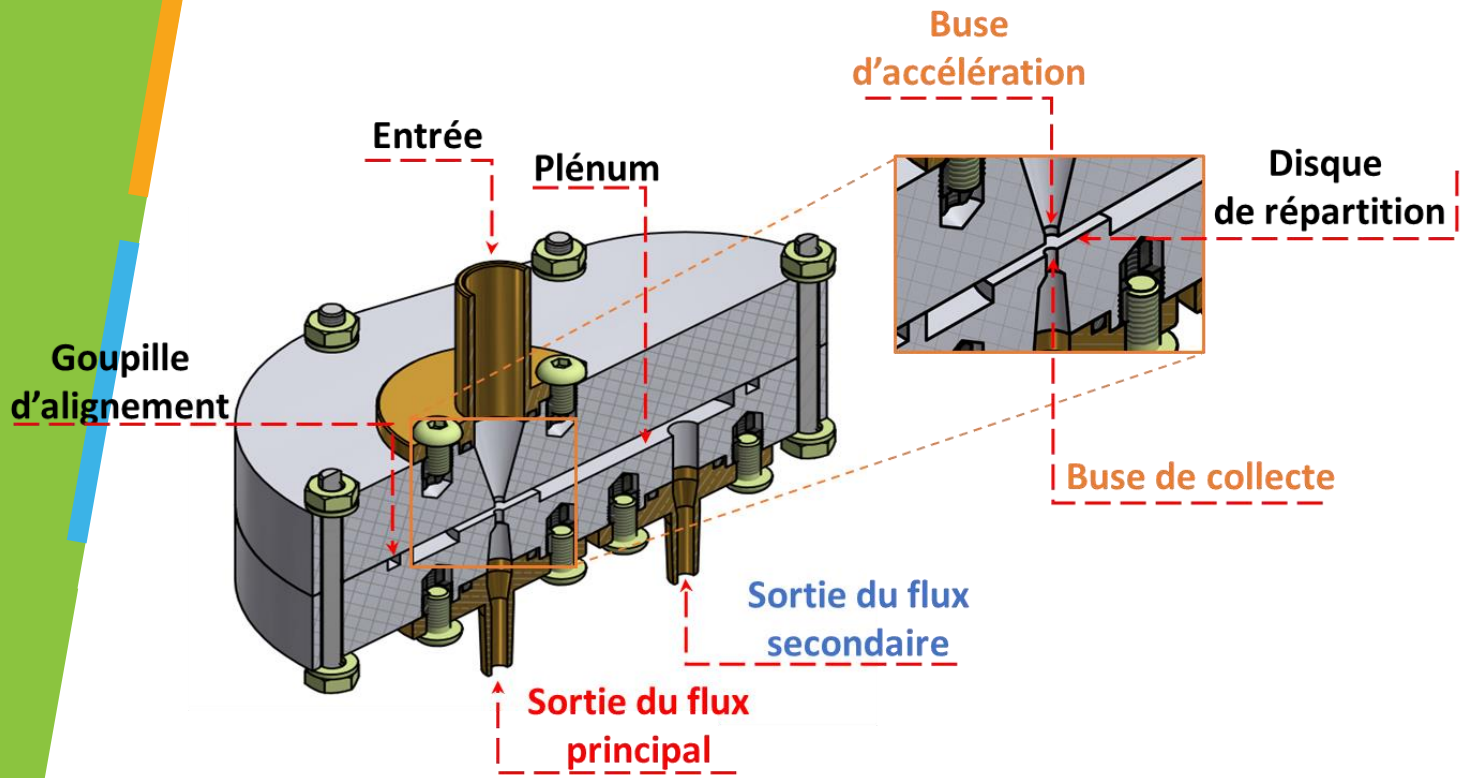


Source : INRS - CERTES Noredine Rekeb et al. (2021)

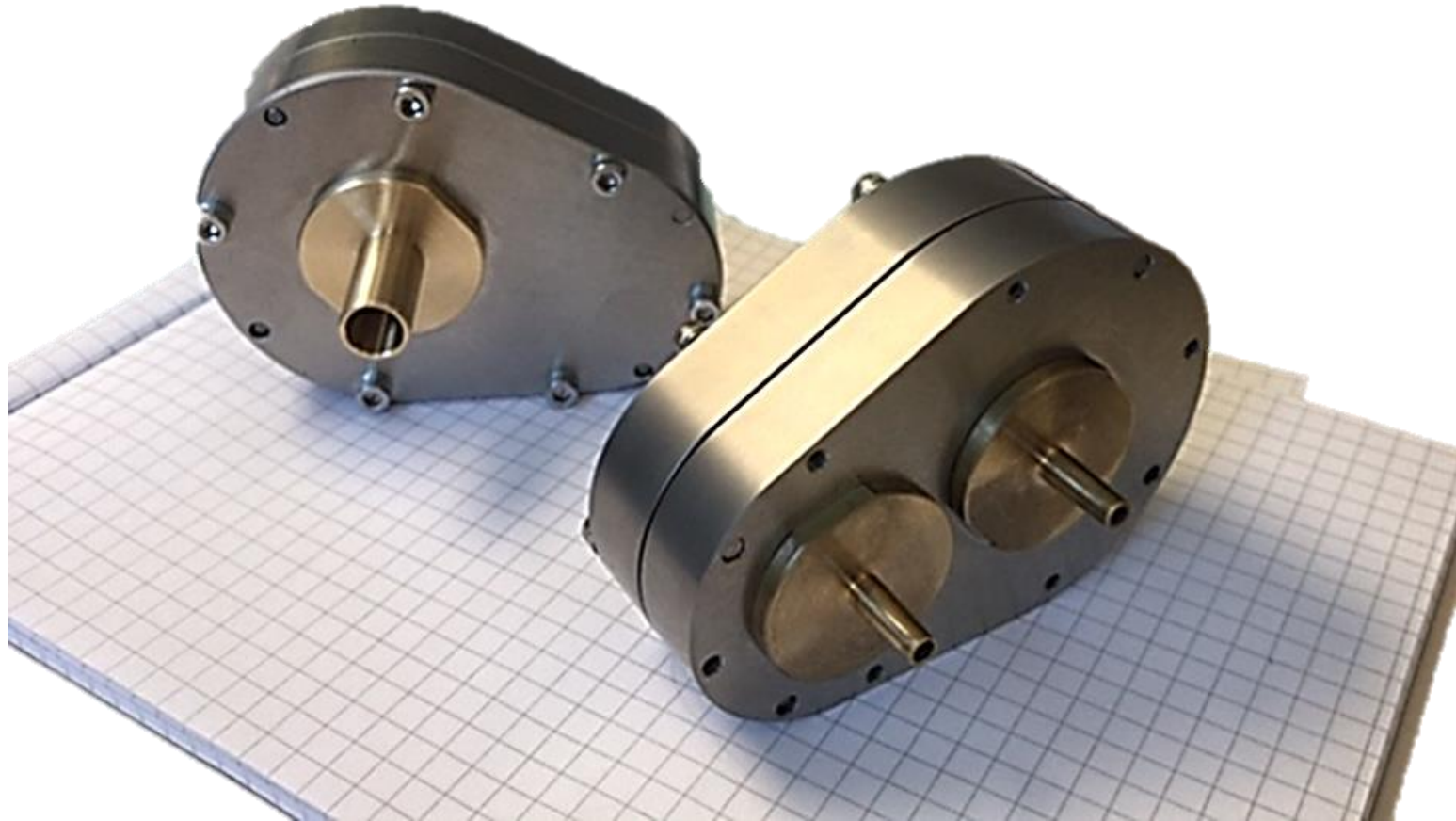


Pas de **méthode fiable** pour mesurer **séparément**
sans biais les phases particulaires et vapeurs

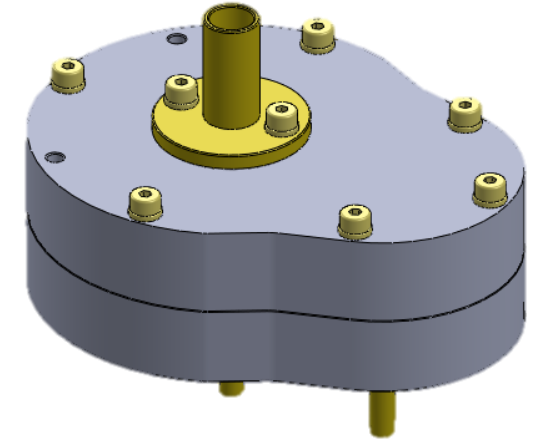
Dispositif de Prélevement Personnel d'Aérosols Semi-volatils **PPAS**



Dispositif de Prélevement Personnel d'Aérosols Semi-volatils PPAS



Performances atteintes du PPAS



Performances

Efficacité de séparation > 90 % des particules [0,05 - 20 μm]



Performance universelle composition chimique du CSV



Prélèvement sur 8h
Perte de charge < 160 Pa



Exigences pour le prélèvement individuel

Faible encombrement, légèreté et portabilité



Utilisation des supports de collecte standards



Sécurité
facilité d'utilisation



Résumé et conclusions

Résumé

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils



Voies d'exposition

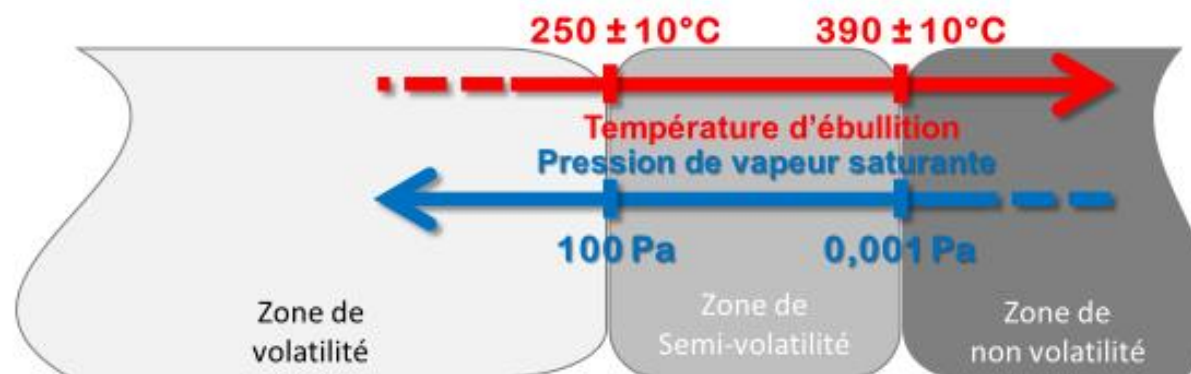
- Contact cutané
- Ingestion
- Inhalation

➔ Effets différents

Résumé

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils

Définition à retenir du caractère semi-volatil



Composés très volatils
Acétone
 $T_{\text{eb}} (P_{\text{atm}}) = 56^\circ\text{C}$
 $P_{\text{vs}} (25^\circ\text{C}) = 30800\text{ Pa}$



Composés volatils
Eau
 $T_{\text{eb}} (P_{\text{atm}}) = 100^\circ\text{C}$
 $P_{\text{vs}} (25^\circ\text{C}) = 3170\text{ Pa}$



Composés volatils
Xylène
 $T_{\text{eb}} (P_{\text{atm}}) = 144^\circ\text{C}$
 $P_{\text{vs}} (25^\circ\text{C}) = 800 - 1200\text{ Pa}$



Composés semi-volatils
Anthracène
 $T_{\text{eb}} (P_{\text{atm}}) = 340^\circ\text{C}$
 $P_{\text{vs}} (25^\circ\text{C}) = 0,00087\text{ Pa} - 0,08\text{ Pa}$

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

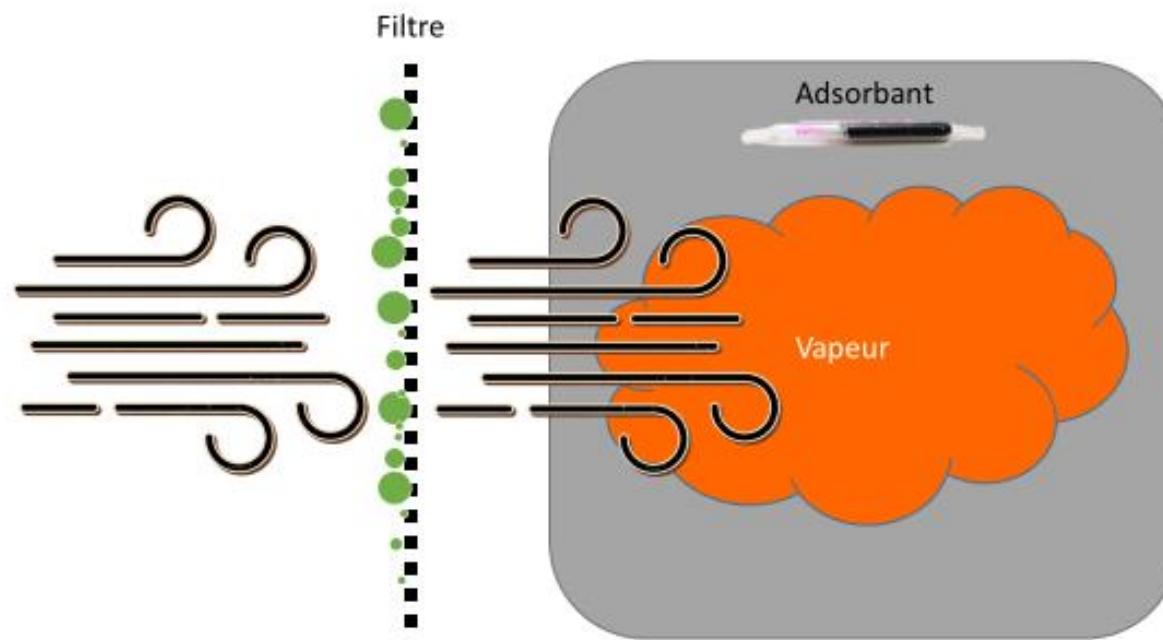


Résumé

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils

Définition à retenir du caractère semi-volatil

Etude du comportement d'un ASV pendant le prélèvement



Particules + Vapeur = Total

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022



42



Résumé

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils

Définition à retenir du caractère semi-volatil



Outils d'identification du caractère semi-volatil

- Notes Techniques de l'INRS : NT49
 - <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2049>
 - > Outil mathématique : **limite entre non volatilité et semi-volatilité** qui dépend de P_{vs} et des paramètres physiques liés aux conditions du prélèvement
 - > Outil mathématique : **limite entre semi-volatilité et volatilité** qui dépend du temps de vie estimé d'une particule en fonction de sa taille
- Guide méthodologique MétroPol
 - <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-analyse-validation-gaz-particules/metropol-analyse-validation-gaz-particule.pdf>
- Documents normatifs NF EN 13936 ou ISO 23861
 - Protocole expérimental de détermination du caractère semi-volatil prenant en compte les conditions de réalisation du prélèvement



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022



48



85

Résumé

Voies d'exposition aux aérosols semi-volatils



Voies d'exposition

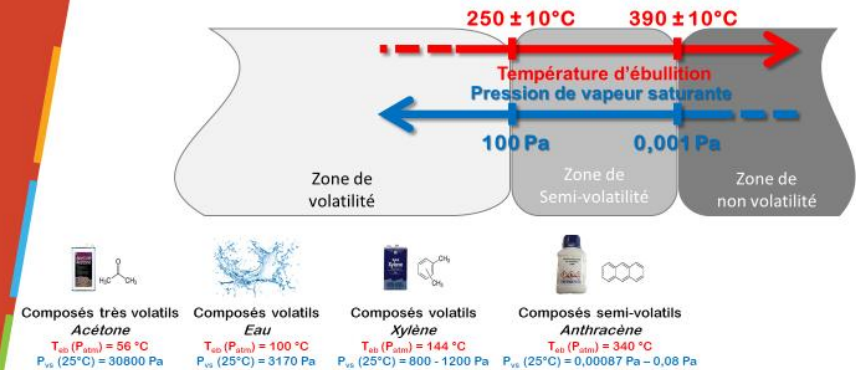
- Contact cutané
- Ingestion
- Inhalation

➔ Effets différents

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022



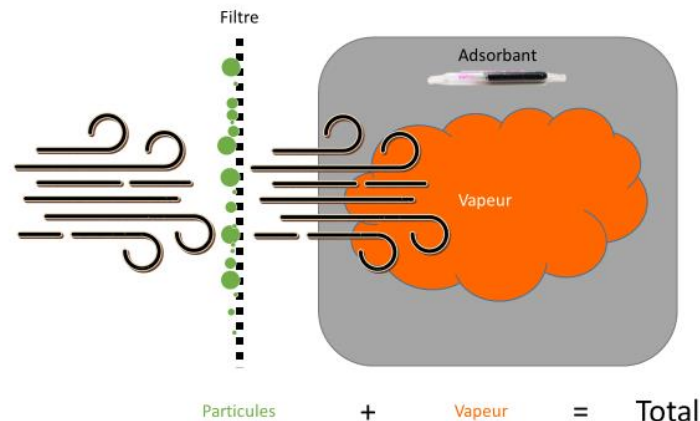
Définition à retenir du caractère semi-volatil



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022



Etude du comportement d'un ASV pendant le prélèvement



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022



Outils d'identification du caractère semi-volatil

- Notes Techniques de l'INRS : NT49
 - <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2049>
 - > Outil mathématique : **limite entre non volatilité et semi-volatilité** qui dépend de P_{vs} et des paramètres physiques liés aux conditions du prélèvement
 - > Outil mathématique : **limite entre semi-volatilité et volatilité** qui dépend du temps de vie estimé d'une particule en fonction de sa taille
- Guide méthodologique MétroPol
 - <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-analyse-validation-gaz-particules/metropol-analyse-validation-gaz-particule.pdf>
- Documents normatifs NF EN 13936 ou ISO 23861
 - Protocole expérimental de détermination du caractère semi-volatil prenant en compte les conditions de réalisation du prélèvement



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022



Résumé

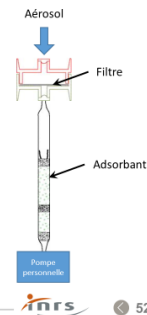
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



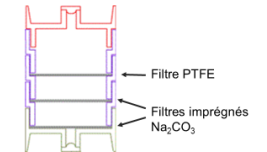
© Gaël Kerbaol - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

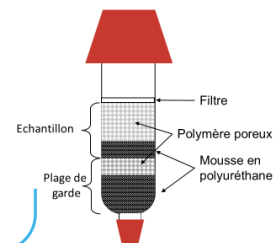


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

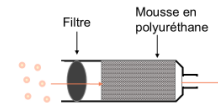


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

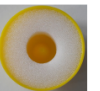
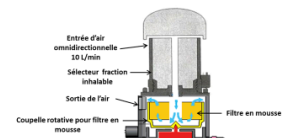


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 75

Résumé

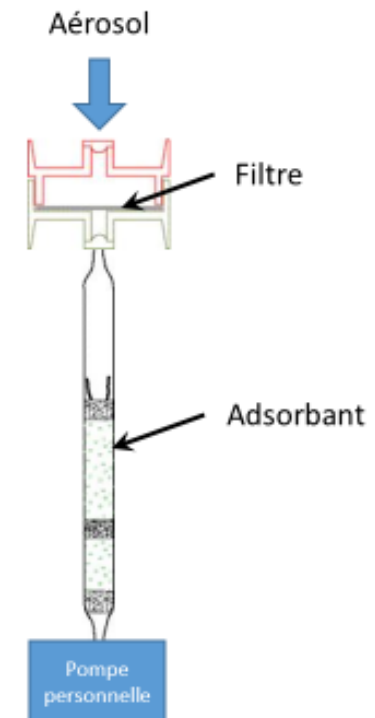
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

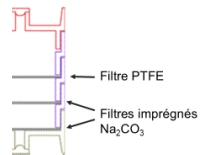
- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total

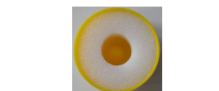
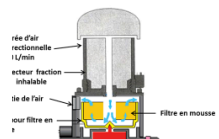


iPol M-53



inrs 59

ement d'une nouvelle



inrs 75

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs

52

inrs

88

Résumé

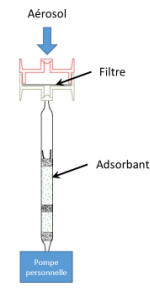
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



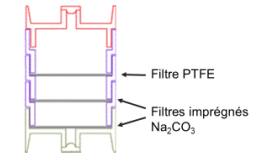
© Gaël Kerbaol - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

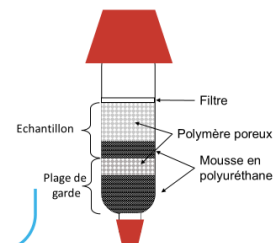


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

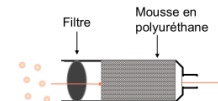


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

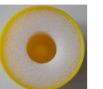
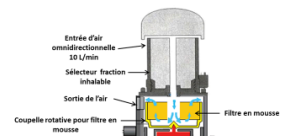


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 75

Résumé

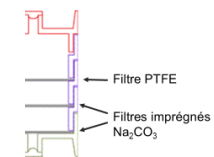
Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



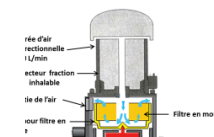
© Gael Kerbaol - INRS

iPol M-53



inrs 59

ment d'une nouvelle



inrs 75

Résumé

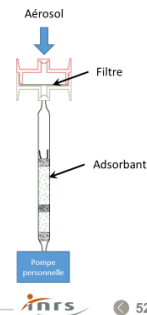
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



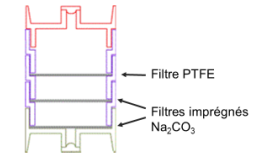
© Gaël Kerbaol - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

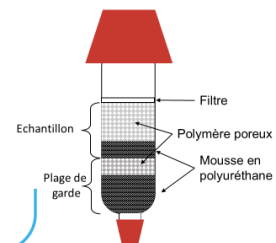


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

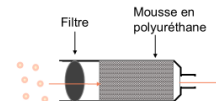


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

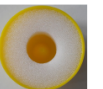
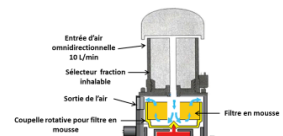


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité

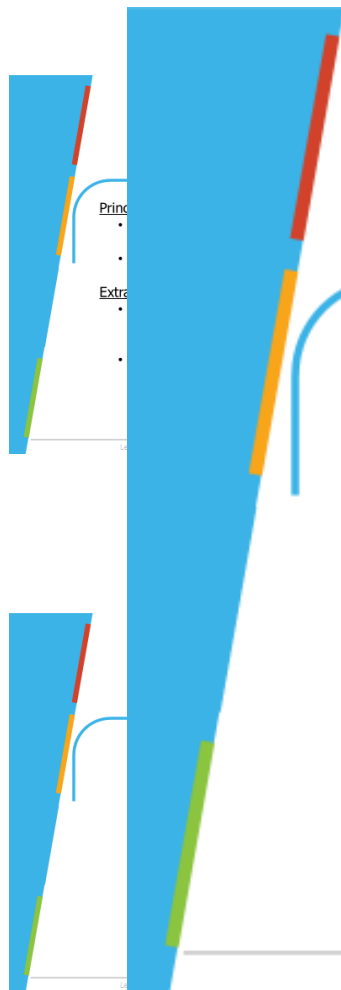


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

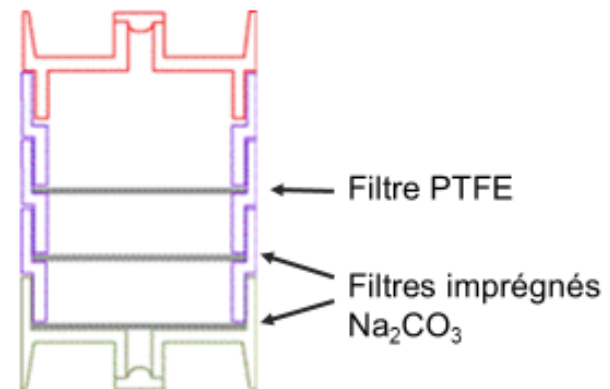
inrs 75

Résumé

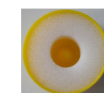
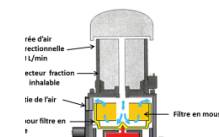
Méthode de mesure MétroPol M-53



- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique



ment d'une nouvelle



Résumé

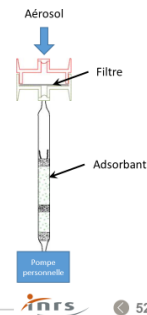
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



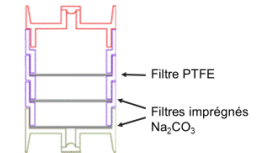
© Gaël Kerback - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

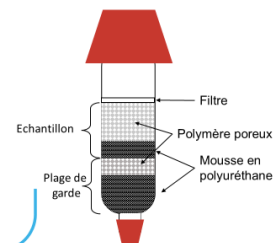


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

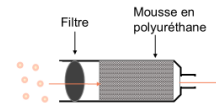


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

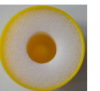
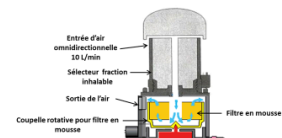


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité

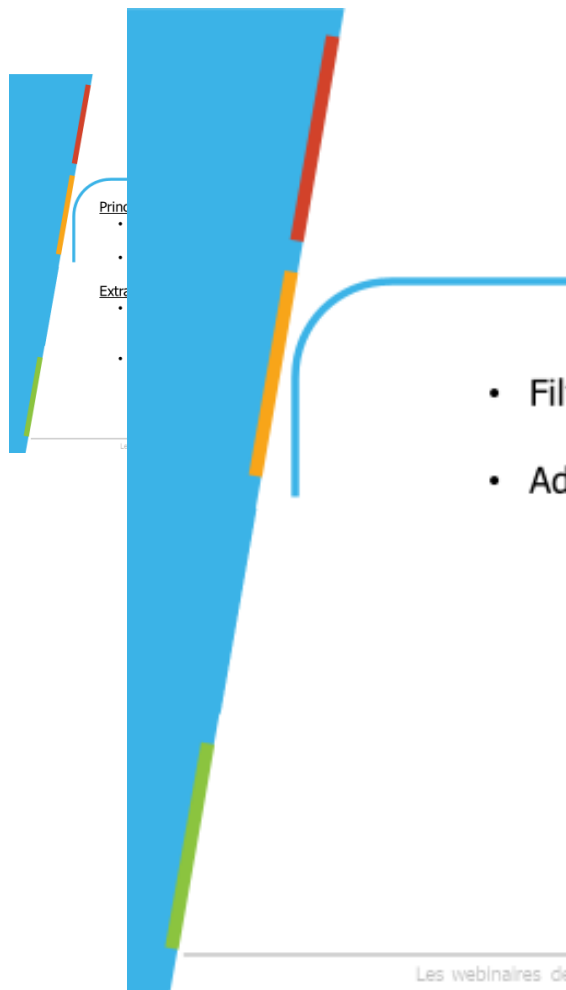


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

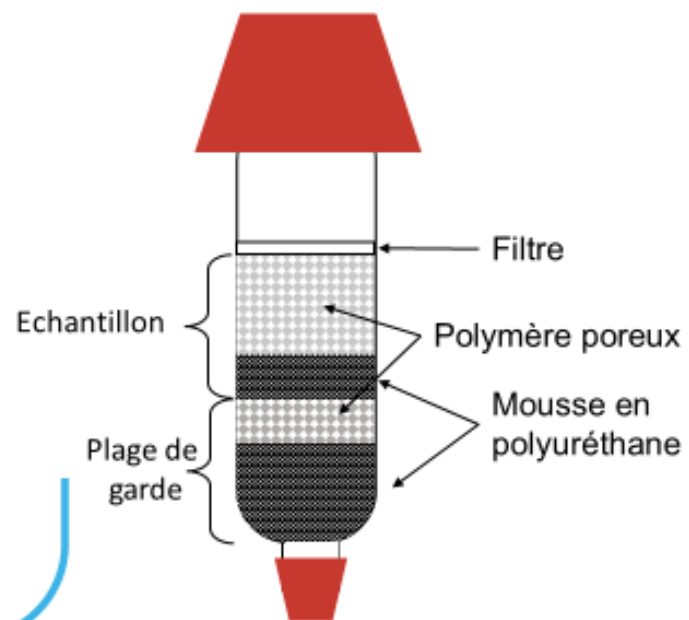
inrs 75

Résumé

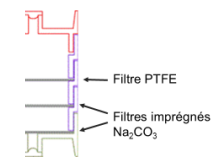
OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe



- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

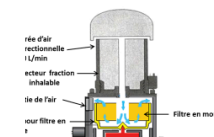


iPol M-53



inrs 59

ment d'une nouvelle



inrs 75

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs

61

inrs

94

Résumé

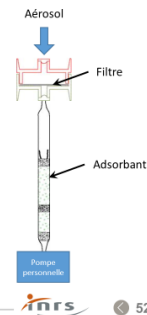
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



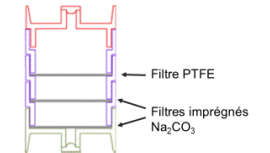
© Gaël Kerback - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

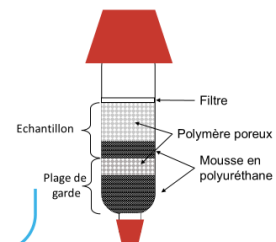


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

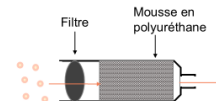


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

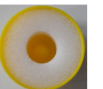
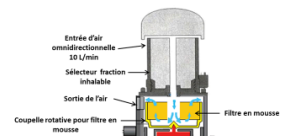


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité



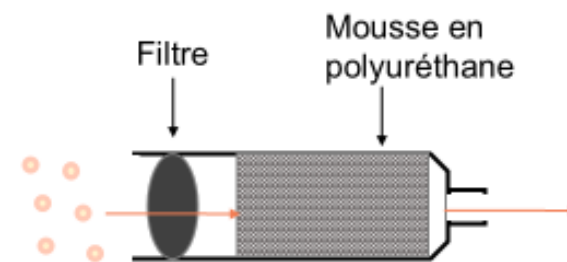
Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 75

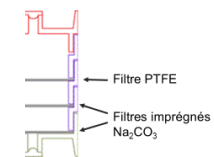
Résumé

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

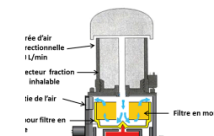


iPol M-53



inrs 59

ment d'une nouvelle



inrs 75

Résumé

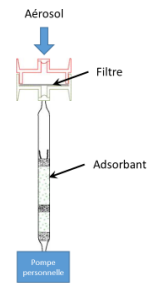
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



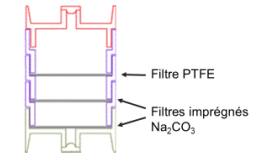
© Gaël Kerbaol - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

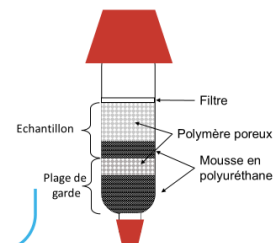


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

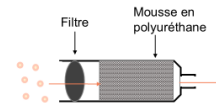


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

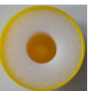
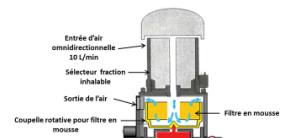


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité

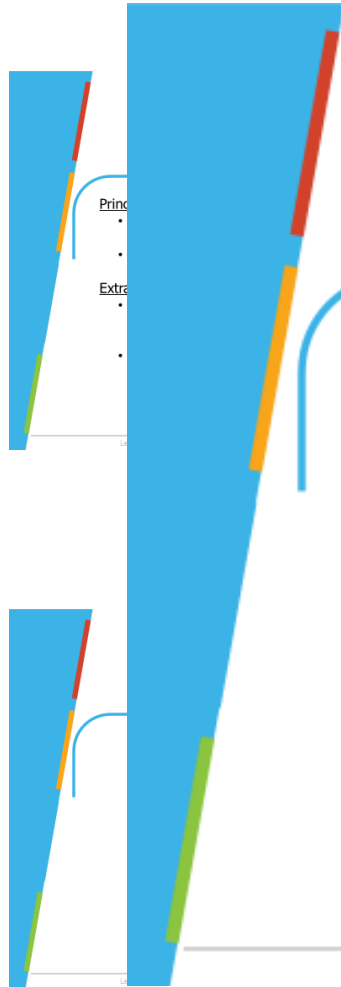


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

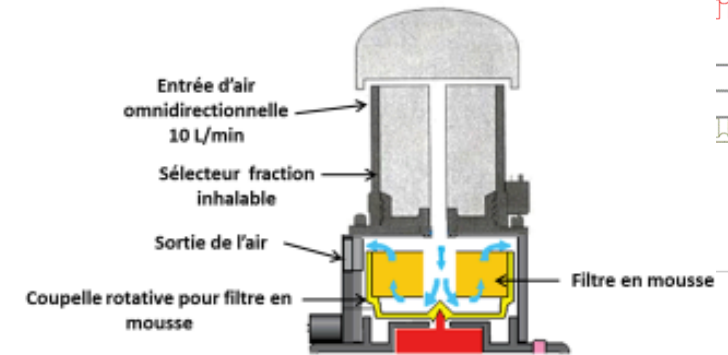
inrs 75

Résumé

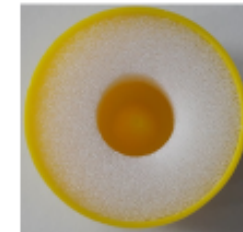
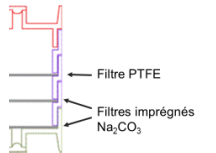
Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode



- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
 - Mousse imprégnée
- ↓
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
 - Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité



iPol M-53



Résumé

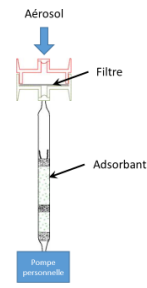
Méthodes avec dispositif combiné Filtre + Adsorbant

Principe

- Filtre pour collecter les particules
- Tube d'adsorbant pour collecter la vapeur

Extraction et Analyse

- Extraction simultanée ou séparée du filtre + 1^{ère} plage du tube d'adsorbant
- Quantification de l'agent chimique dans sa totalité : Particules + Vapeur = Total



Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 52

Filtre imprégné: utilisation

- Anhydride phtalique
 - méthode M-217
- Isocyanates
 - méthodes M-232, 245, 246,250, 253, 254,260, 261
- 4,4'-méthylènedianiline
 - méthode M-112
- Anions minéraux



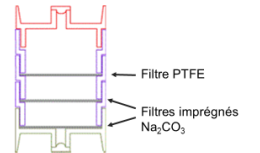
© Gaël Kerbaol - INRS

Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 56

Méthode de mesure MétroPol M-53

- Prélèvement 2 L/min, 15 minutes ou 8h avec série de filtres
- Désorption à l'eau ou éluant
- Analyse par chromatographie ionique

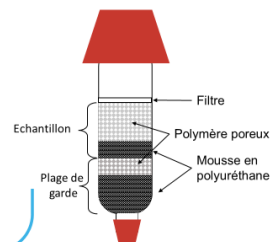


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 59

OSHA versatile sampler (OVS) tubes: principe

- Filtre pour collecter particules
- Adsorbant
 - Polymère poreux
 - Mousse en polyuréthane

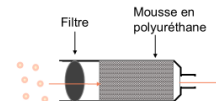


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 61

Filtre et PUF: principe

- Filtre pour collecter particules
- Mousse en polyuréthane pour adsorption
- Pas de plage de garde!!

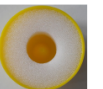
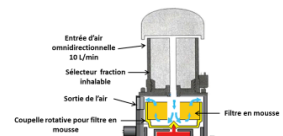


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 66

Cas particulier des isocyanates: développement d'une nouvelle méthode

- Utilisation du CIP-10 fraction inhalable
- Mousse imprégnée
- Prélèvements court terme et longue durée (4h ou 8h)
- Débit de prélèvement 10 L/min → très bonne sensibilité

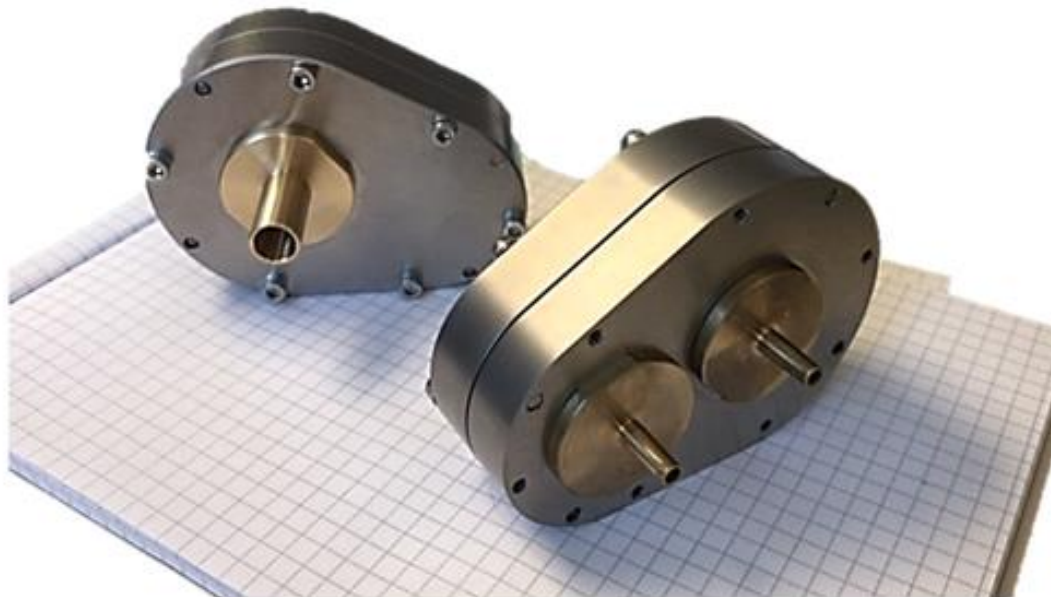


Les webinaires de l'INRS – Evaluation des expositions aux aérosols semi-volatils – 2022

inrs 75

Résumé

Dispositif de Prélevement Personnel d'Aérosols Semi-volatils
PPAS



Conclusion

- Identification du caractère semi-volatile d'un agent chimique est une étape importante qui peut être difficile
 - Manque de données
 - Données disparates
- Outils permettant de faciliter cette identification disponibles
- Méthodes MétroPol régulièrement mises à jour ou créées
 - Evaluation de l'exposition globale Particules + Vapeur
- Méthode de prélèvement dichotomique en cours de validation
 - Evaluation spécifiques de la phase particulaire et de la phase vapeur

<https://aerosols-semivolatils2022.inrs.fr/>



AÉROSOLS SEMI-VOLATILS
MESURER, CONNAITRE ET RÉDUIRE LES EXPOSITIONS

JOURNÉE TECHNIQUE

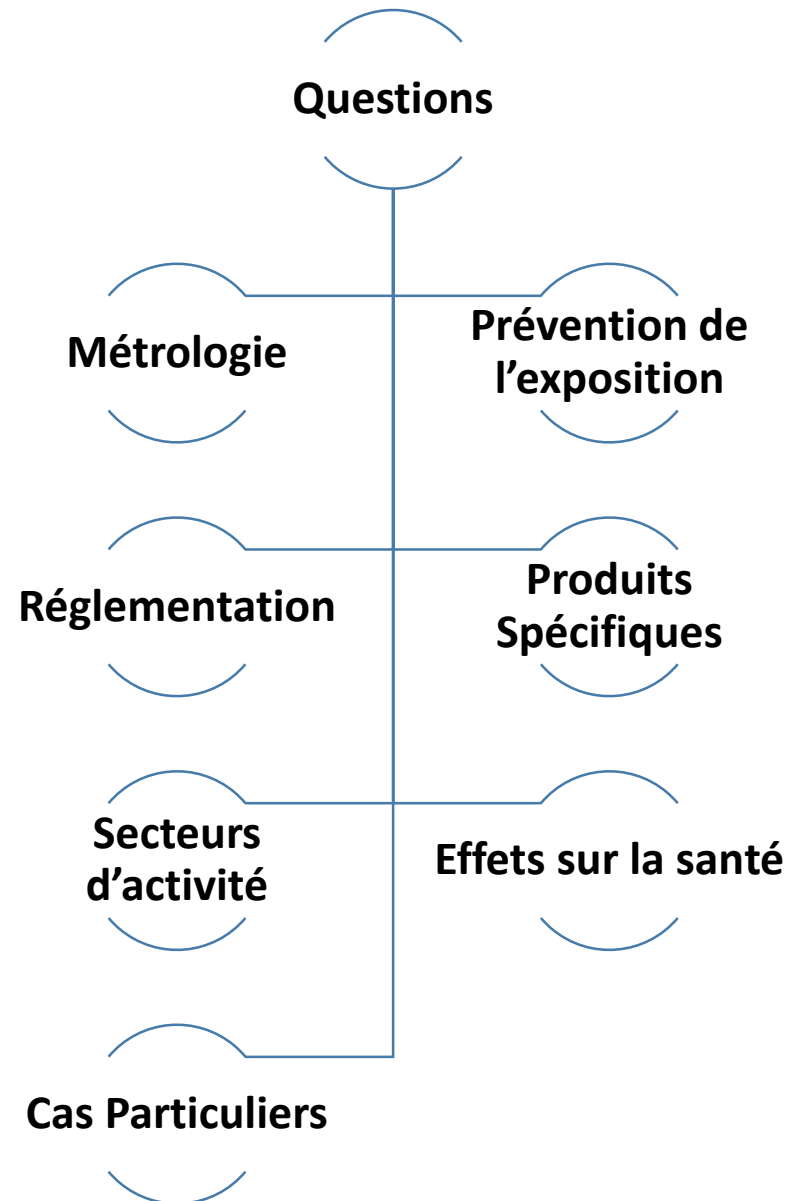
8 DÉCEMBRE 2022
Maison de la RATP – Paris

inrs
Institut National de Recherche et de Sécurité

The poster features a central illustration of a person in a white protective suit and respirator mask, holding a spray gun. Surrounding this figure are several circular icons representing different sources of aerosols: a person with boxes labeled C6 and H12, a factory with smokestacks, a truck dumping material, a tractor, and a person working with machinery. The background is a vibrant yellow with scattered white and grey dots representing aerosols.

Vos Questions

Synthèse de vos questions



Synthèse de vos questions

Prévention de l'exposition

Questions : Prévention de l'exposition

- Protection collective
 - Captage
 - Epuration
- Protection individuelle
 - Quels EPI
 - > Masques efficaces ?
- Règles de stockage
- Manipulation
- Nettoyage / décontamination

Questions : Prévention de l'exposition

Protection collective

- Substituer les produits dangereux
- Principes généraux de ventilation
 - Captage à la source
 - Capotage
 - Ventilation générale
- Vigilance sur l'efficacité de filtration
 - Evaporation des particules collectées
 - Génération de vapeurs +++
 - Epuration des vapeurs par lit adsorbant ?
 - > Cela dépend de beaucoup de paramètres...
- Pour approfondir
 - ED695 : *Principes généraux de ventilation*
 - > <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20695>
 - ED972 : *Captage et traitement des aérosols de fluides de coupe*
 - > <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20972>
 - Journée Technique du 8 décembre 2022

Questions : Prévention de l'exposition

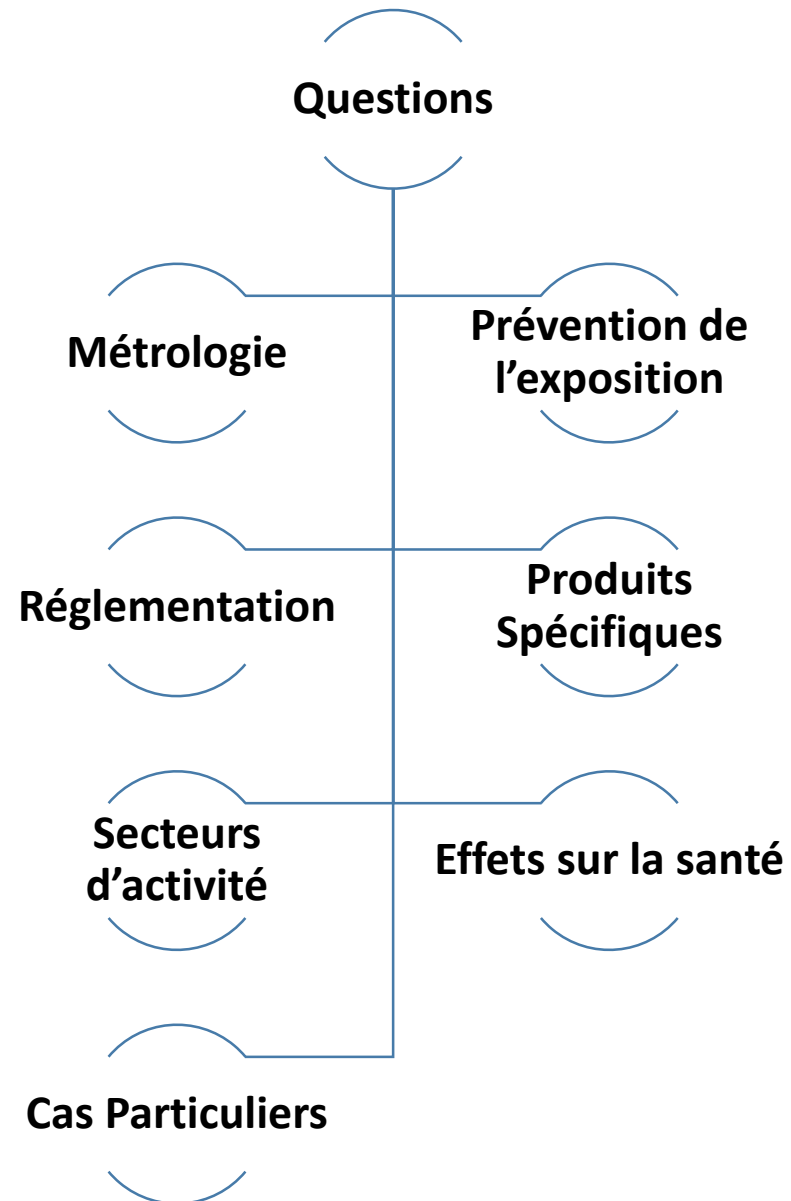
Protection Individuelle

- Masques efficaces ?
 - Rappel : dernier recours
 - Filtre à particules + Filtre à gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C (Type A), en série.
 - Vigilance : les particules d'agent chimique semi-volatile collectées sur le filtre à particules continueront de s'évaporer même lorsque le masque n'est pas utilisé → modification de la durée de vie de la partie adsorbante de la cartouche.
 - ED6106 : *Les appareils de protection respiratoire*
 - > <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206106>
- Mais encore...
 - Gants : à adapter d'après la FDS et la nature chimique du produit utilisé
 - Vêtements de protection : à changer / nettoyer régulièrement

Questions : Prévention de l'exposition

- Protection collective
 - Captage
 - Epuration
- Protection individuelle
 - Quels EPI
 - > Masques efficaces ?
- Règles de stockage
- Manipulation
- Nettoyage / décontamination

Synthèse de vos questions



Synthèse de vos questions

Produits Spécifiques

Questions : Agents chimiques spécifiques

- Acide sulfurique
- Produits Phytosanitaires
- Mycotoxines
- Brouillards d'huile

Questions : Agents chimiques spécifiques

Acide sulfurique

- Identification P_{vs} et T_{eb}
 - $P_{vs} = 0,13 \text{ Pa} / 0,0079 \text{ Pa}$
 - $T_{eb} = 290^\circ\text{C}$
 - > Semi-volatil potentiel
- Méthode de prélèvement
 - Méthodes MétroPol M-53, M-137 et M-144
 - Collecte sur filtre + filtres imprégnés
 - Caractère semi-volatil pris en compte



Questions : Agents chimiques spécifiques

Mycotoxines

- Fiche [ED4411](#) renseigne sur les mycotoxines préoccupantes
- Identification P_{vs} et T_{eb}
 - > Non volatils
 - > Cas de la Patuline qui pose question.
- Méthode de prélèvement
 - Méthodes MétroPol
 - > [Aflatoxines M-45](#)
 - > [AOZ M-339](#)
 - > [Fumonisine B1 M-46](#)
 - > [Mélanges de mycotoxines dans l'air M-426](#)
 - > [Ochratoxine A M-48](#)
 - > [Zéaralénone M-306](#)
 - Collecte sur mousse de coupelle rotative dans CIP-10 : aérosols non volatils

Mycotoxine	P_{vs} (Pa)	T_{eb} (°C)
Aflatoxine B1	$3,5 \cdot 10^{-8}$	XX
Aflatoxine B2	$2,2 \cdot 10^{-8}$	XX
Aflatoxine G1	$7,8 \cdot 10^{-9}$	612
Aflatoxine G2	$1 \cdot 10^{-8}$	XX
Ochratoxine A	$4,1 \cdot 10^{-12}$	XX
Déoxynivalénol	$9 \cdot 10^{-9}$	XX
Fumonisine B1	XX	XX
Zéaralénones	XX	XX
Patuline	$9 \cdot 10^{-4}$	XX

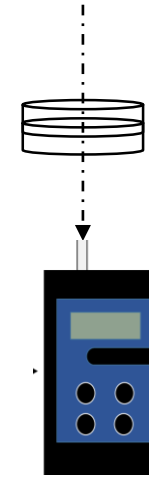
Questions : Agents chimiques spécifiques

Produits phytosanitaires

- C'est plus de 1300 substances actives recensées dans la base de donnée [E-Phy](#) de l'ANSES.
- 1 produit = substances en mélange
- Evaluation complexe du caractère semi-volatil
 - Etudier attentivement la composition et évaluer un à un les agents chimiques.
 - Le caractère semi-volatil se retrouve pour certaines substances actives.

Est-ce que les fluides de coupe contiennent des composés semi-volatils ? Si oui, comment évaluer les expositions aux fluides de coupe?

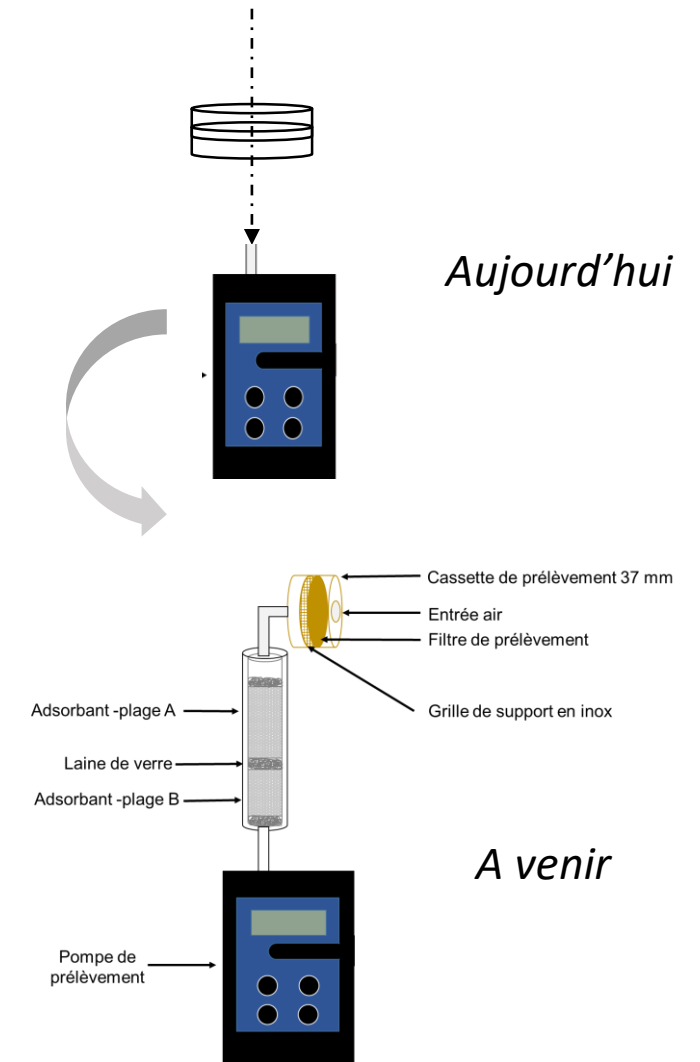
- Méthode fluide d'usinage M-282
 - Collection sur un filtre avec une cassette
 - Mesure gravimétrique du filtre
 - Méthode pas encore mise à jour



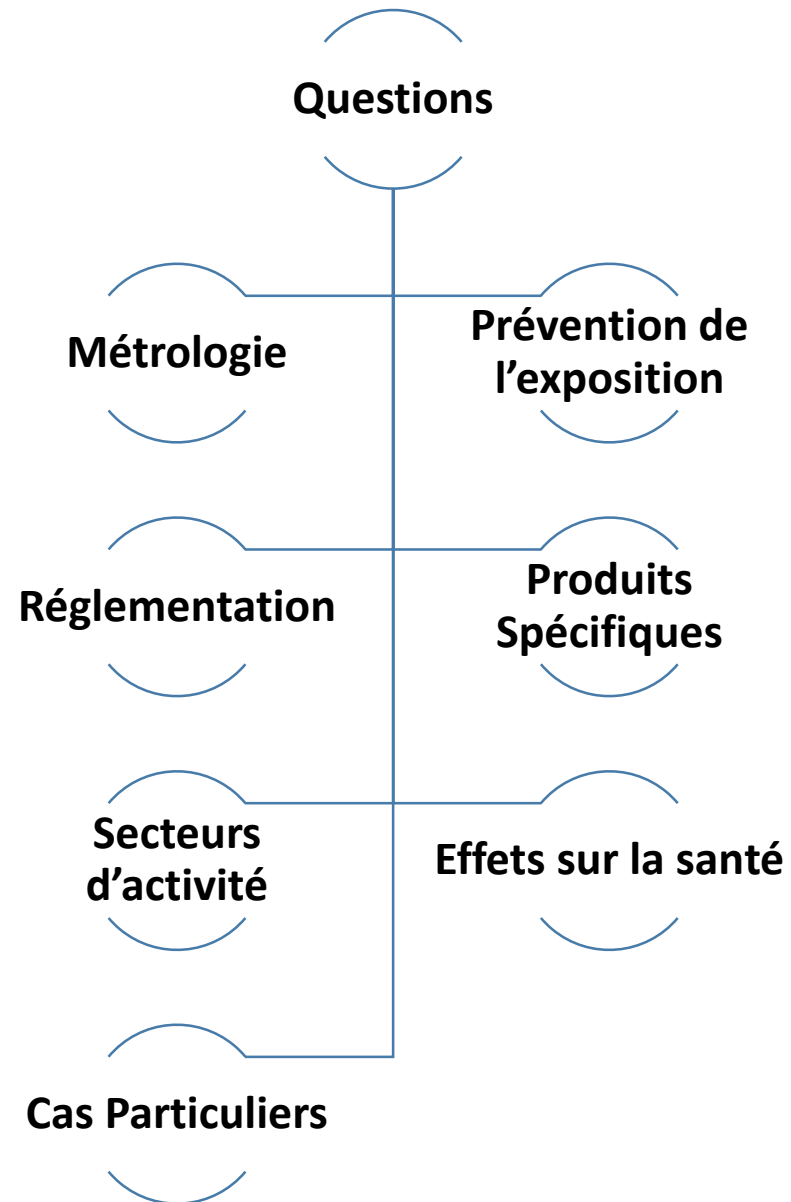
Aujourd'hui

Est-ce que les fluides de coupe contiennent des composés semi-volatils ? Si oui, comment évaluer les expositions aux fluides de coupe?

- Méthode fluide d'usinage M-282
 - Collection sur un filtre avec une cassette
 - Mesure gravimétrique du filtre
 - Méthode pas encore mise à jour
- Développement nouvelle méthode en cours



Synthèse de vos questions



Synthèse de vos questions



Effets sur la santé

Effets sur la santé

- Risque et effets sur la santé?
- Incidence sur les poumons?
- Affection respiratoires?
- les troubles médicaux spécifiques qui font penser aux aérosols
- les conséquences de l'exposition?
- modalités d'exposition, autres voies de pénétration (autre que respiratoire?)
- Suivi médical : prélèvements atmosphériques et/ou IBE ?

Effets sur la santé

- Risque et effets sur la santé?
- Incidence sur les poumons?
- Affection respiratoires?
- les troubles médicaux spécifiques qui font penser aux aérosols
- les conséquences de l'exposition?
- modalités d'exposition, autres voies de pénétration (autre que respiratoire?)
- Suivi médical : prélèvements atmosphériques et/ou IBE ?

Voie d'exposition

Dose

Toxicité

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox.html>

Biométrie

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>

Base de données Biotox


BIOTOX. Guide biotoxicologique pour les médecins du travail. Inventaire des dosages biologiques disponibles pour la surveillance des sujets exposés à des produits chimiques



Biotox a pour objectif de répondre aux principales questions que se pose le médecin face à la mise en place d'une surveillance biologique.

Biotox est une base de données comportant des informations sur :
plus d'une centaine de substances auxquelles le salarié est susceptible d'être exposé et pour lesquelles une biométrie existe ;
les dosages correspondants (plus de 250) ;
les laboratoires susceptibles de réaliser ces dosages (près de 50).

Mise à jour : octobre 2021

 Rechercher dans la base Biotox

Informations Biotox

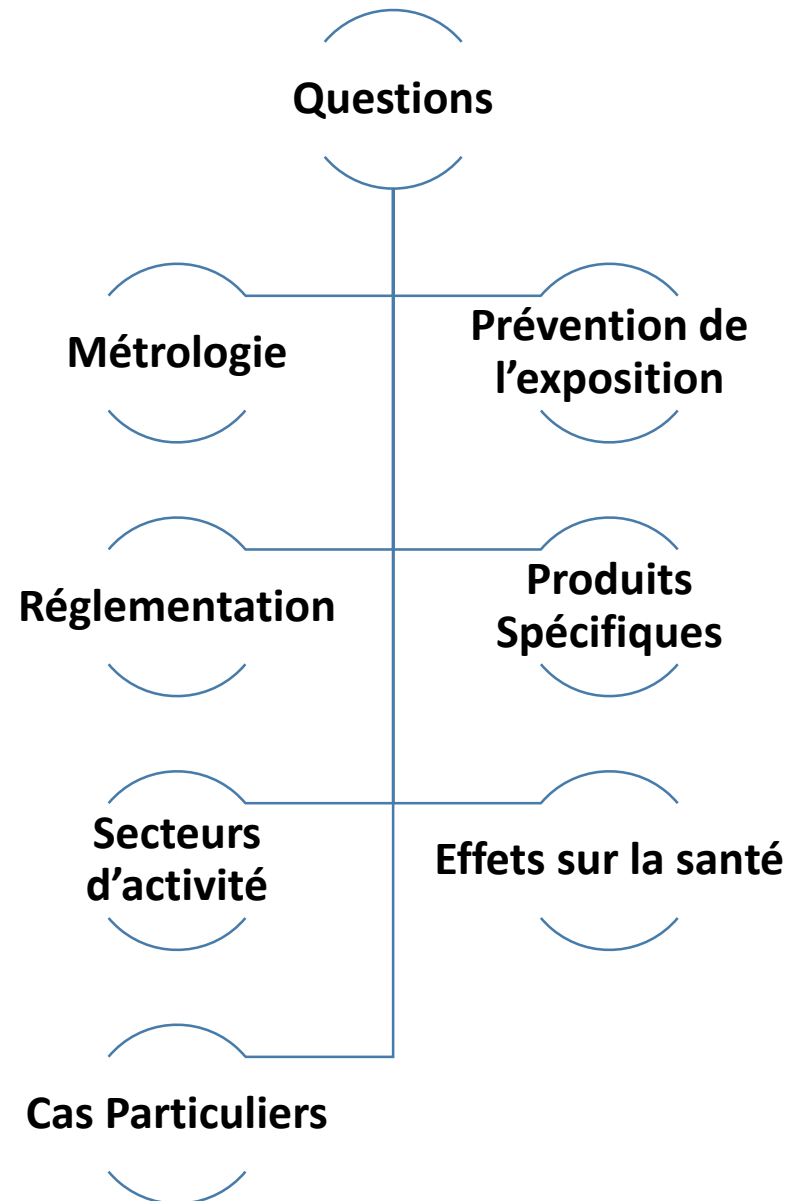


Rechercher dans la base Biotox

Par substance ou dosage	Par laboratoire ou dosage
Famille chimique Choisir une famille ▼	Substance ex : chrome
Nature du dosage ex : chrome urinaire	Numéro CAS ex : 7440-47-3



Synthèse de vos questions



Pour vous informer: site INRS

- Les bases de la métrologie

Base de données MétroPol/ Guide méthodologique

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/guide-methodologique-metropol.html>

- Méthodes pour l'évaluation des expositions

Base de données MétroPol

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>

- Toxicité des composés

Fiche toxicologiques

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox.html>

Pour vous informer: autres sites

- Méthodes et outils pour l'évaluation des expositions

UK : HSE (Health and Safety Executive), <http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/index.htm>

INSST : (Instituto Nacional de Seguridad Y Salud en el trabajo), <https://www.insst.es/>

USA : NIOSH (National Institut for Occupational safety and Health),

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

OSHA (Occupational Safety and Health Administration),

<http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>

CANADA (Quebec) : IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail), <http://www.irsst.qc.ca/laboratoires/outils-references/methodes-laboratoire#>

<http://www.irsst.qc.ca/laboratoires/outils-references/contaminants-air-milieu-travail>

<http://www.irsst.qc.ca/laboratoires/outils-references/guides-outils#>

Si des questions subsistent...

- Découvrez l'ensemble de nos supports sur <https://www.inrs.fr/>
- Posez vos questions sur le site de l'INRS <https://www.inrs.fr/footer/contact.html>
- Journée technique (8 décembre 2022) <https://aerosols-semivolatils2022.inrs.fr/>



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Merci de votre attention



Ce webinaire sera disponible en replay dans les prochains jours sur le site de l'INRS et sur la chaîne YouTube de l'INRS.

www.inrs.fr

YouTube

