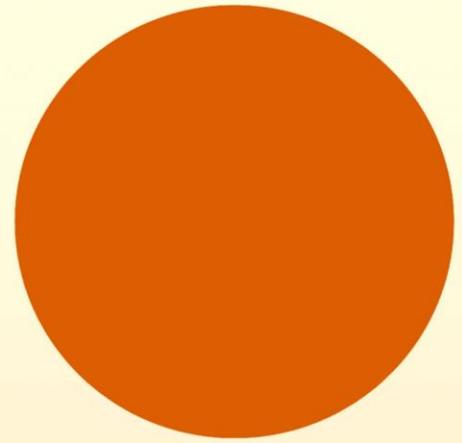


# La taille des particules inhalées et leurs effets sur la santé

Ce ne sont pas toujours les particules  
les plus fines qui sont les plus  
dangereuses pour la santé

Peter Görner

ALS 12.XII.2019



# INRS

## Institut National de Recherche et de sécurité

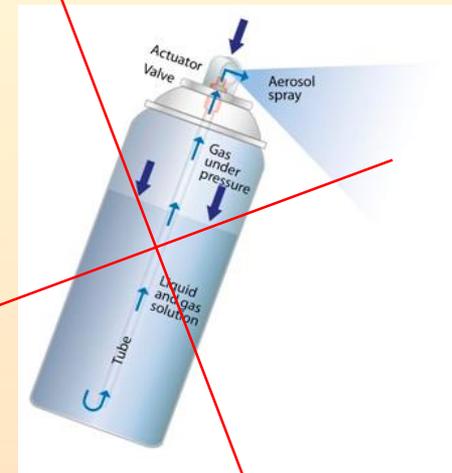
Pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

- Laboratoire de métrologie des aérosols (mesures d'exposition des personnes aux particules susceptibles d'être inhalées)

Peter Görner - retraité  
mon propos n'engage pas l'institut

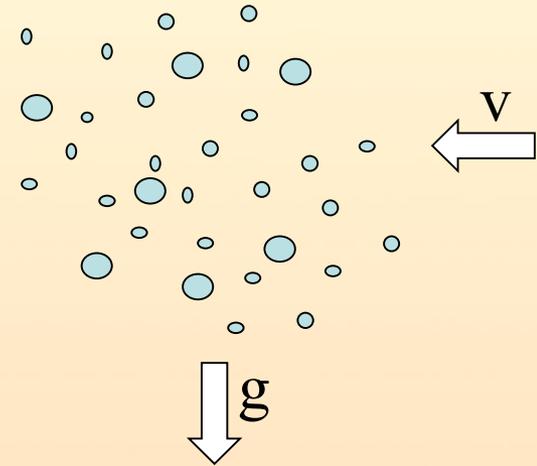
# Particules aéroportées - Aérosol

- Particules en suspension dans un gaz
- Particules
  - Solides
  - Liquides
  - Biologiques
- Aérosol atmosphérique
  - Toutes sortes de particules aéroportées
- Aérosol industriel
  - Particules émises par un processus industriel

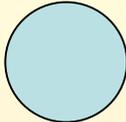
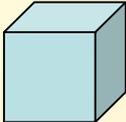
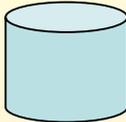
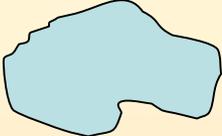


## Aérosol - système dynamique

- Mécanismes de mouvement des particules
  - Sédimentation (gravité)
  - Aérodynamique (inertie)
  - Diffusion (Brownienne)
  - Coagulation (Van der Waals)  
(ou électrique)
- Limites de taille des particules
  - 0,1 - 100  $\mu\text{m}$  en diamètre aérodynamique



## Dimension d'une particule

- $D_g$  - Dimension géométrique   
- $D_v$  - Diamètre équivalent en volume 
- $D_{ae}$  - Diamètre aérodynamique
  - - diamètre équivalent en vitesse limite de chute
  - - dimension responsable du mouvement des particules dans l'air
    - les particules avec le même  $D_{ae}$  subissent le même mouvement aérodynamique

# Vitesse limite de chute

$$D_p = 4,3 \mu\text{m}$$

$$\rho_p = 4 \text{ g/cm}^3$$

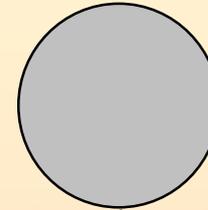
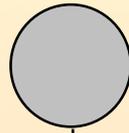
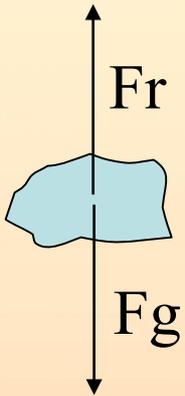
$$D_v = 5,0 \mu\text{m}$$

$$\rho_p = 4 \text{ g/cm}^3$$

$$\chi = 1,36$$

$$D_{ae} = 8,6 \mu\text{m}$$

$$\rho_p = 1 \text{ g/cm}^3$$



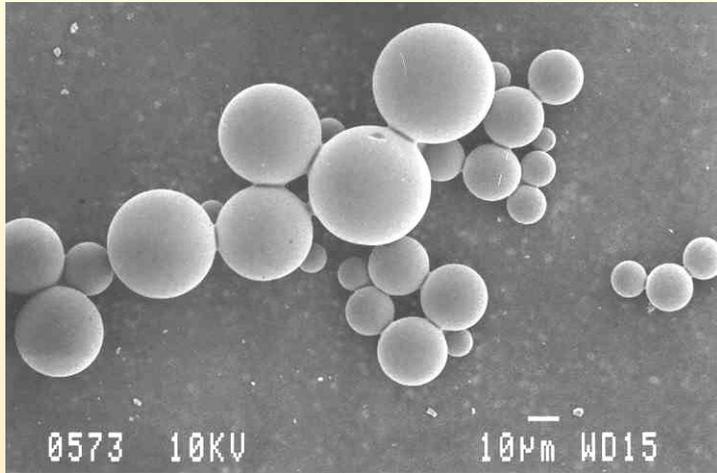
$$v_s = 0,22 \text{ cm/s}$$

$$v_s = 0,22 \text{ cm/s}$$

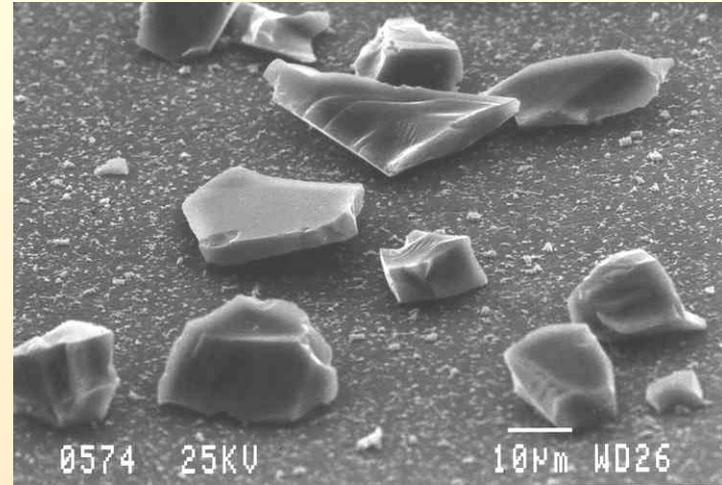
$$v_s = 0,22 \text{ cm/s}$$

$$D_{ae} = D_v * \sqrt{\rho/\chi}$$

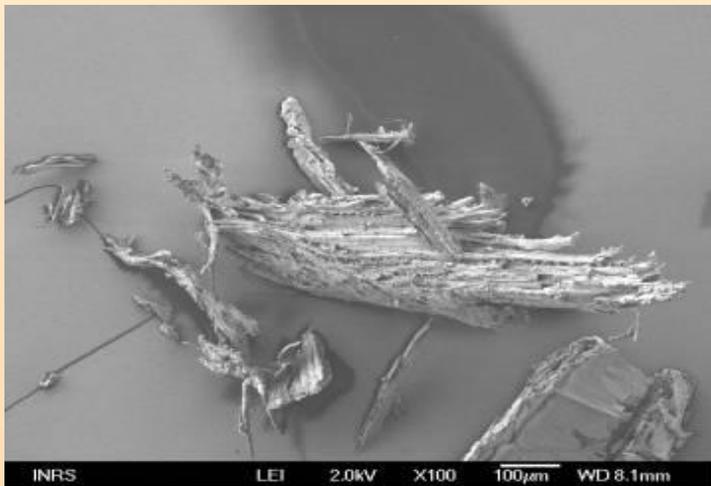
## Particules de latex



## Particules minérales



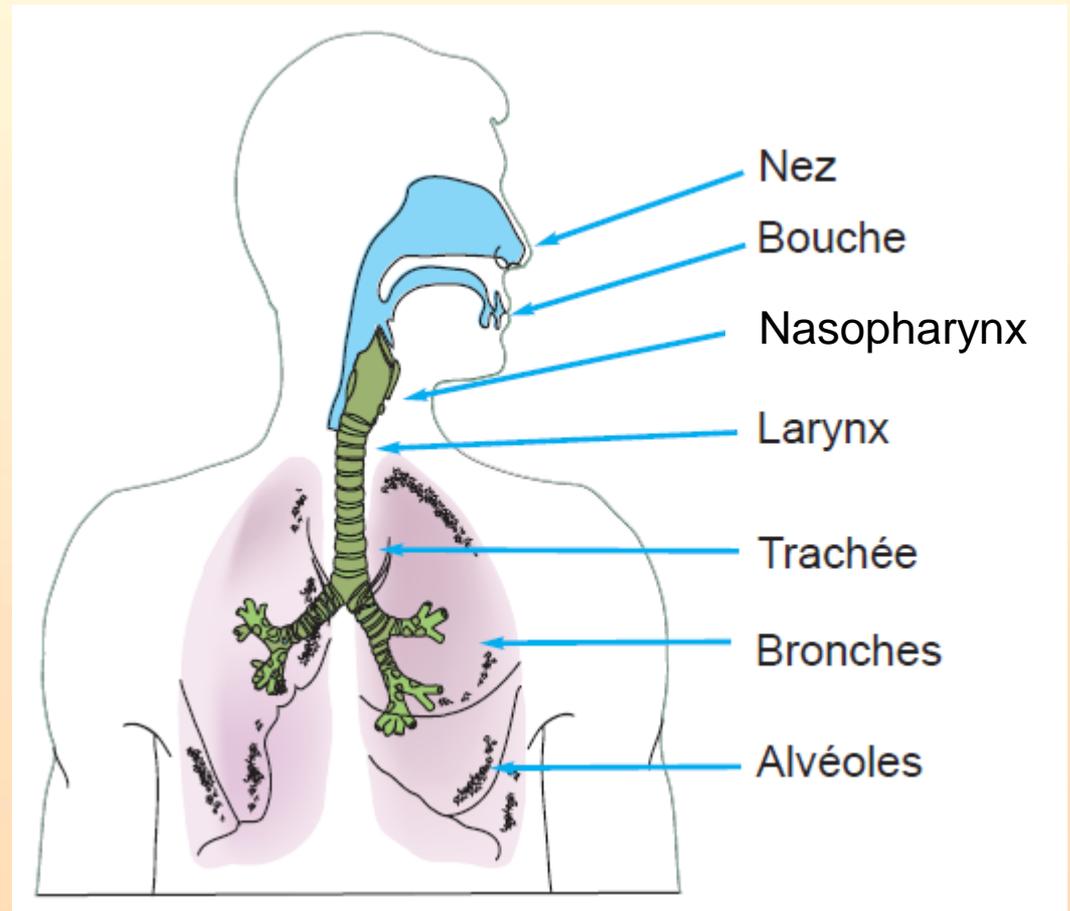
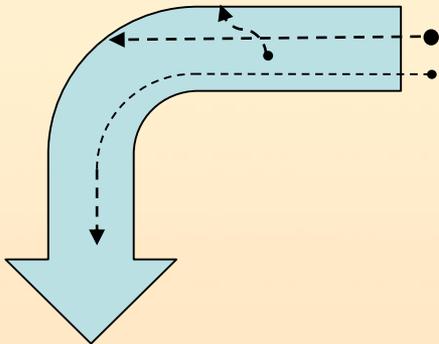
## Particules de bois



## Fibres d'amiante



# Pénétration des particules dans les voies respiratoires - tri aérodynamique



## Substances à effet non spécifique

- Particules inertes
  - Pneumoconiose de surcharge
- Particules toxiques
  - Solubles

## Substances à nocivité spécifique

- Poussières de bois
  - Cancer des fosses nasales
- Amiante
  - Cancer de plèvre
- Silice libre cristallisée (quartz)
  - Fibrose pulmonaire (silicose)

# Mesure de l'exposition des personnes aux particules aéroportées

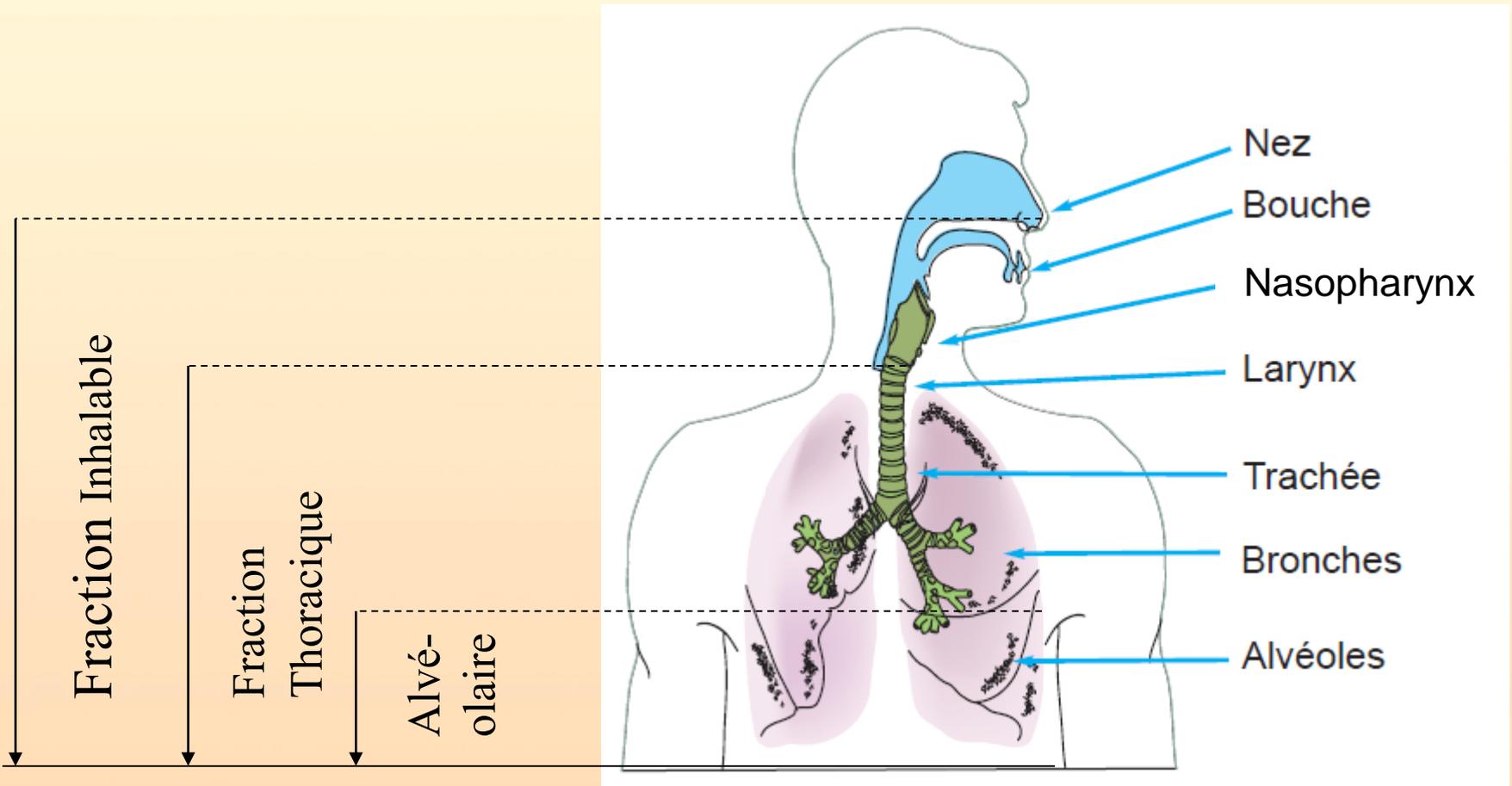
- Mesurage de la concentration moyenne sur un lieu de travail
  - Echantillonnage au poste fixe
- Mesurage de l'exposition personnelle
  - Echantillonnage individuel



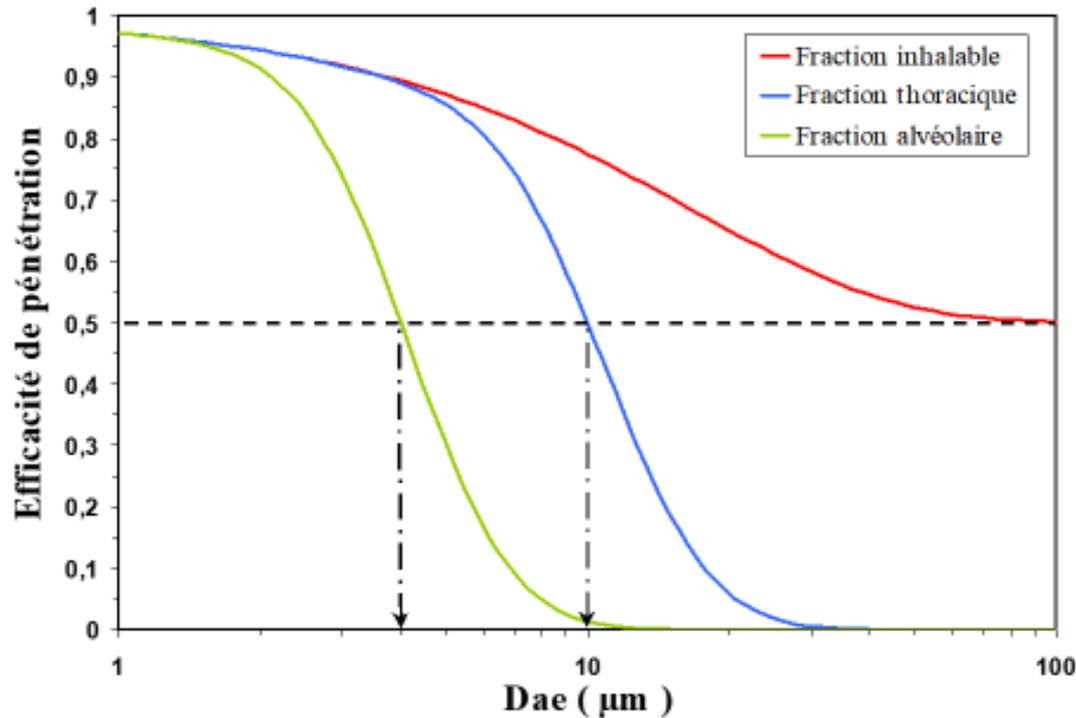
$C$  [ mg.m<sup>3</sup> ]



# Fractions conventionnelles d'aérosol liées à la santé



# Définition des Fractions conventionnelles d'aérosol liées à la santé

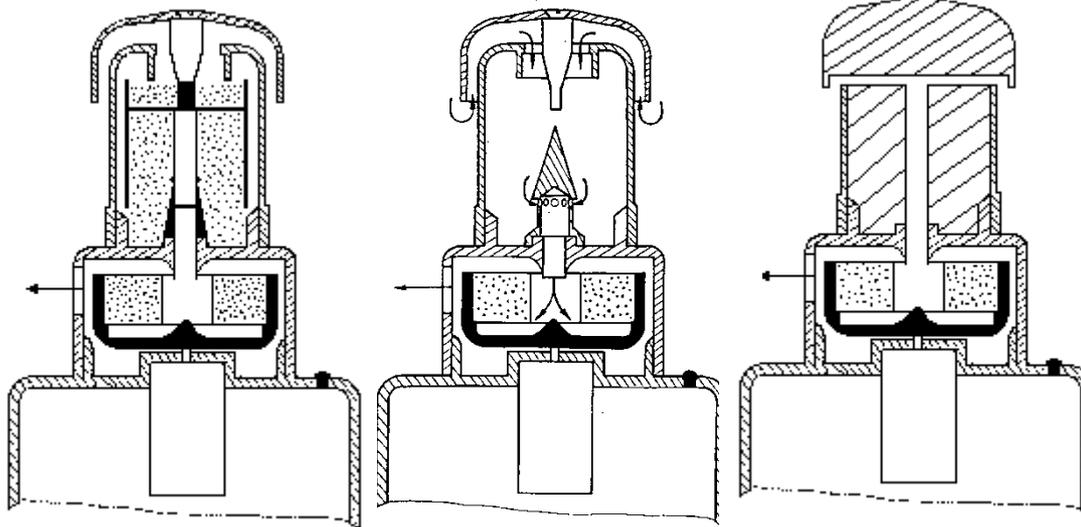


CEN (1993)

ACGIH  
(1994-1995)

ISO (1995)

# Sélecteurs aérodynamiques des particules



Alvéolaire

Thoracique

Inhalable

# Mesure de l'exposition des personnes aux substances toxiques particulières

- **En fraction inhalable** **VLEP** 10 (5) mg.m<sup>-3</sup>
  - Bois (Cancer des ethmoïdes) 1 mg.m<sup>-3</sup>
  - Plomb (Saturnisme) 0,1 mg.m<sup>-3</sup>
- **En fraction thoracique** **VLEP** -
  - Farine (Asthme) -
  - Coton (Byssinose) 0,1 mg.m<sup>-3</sup>
  - Acide sulfurique 0,05 mg.m<sup>-3</sup>
- **En fraction alvéolaire** **VLEP** 5 (1) mg. m<sup>-3</sup>
  - Silice libre cristallisée (Silicose)
    - α quartz 0,1 mg.m<sup>-3</sup>
    - Tridymite 0,05 mg.m<sup>-3</sup>
    - Cristobalite 0,05 mg.m<sup>-3</sup>

# CONCLUSION

- La nocivité d'une substance particulaire ne dépend pas de la taille des particules
- La nocivité spécifique dépend du site de dépôt où elle peut s'exprimer
- La pénétration des particules vers les différents sites de dépôt dépend du diamètre aérodynamique des particules

## CONCLUSION

- On dit que la nocivité spécifique des particules est « size-dependent »
- La nocivité spécifique est lié à la taille des particules qui sont susceptibles de se déposer sur un organe cible

**Ce ne sont pas toujours les particules les plus fines qui sont les plus dangereuses pour la santé**

**Cela dépend de leur nature et du site de leur dépôt dans les voies respiratoires**

## Note

- Pour des raisons de simplification, les notions de **pénétration** et de **dépôt** ont souvent été confondues.
- L'exposé a été volontairement limité aux particules  $D_{ae} > 0,1 \mu\text{m}$  (ou 100 nm), ce qui est considéré être la limite supérieure des **nanoparticules**

**Merci de votre attention**