

# FORUM SOFHYT- BSOH 2016

## Mesurage des expositions professionnelles

Anne LE MINOR – CARSAT Nord-Picardie  
Ingénieur Conseil – Responsable du laboratoire de Chimie-Toxicologie



## SOMMAIRE: Métrologie d'atmosphère

- 1- La méthodologie – principes généraux,
- 2- La métrologie des aérosols particulaires,
- 3- La métrologie des gaz et vapeurs,
- 4- Les prélèvements de surface,

## > LA METHODOLOGIE LES PRÉLÈVEMENTS ATMOSPHERIQUES : NORMES, MOYENS, MÉTHODES

FICHE  
NORMALISATION  
Métropol

## > PREAMBULE

### DEMARCHE DE PREVENTION DES RISQUES CHIMIQUES

- Eviter les risques, si possible en les supprimant,
- Evaluer les risques et les combattre à la source,
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou ce qui l'est moins **SUBSTITUER**
- Privilégier les mesures de protection collective par rapport aux mesures de protection individuelle,
- Former et informer les salariés sur les risques et leur prévention, sans négliger les mesures d'hygiène et d'urgence.

## > EVALUATION

1. IDENTIFICATION DES NUISANCES CHIMIQUES
2. ETUDE DES POSTES
3. EVALUATION DES EXPOSITIONS
  - a) Prélèvement
  - b) Calcul de la concentration de l'exposition
4. COMPARAISON A LA VALEUR LIMITE
  - a) Evaluation ponctuelle
  - b) Approche probabiliste simplifiée
  - c) Approche probabiliste (Nb de mesurages > 6)

## > LES PRELEVEMENTS

### DEUX SORTES DE PRELEVEMENTS

INDIVIDUEL

AMBIANCE

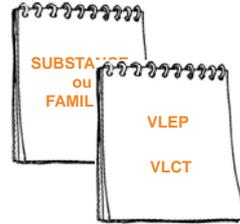
Permet d'obtenir une bonne représentativité de l'exposition en prenant en compte les déplacements et les gestes professionnels

Permet principalement de caractériser la pollution ambiante.  
En cas de poste fixe, permet (aussi) d'évaluer l'exposition.

> LES PRELEVEMENTS



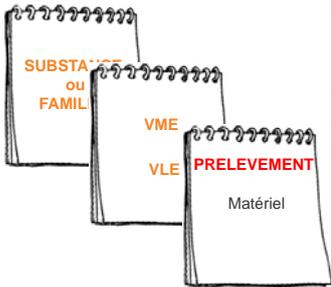
> LES PRELEVEMENTS



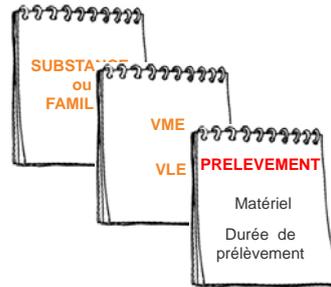
VLEP :  
Valeur limite  
d'Exposition  
Professionnelle  
sur 8 heures

VLCT :  
Valeur limite  
d'Exposition à  
court terme  
(15 minutes)

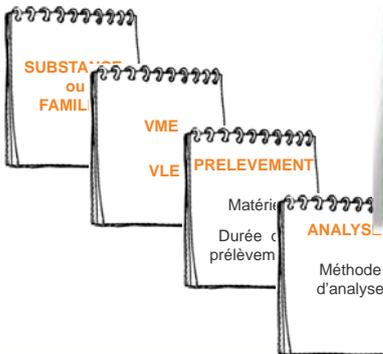
> LES PRELEVEMENTS



> LES PRELEVEMENTS



> LES PRELEVEMENTS



5 METHODES D'ANALYSES :  
• GRAVIMETRIE Poussières  
• ICP/AES-ICP/MS Métaux  
• CHROMATOGRAPHIE  
• Phase GAZEUSE Solvants  
• Phase LIQUIDE Aldéhydes  
• IONIQUE Acides

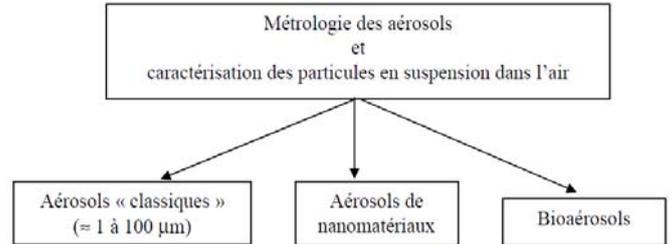
> LES PRELEVEMENTS



## > CHIMIE

# Métrieologie des aérosols particulaires

## > Domaines principaux des aérosols



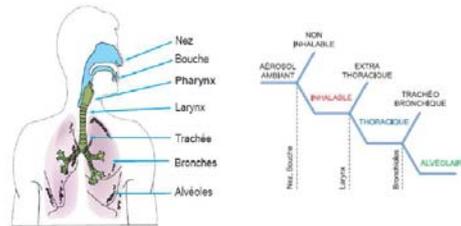
Aérosol = suspension de particules solides et/ou liquides dans un gaz (air), en incluant les microorganismes ,

Norme XP X 43-244 : Particules dont la vitesse de chute n'exécède pas 25 cm/s (conditions habituelles de pression, de température et d'humidité relative),

## > Définitions des aérosols : quelques nm à 1 µm < D < 100 µm

	0,0001	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000	
Repères	Molécules de gaz		Nanoparticule	Nanotube	Bactérie	globeule rouge	cheveu	acarien	flocon
Définitions			Fumées		Brouillards		Sprays		
Type d'aérosols et de bioaérosols			Fumée de tabac	Poussière de farine	Poussière de bois	Poussière de ciment	Fumée et poussière métallurgiques	Fumée de diesel	Virus
					Bactérie	Pollen			Moississure

## >> Inhalation et dépôt dans les voies respiratoires



Les aérosols inhalés par les êtres humains sont fractionnés au cours de l'inhalation et de la pénétration dans les voies respiratoires. Seule une partie de l'aérosol ambiant 'total' est inhalée et seules les particules les plus fines atteignent le poumon profond.

L'inhalation et le dépôt des particules dans les voies respiratoires dépendent de différents facteurs physiques et physiologiques liés à l'anatomie, la respiration et l'aérosol. Le site de dépôt varie fortement en fonction du diamètre des particules.

## > Valeurs Limites d'Exposition Professionnelles

Pour les aérosols, les VLEP de l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) et de l'Europe sont exprimées en fonction de ces trois fractions : inhalable, thoracique et alvéolaire.

Les dispositifs et les méthodes de prélèvement d'aérosols traditionnellement employés sont fondés sur une approche « massique » de la mesure de concentration et de la distribution granulométrique. Le résultat de la mesure est un critère d'appréciation de la qualité de l'air et un élément de l'évaluation du risque pour la santé.

### Quelques exemples de VLEP :

#### Pour les poussières sans effets spécifiques

VLEP 8H en poussières inhalables 10 mg.m-3 et alvéolaires 5 mg.m-3

#### Certaines poussières font l'objet d'une VLEP particulière

Fumées de soudage : 5 mg.m-3 sur 8 h de travail (inhalable)

Silice cristalline :

0,1 mg.m-3 sur 8 h de travail (alvéolaire) pour le quartz

0,05 mg.m-3 sur 8 h de travail (alvéolaire) pour la cristobalite et la tridymite

Poussières de bois : 1 mg.m-3 sur 8 h de travail

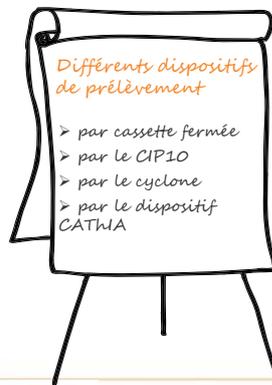
Fibres végétales : 0,5 mg.m-3 sur 8 h de travail (thoracique)

Fibres de coton : 0,2 mg.m-3 sur 8 h de travail (thoracique)

Poussières de plomb : 0,1 mg.m-3 (en Pb) sur 8 h de travail

Autres composés métalliques : A consulter au cas par cas (zinc, cuivre ...)

## > Prélèvements des aérosols



## > Exemples de technique de prélèvement d'aérosols

Concentration en masse (mg.m <sup>-3</sup> )			Distribution granulométrique	
Prélèvements individuel / à poste fixe			Mesure ponctuelle	Suivi en continu
Inhalable	Thoracique	Alvéolaire	Impacteurs en cascade	COP
Cassette fermée	CIP 10-T	CIP 10-R	Marple	COP Grimm
Cassette + Accu-Cap	Cyclone GK2.69	Cyclone Dorr-Oliver	Sloutas	OPS TSI
Bouton	1,6 L.min <sup>-1</sup>	Cyclone GK 4.162	Andersen	
IOM	Cyclone GK 4.162	9 L.min <sup>-1</sup>		
CIP 10-I	3 L.min <sup>-1</sup>	Cyclone GK2.69		
Cathia-I	Cathia-T	4,2 L.min <sup>-1</sup>		
Comparation	Filter ?	Gravimétrie		

19

## > CHIMIE

## Métrologie des gaz et des vapeurs

20

## > 2 techniques de prélèvements

### Méthodes directes :

Analyseurs portatifs, transportables, embarquables ou à postes fixes permettant une lecture directe de la concentration. Ces capteurs sont très sensibles, mais relativement peu sélectifs (réaction possible avec d'autres gaz que celui à détecter).



### Méthodes indirectes :

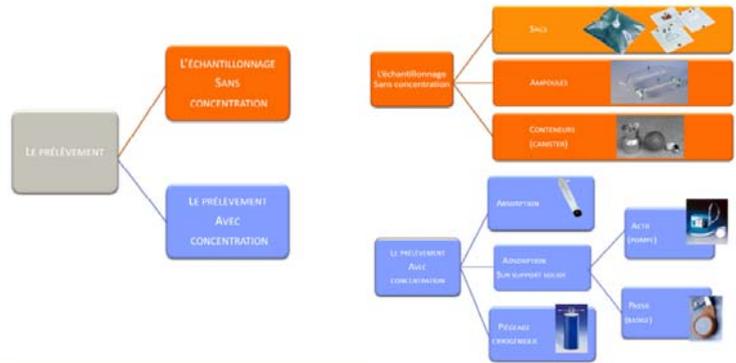
Collecte de l'échantillon d'air, Analyse différée au laboratoire, identification, quantification, comparaison aux VLEP



Différentes techniques, différents adsorbants pour une évaluation la plus adaptée à l'évaluation de chaque polluant,  $C_x$  (mg.m<sup>-3</sup>)

21

## > Prélèvements par méthodes indirectes

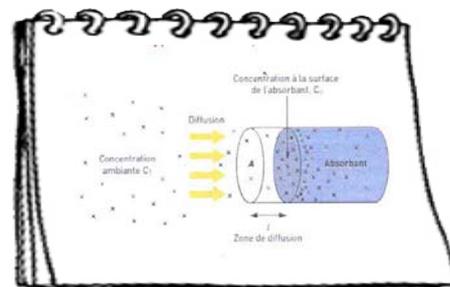


22

## > Prélèvements par méthodes indirectes

23

## > LE PRELEVEMENT PASSIF: PRINCIPE



La masse de polluant fixé sur badge (q) est fonction de :

- > sa surface de diffusion S
- > la distance de diffusion d
- > coefficient de diffusion de la substance D
- > concentration du polluant C
- > durée d'exposition t
- > facteur de proportionnalité k

ce qui donne :

$$q = k \frac{S}{d} DCt$$

24

## > LE PRELEVEMENT PASSIF : PAS DE POMPE



Des badges désorbables à l'aide d'un solvant

## > LE PRELEVEMENT PASSIF / PAS DE POMPE



Des badges désorbables thermiquement

## > PRELEVEMENT PASSIF

### AVANTAGES DU PRELEVEMENT PASSIF

- > Utilisation simple qui ne nécessite pas de matériel particulier,
- > Bien adapté par la personne suivie, il occasionne une gêne réduite,
- > Ne nécessite pas la présence d'une personne « qualifiée » pour le prélèvement,
- > Bien adapté au suivi en routine de VLEP8H, au suivi de VLCT-15min,
- > Coût d'intervention réduit.

## > PRELEVEMENT PASSIF

### LES LIMITES DU PRELEVEMENT PASSIF

- > Un badge ne peut-être utilisé pour une substance que si le débit de prélèvement pour la substance sur ce badge a été déterminé et validé,
- > Sensibilité aux projections liquides (surestimation),
- > Phénomène de rétrodiffusion possible quand Conc ambiante devient < Conc dans le support,



## > CHIMIE

### Prélèvements surfaciques par essuyage

#### > Prélèvements surfaciques par essuyage



- > L'inhalation n'est pas le seul mode de pénétration des polluants dans l'organisme. En effet, l'exposition cutanée représente une voie de pénétration non négligeable.
- > Prélèvement à l'aide de lingettes, parfois appelés frottis de surface ou prélèvements par essuyage,
- > Concernant la méthodologie de prélèvement, il semble se dégager un consensus sur la surface de prélèvement optimale, à savoir un carré de 10x10cm, qui correspond à 2 fois la surface de la main.

#### > Limites :

- Pas de valeurs limites de référence (hormis le Pb, Be et les PCB),
- Manque d'harmonisation des pratiques



## > EXEMPLE

Soudeurs MIG	Fumées de soudage (mg/m³)	Chrome VI (µg/m³)	Chrome total (µg/m³)
VLEP (8h)	5,00	1,00	2000
Étude AIR33 Torches classiques Moyenne des mesures individuelles (n = 4)	2,95 (59%)	3,04 (304%)	190 (10%)
Étude CARSAT Torches aspirantes Moyenne des mesures individuelles (n = 3)	1,30 (26%)	0,60 (60%)	76 (4%)



Réduction des niveaux d'exposition grâce à la mise en œuvre de torches aspirantes.

## > NOUS CONTACTER



Une Cellule d'assistance aux risques chimiques est à la disposition des préventeurs, des médecins du travail, des entreprises, de l'inspection du travail, agents de terrain CARSAT, CPAM ...

Cellule Assistance Risques Chimiques : CARC

[risque.chimique@carsat-nordpicardie.fr](mailto:risque.chimique@carsat-nordpicardie.fr)

Laboratoire de Chimie

Assistance aux risques chimiques et biologiques/ FDS/ étiquetage sans ou avec intervention en entreprise (sans prélèvements)



> Merci de votre attention