

JOURNÉE  
TECHNIQUE



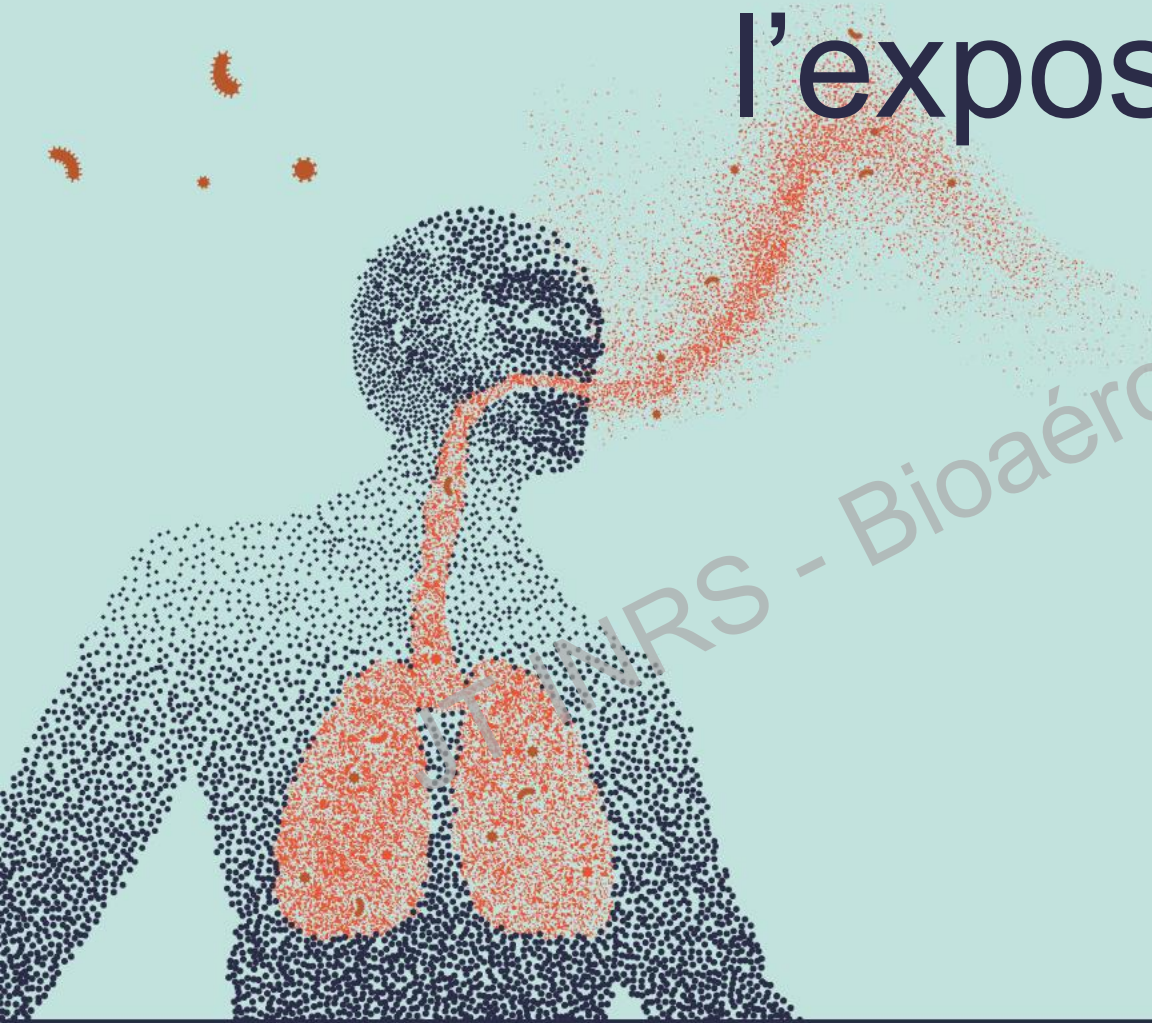
# Démarche d'évaluation de l'exposition professionnelle aux bioaérosols

Xavier Simon

**BIOAÉROSOLS  
AU TRAVAIL**

Mieux les comprendre pour les prévenir

**26** NOVEMBRE 2024

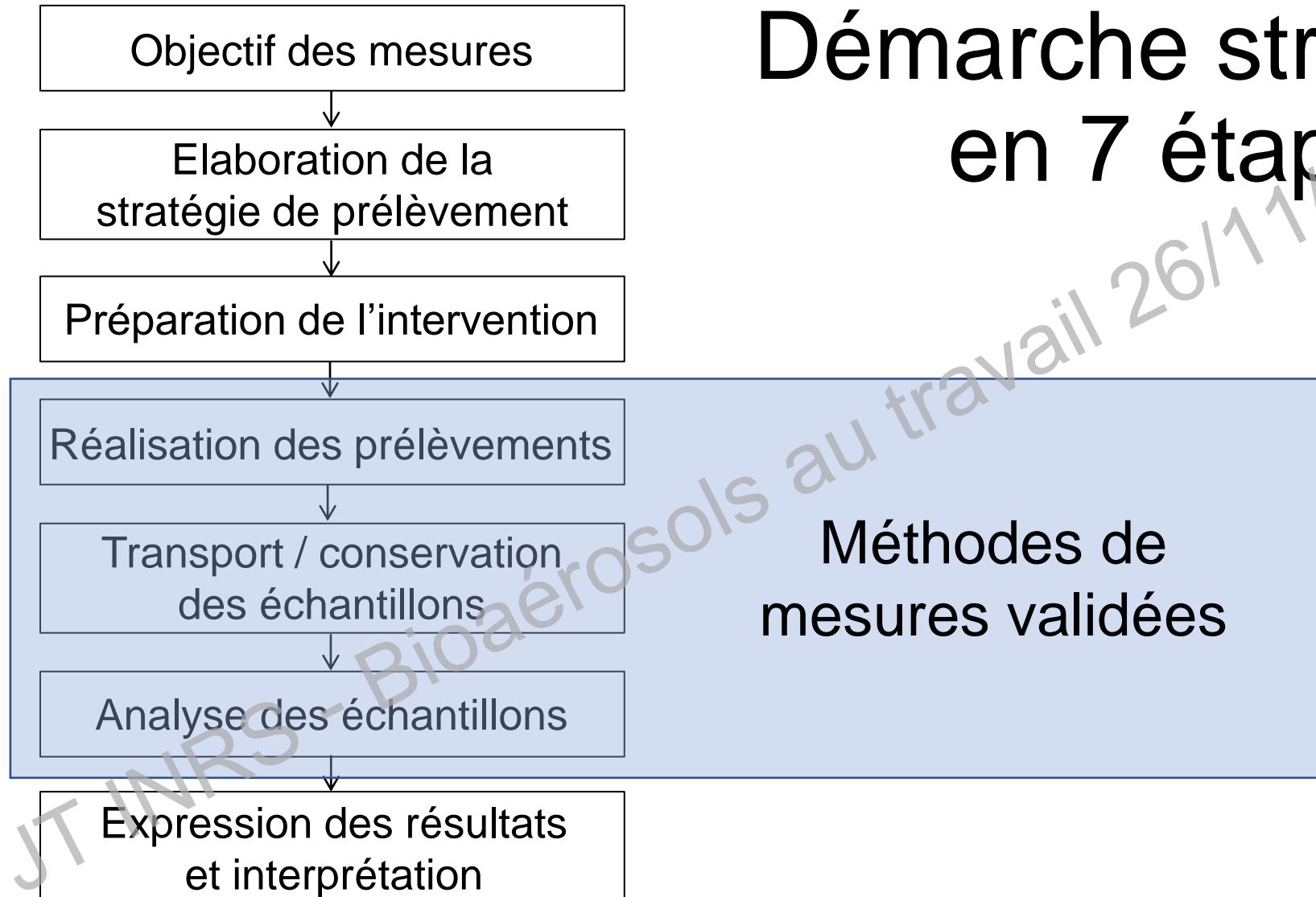


INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24

# Evaluation quantitative de l'exposition professionnelle des travailleurs aux bioaérosols

- complète ou précise la démarche qualitative d'évaluation des risques biologiques
- caractérise une exposition par inhalation, principale voie de pénétration des particules dans l'organisme
- actuellement adaptée pour les risques toxiques et allergiques
- repose sur une démarche en 7 étapes, globalement similaire à celle utilisée pour les agents chimiques mais présentant des spécificités

# Démarche structurée en 7 étapes



# Définir l'objectif des mesures

Objectif des mesures



Elaboration de la  
stratégie de prélèvement



Préparation de l'intervention



Réalisation des prélèvements



Transport / conservation  
des échantillons



Analyse des échantillons



Expression des résultats  
et interprétation

- précise le motif de l'intervention
- conditionne la stratégie de prélèvement à adopter
- **Objectiver l'exposition de certains travailleurs**
  - identifier les causes après des plaintes ou suite à des effets sur la santé constatés
  - identifier les tâches ou les situations exposantes
  - affiner le diagnostic pour certaines situations de travail insuffisamment documentées
- **Caractériser l'environnement de travail**
  - identifier des sources d'émission dans un atelier
  - identifier les déterminants des concentrations
  - besoins spécifiques d'une étude scientifique
- Vérifier l'efficacité des moyens de prévention



# Stratégie de prélèvement

Objectif des mesures

Elaboration de la stratégie de prélèvement

Préparation de l'intervention

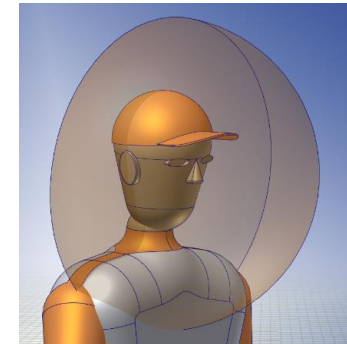
Réalisation des prélèvements

Transport / conservation des échantillons

Analyse des échantillons

Expression des résultats et interprétation

- enquête préalable / visite initiale sur site
- activités, procédés, zones de travail, postes concernés
- travailleurs concernés → constitution possible de GES
- moyens de prévention collectifs / EPI existants
- type de prélèvement : individuel ou point fixe



- inclure des prélèvements de référence

- référence interne (absence de pollution spécifique aux activités)
- référence externe (en amont du vent, sans source d'agents biologiques)

# Stratégie de prélèvement

Objectif des mesures



Elaboration de la stratégie de prélèvement



Préparation de l'intervention



Réalisation des prélèvements



Transport / conservation des échantillons



Analyse des échantillons



Expression des résultats et interprétation

- agents biologiques à rechercher → analyse(s)
- autres substances d'intérêt (poussières, gaz / vapeur, etc.)
- dispositifs de prélèvement associés
- durée de prélèvement représentative de la situation de travail
  - environ 8h (exposition moyenne sur le poste)
  - 30 min à 2h (tâche spécifique)
  - série de prélèvements consécutifs séquentiels
- nombre de mesures par travailleur ou par point
  - minimum 1 mesure par agent biologique ciblé et par modalité d'intérêt
  - si possible, 3 mesures sur ≠ journées (variabilité)
  - prise en compte d'un éventuel effet de saisonnalité

# Préparation de l'intervention

Objectif des mesures

Elaboration de la stratégie de prélèvement

Préparation de l'intervention

Réalisation des prélèvements

Transport / conservation des échantillons

Analyse des échantillons

Expression des résultats et interprétation

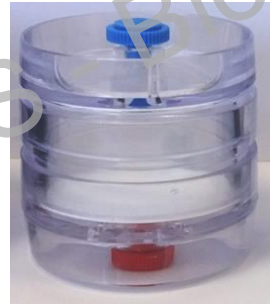
- planifier l'intervention en accord avec l'entreprise
- informer le personnel des objectifs et modalités
- analyser les risques liés à l'intervention = plan de prévention
- matériels : feuilles de prélèvement, dispositifs, pompes, débitmètres, thermo-hygromètres, harnais, pieds photos, etc.
- conditions stériles
- assemblage sous PSM
- inclure des témoins



# Réalisation des prélèvements

- préleveur compétent techniquement
  - dispositifs, pompes, mesures des débits, équipement des travailleurs, etc.
- consigner les activités et les circonstances d'exposition
- **prélèvement de la fraction inhalable pour les bioaérosols**

Prélèvement des aérosols par cassette fermée



MétroPol

Prélèvement des aérosols par le dispositif CIP 10



© Xavier Simon

Objectif des mesures

Elaboration de la stratégie de prélèvement

Préparation de l'intervention

Réalisation des prélèvements

Transport / conservation des échantillons

Analyse des échantillons

Expression des résultats et interprétation



# Réalisation des prélèvements

- prélèvement individuel à privilégier pour évaluer l'exposition

Objectif des mesures

Elaboration de la stratégie de prélèvement

Préparation de l'intervention

Réalisation des prélèvements

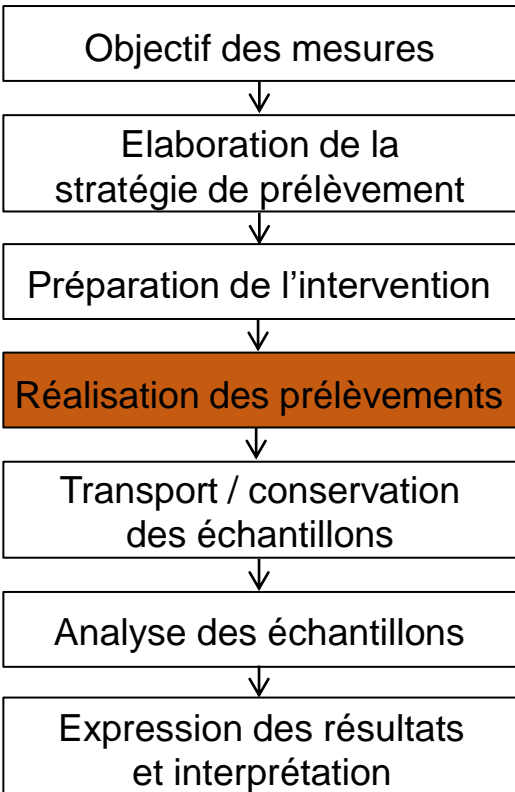
Transport / conservation des échantillons

Analyse des échantillons

Expression des résultats et interprétation

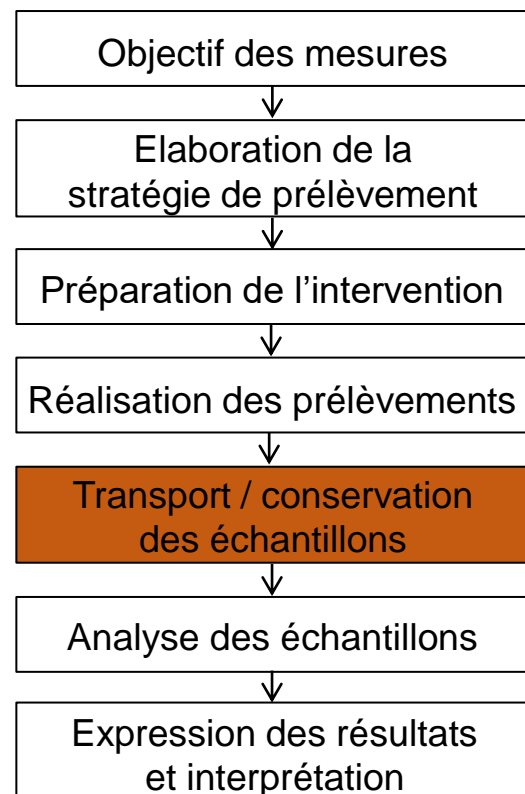


- prélèvement à point fixe à hauteur des voies respiratoires





# Conservation des échantillons



- la conservation des entités biologiques collectées doit être assurée depuis le prélèvement jusqu'à l'analyse, y compris pendant le transport et y compris si recours à un prestataire
- les conditions sont validées lors du développement de chaque méthode
- $T^{\circ} = 4^{\circ}\text{C}$  et analyse dans les 24h  $\rightarrow$  cultivable
- $T^{\circ}$  ambiante et analyse sous 7 jours  $\rightarrow$  endotoxines
- $T^{\circ}$  ambiante et analyse sous 30 jours  $\rightarrow$  mycotoxines
- $T^{\circ} = 4^{\circ}\text{C}$  puis congélation à  $-20^{\circ}\text{C}$  pour l'ADN

# Analyse des échantillons



- environnement de laboratoire de niveau 2

PSM type II, autoclave, personnel qualifié et formé, blouse, chaussure, EPI (gants, lunettes) si nécessaire, nettoyage et contrôle réguliers, etc.

Objectif des mesures

Elaboration de la stratégie de prélèvement

Préparation de l'intervention

Réalisation des prélèvements

Transport / conservation des échantillons

Analyse des échantillons

Expression des résultats et interprétation



idéalement, séparation des activités :  
laverie, préparation, microbiologie, biochimie, biologie moléculaire, etc.



# Analyse des échantillons

(M-XXX = méthode MétroPol INRS)

MétroPol

Objectif des mesures

Elaboration de la  
stratégie de prélèvement

Préparation de l'intervention

Réalisation des prélèvements

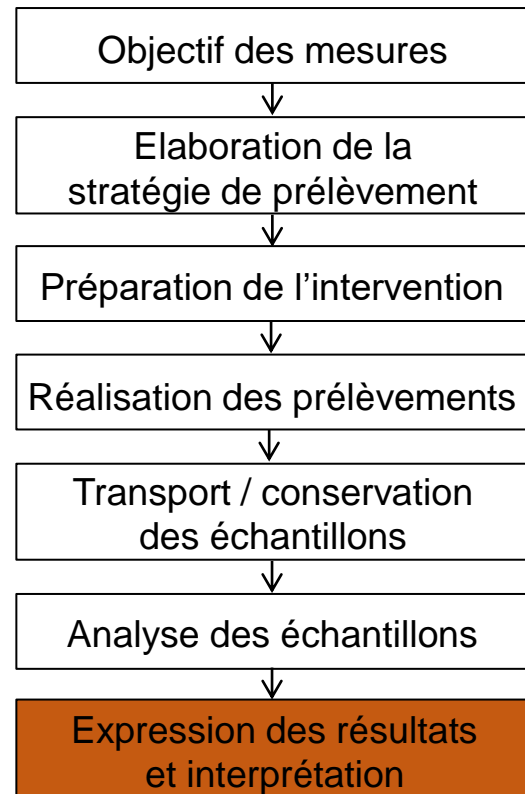
Transport / conservation  
des échantillons

Analyse des échantillons

Expression des résultats  
et interprétation

- Bactéries et moisissures cultivables / M-147 (NF EN 13098)
- Endotoxines / M-454 (NF EN 14031)
- Mycotoxines / M-426
- Exemples de méthodes partiellement validées ou en développement
  - ADN (qPCR généralistes ou spécifiques, biodiversité)
  - (1,3)- $\beta$ -D-glucanes (spectrophotométrie)
  - ergosterol (HPLC)

# Résultats et interprétation



- pas de VLEP pour les bioaérosols
- l'interprétation des résultats s'effectue par comparaison :
  - aux concentrations des prélèvements de référence
  - à des valeurs guides

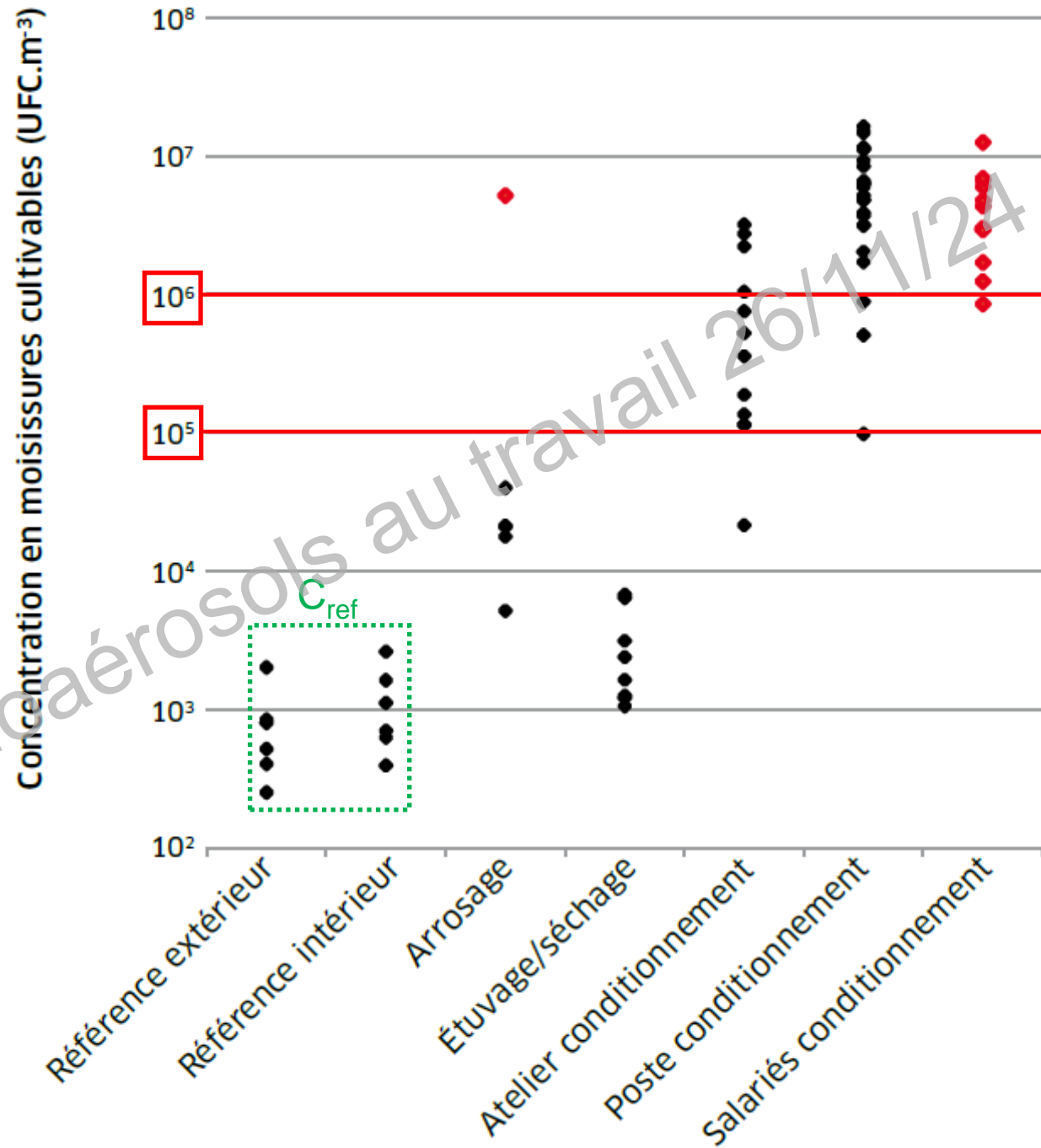
Notes techniques HST n°239 (2015)  
**VALEURS GUIDES ENDOTOXINES -  
INTERPRÉTATION DES  
RÉSULTATS DE MÉTROLOGIE  
DES BIOAÉROSOLS**

Notes techniques HST n°271 (2023)  
**VALEURS GUIDES BACTÉRIES  
ET MOISSURES CULTIVABLES :  
INTERPRÉTATION  
DES RÉSULTATS DE MÉTROLOGIE  
DES BIOAÉROSOLS**

- à des valeurs guides proposées par d'autres pays ou dans la littérature
  - des concentrations entre 2 GES
  - des concentrations avant et après la mise en place de moyens de prévention
- l'identification des microorganismes majoritaires est utile

# FABRICATION DE SAUCISSONS: MESURES ET PRÉVENTION DES EXPOSITIONS AUX BIOAÉROSOLS

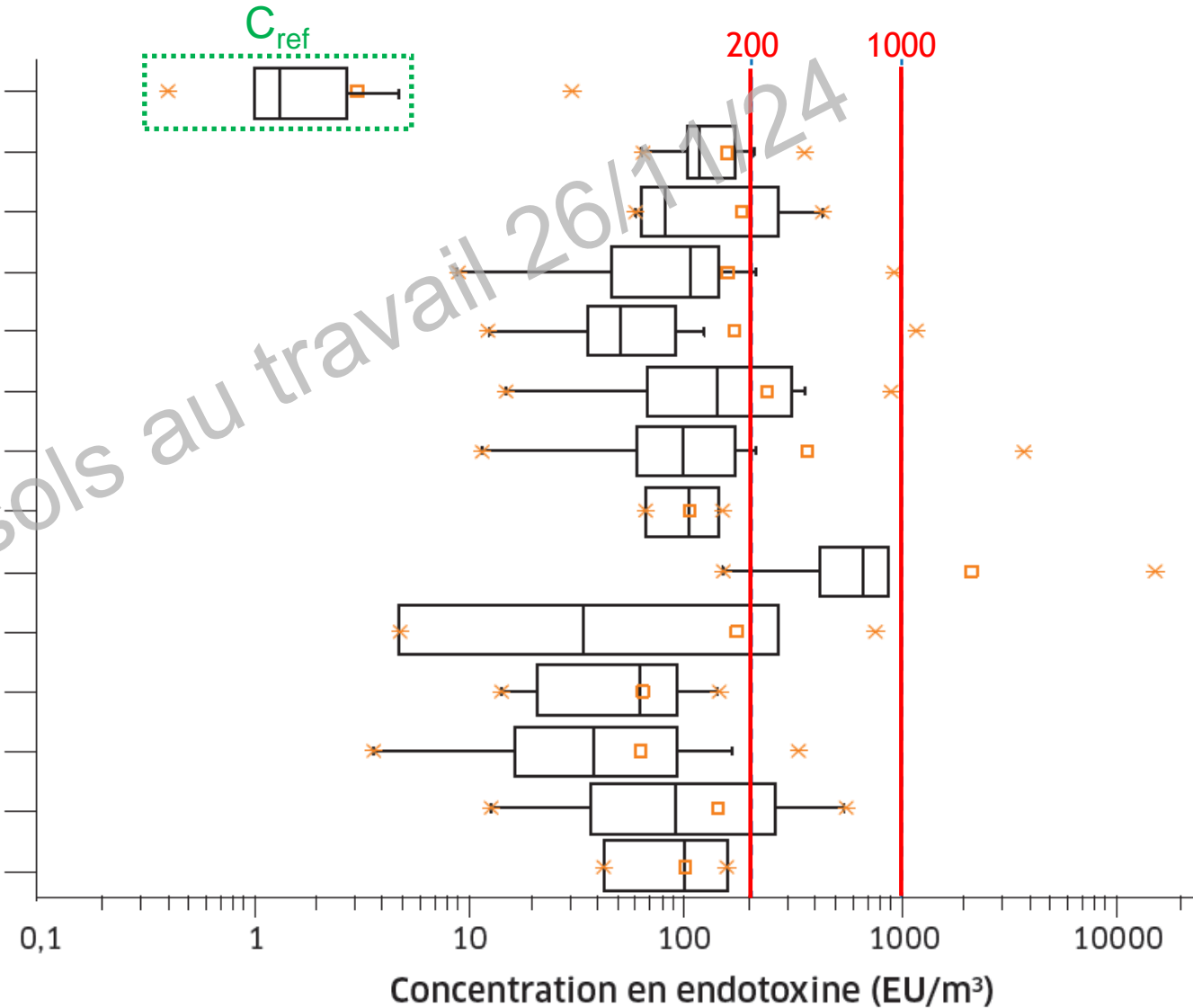
◆ Prélèvements à poste fixe    ◆ Prélèvements individuels



JT INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24

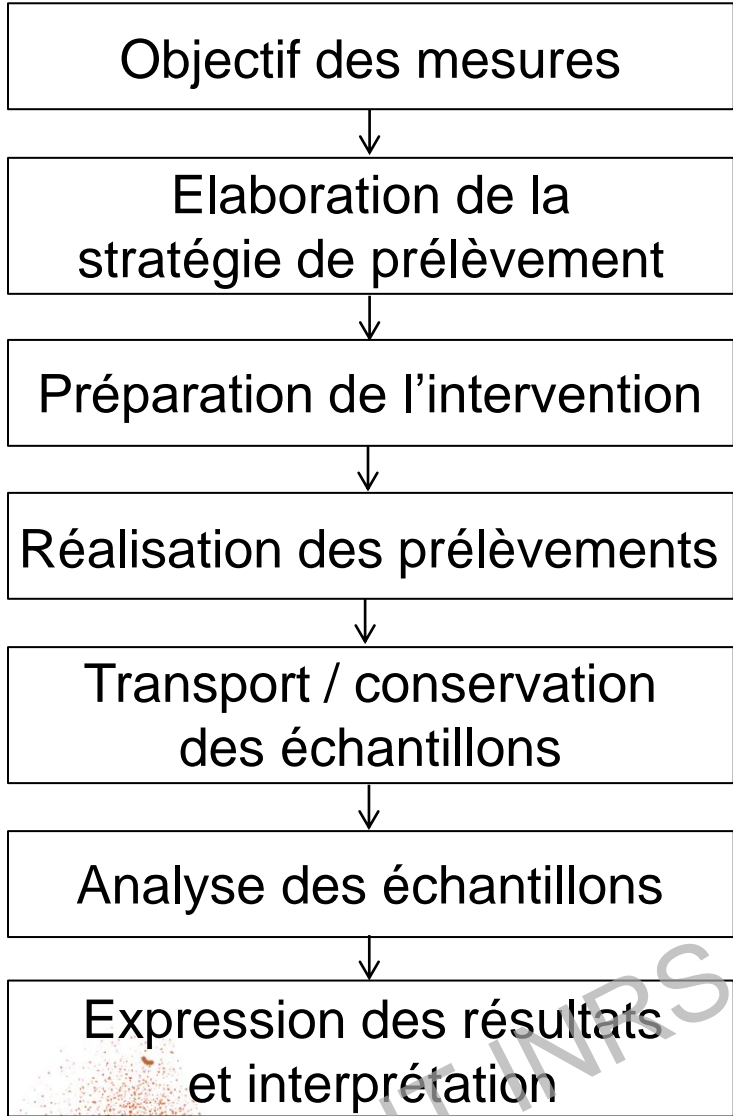
# EXPOSITION AUX BIOAÉROSOLS DANS LES CENTRES DE TRI DES DÉCHETS MÉNAGERS RECYCLABLES

- Référence Extérieur (35)
- Opérateur Tri Divers (13)
- Opérateur Tri DAE (5)
- Opérateur Tri CP (27)
- Opérateur Tri CC (17)
- Opérateur Pré-tri (24)
- Opérateur presse (14)
- Opérateur polyvalent (2)
- Opérateur nettoyage (10)
- Opérateur maintenance (7)
- Conducteurs grappin (28)
- Conducteur chargeuse (27)
- Autres tâches (15)
- Agent qualité (2)



JT INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24





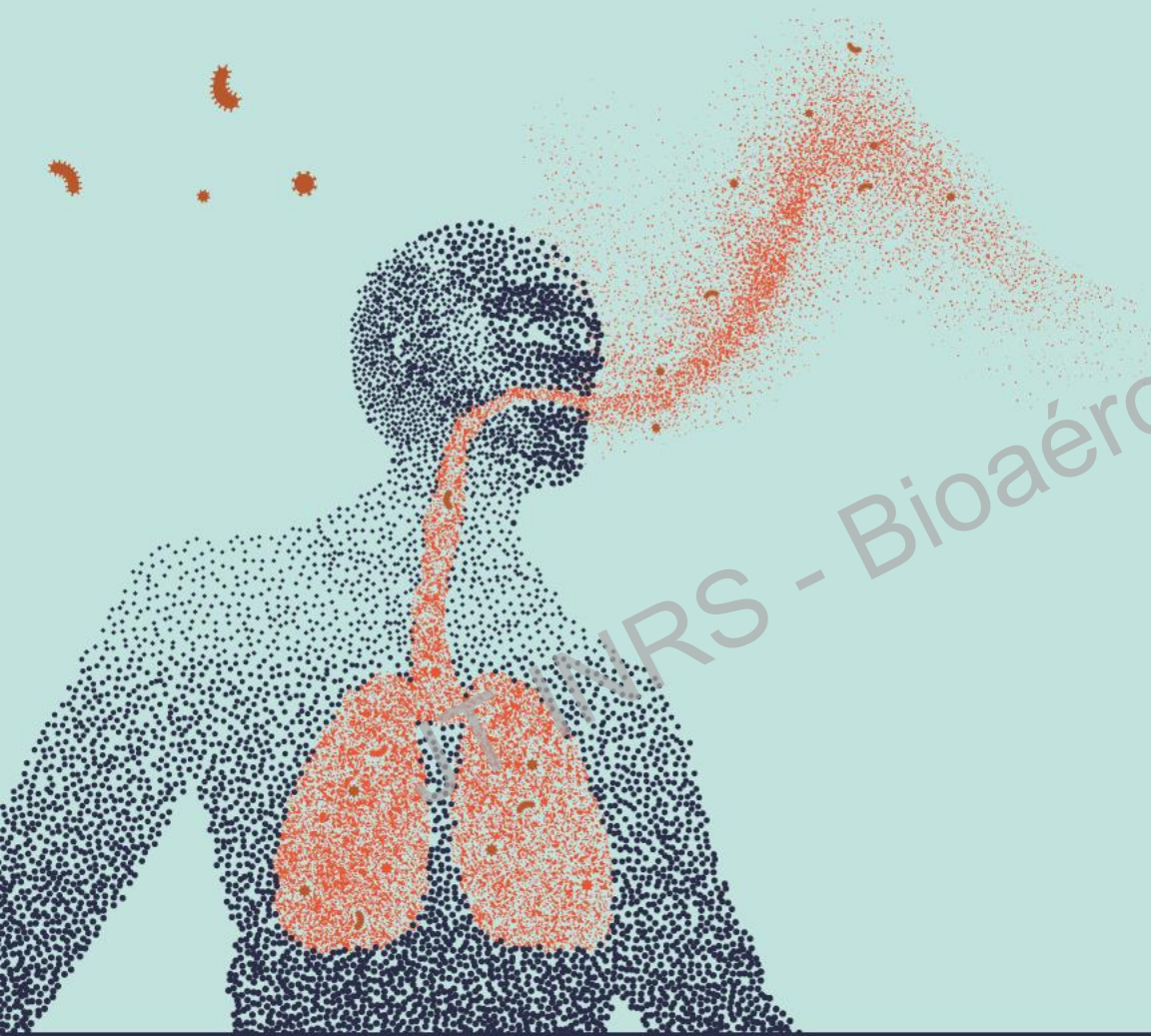
## Evaluation quantitative de l'exposition professionnelle des travailleurs aux bioaérosols

- démarche structurée globalement similaire à celle utilisée pour les agents chimiques mais présentant des spécificités
- permet d'établir ou de compléter un diagnostic
- permet de documenter les situations de travail
- décisif pour objectiver, décider et agir en prévention
- les méthodes de mesures méritent d'être complétées
- l'interprétation des résultats mérite d'être approfondie

JOURNÉE  
TECHNIQUE



Merci pour votre  
attention



INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24

**BIOAÉROSOLS  
AU TRAVAIL**

Mieux les comprendre pour les prévenir

**26** NOVEMBRE 2024