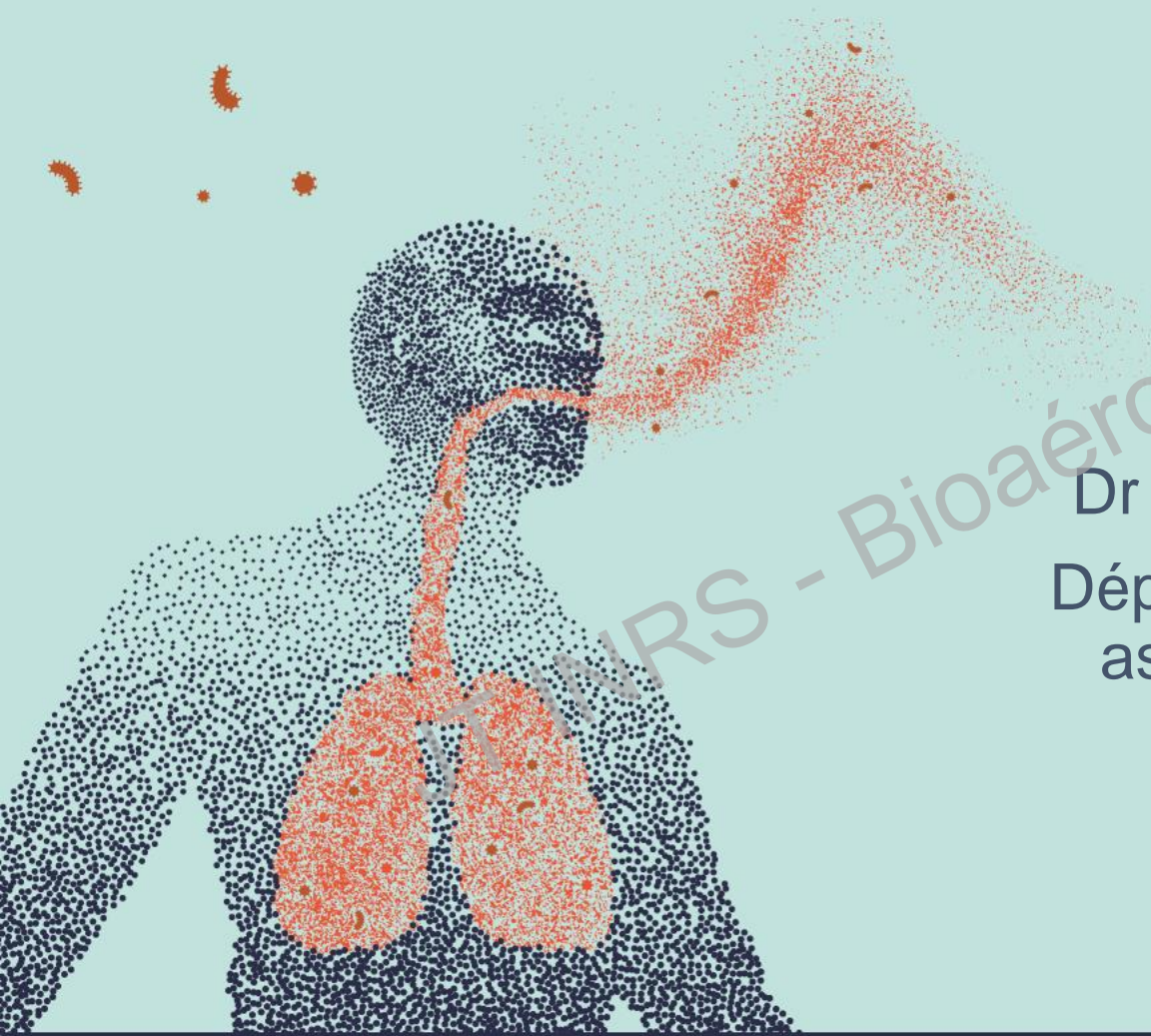


JOURNÉE
TECHNIQUE



Bioaérosols : effets sur la santé

Dr Eric Durand-Billaud
Département Etudes et
assistance médicales
INRS

**BIOAÉROSOLS
AU TRAVAIL**
Mieux les comprendre pour les prévenir

26 NOVEMBRE 2024

Plan de la présentation

- Bioaérosols et effets sur la santé en population générale
- Bioaérosols et santé en milieu professionnel
 - Revue narrative : méthodologie
 - Résultats :
 - Agents biologiques
 - Secteurs concernés par réservoir
 - Effets sur la santé humaine en milieu professionnel
 - Limites
- Conclusions et perspectives

Cette présentation ne traitera pas de la pandémie liée au SARS-CoV 2 ni du milieu de soins

Bioaérosols : quelques rappels

- Bioaérosols : particules (gouttelettes ou poussières) contenant et transportant des agents biologiques
- Générés par : humains, animaux et environnement (réservoirs)
- Majorité des agents biologiques : non pathogènes
- Voie de transmission principale : respiratoire

Effets sur la santé des bioaérosols : population générale

- Infections : le plus fréquent
 - Grippe, rougeole, coqueluche
 - Fièvre Q...
- Allergies
 - Rhinites et bronchites
 - Bronchopneumopathies obstructives
 - Asthme...
- Effets toxiques
 - Syndrome toxique des poussières organiques...



© dacosta-Banque d'images 123rf

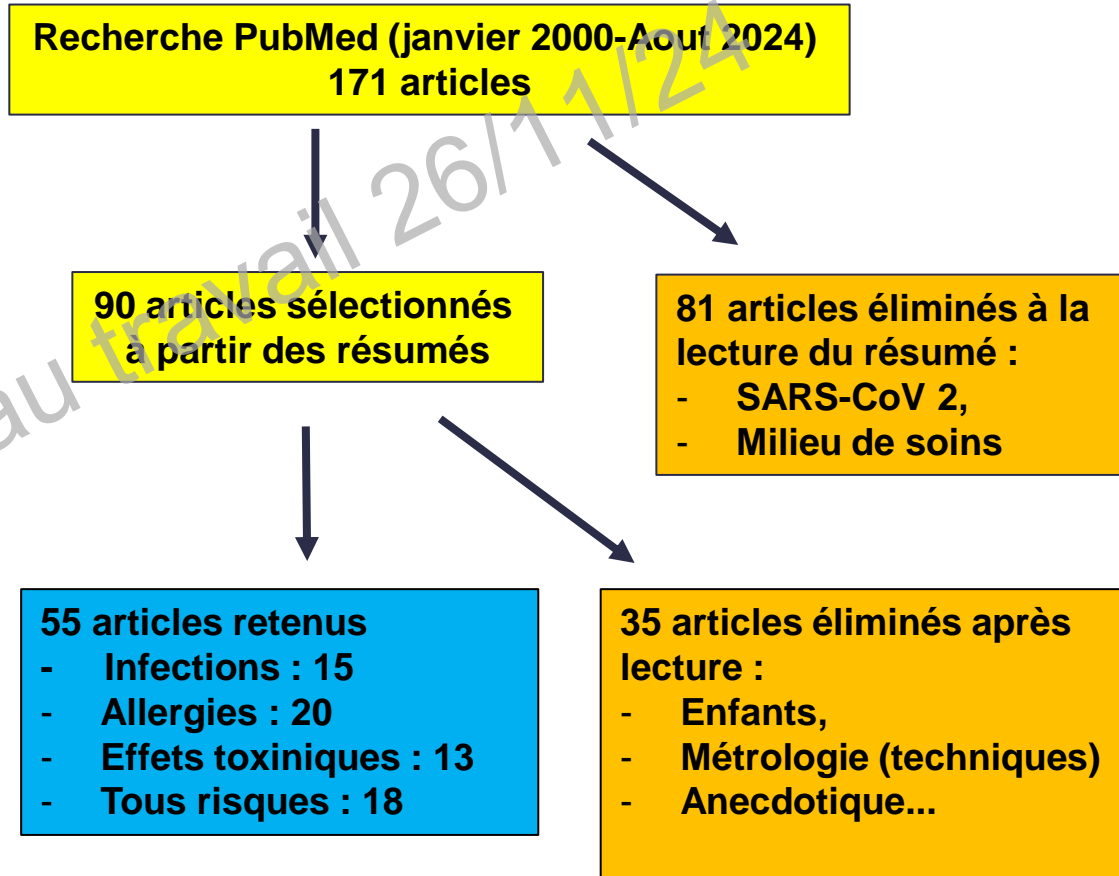
Revue narrative* de la littérature : Méthodologie

Méthodologie

Revue de revues

Mots-clés : *bioaerosols, humans, human health, adverse effect, meta-analysis, review, systematic review*

Complétée par littérature
« grise » et certaines
références des articles
sélectionnés



*Les revues narratives : fondements scientifiques pour soutenir l'établissement de repères institutionnels. Direction de la valorisation scientifique et qualité. Mai 2021. INSPQ.

Premier constat issu d'une des revues sélectionnées

- Sur 79 articles sélectionnés par Descatha *et al* :
 - Tous risques biologiques et toutes voies de transmission confondus
 - Majorité des articles publiés **après 2010** (pas de limitation de date)
 - ~ 50 % relatifs au **risque infectieux** uniquement
 - 57/79 (72 %) **concernent une exposition à des (bio)aérosols**
 - Biais SARS-CoV 2 ? **Non**

Safety and Health at Work 14 (2023) 347–357

Contents lists available at [ScienceDirect](#)



Safety and Health at Work

journal homepage: www.e-shaw.net



Review Article

A Systematized Overview of Published Reviews on Biological Hazards, Occupational Health, and Safety

Alexis Descatha ^{1,2,*}, Halim Hamzaoui ³, Jukka Takala ⁴, Anne Oppliger ⁵



Deuxième constat relatif à l'aéromicrobiologie

A.C. Tastassa et al.

Science of the Total Environment 912 (2024) 168478

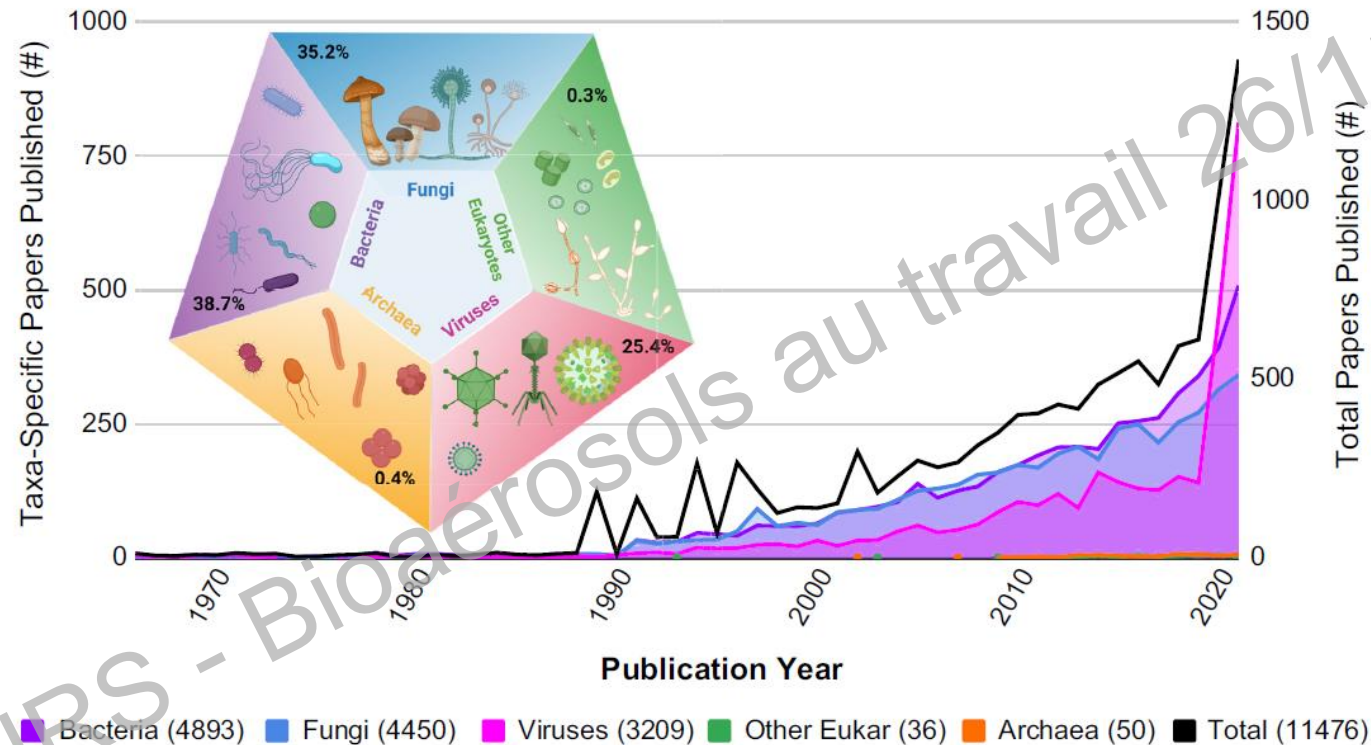


Fig. 3. Taxonomic groups in the atmosphere. The total and taxa-related yearly publications in the field of aeromicrobiology from 1965 to 2021. Search parameters are detailed in the citation network analysis section. The insert pentagonal illustration describes the percentage of studies per taxonomic group, and was created using BioRender.com.

Tastassa et al. 2024. Aeromicrobiology: A global review of the cycling and relationships of bioaerosols with the atmosphere. *Sci Total Environ.* 2024 Feb 20;912:168478.

Activités professionnelles générant des bioaérosols* (1)

• Réservoir humain

- Milieu de soins -> hors sujet pour cette présentation
- Secteur de la petite enfance : Virus (VRS, grippe...), bactéries (coqueluche...) (Abiteboul & Bayeux-Dunglas 2023)

• Réservoir animal/végétal ou produits d'origine animale ou végétale

- Élevage (volailles, bovins, porcins...) : Bactéries, champignons, endotoxines (Hu *et al.* 2017 ; Douglas *et al.* 2018 ; Seidel *et al.* 2023 ; Iqbal *et al.* 2024)
- Secteur vétérinaire : Bactéries (dont BMR) et virus (Dignard *et al.* 2019) Endotoxines, allergènes animaux... (Samadi *et al.* 2013)
- Production de fromages/de saucissons : Bactéries, endotoxines, champignons (Gehin *et al.* 2009 ; Simon & Duquette 2014 ; Bonnafé *et al.* 2014)
- Industrie fruits de mer : Allergènes divers, endotoxines (Bonlokke *et al.* 2019)
- Agriculture (foin, céréales...) : Bactéries, champignons, endotoxines (Caron & Vicens 2018)
- Productions à partir de matières végétales : Bactéries, champignons, endotoxines (Bulski, 2020)
- Culture de cannabis médical : Bactéries, champignons, endotoxines... (Davidson *et al.* 2018 ; Eidem *et al.* 2024)

*A partir des revues sélectionnées ; hors milieu de soins

Activités professionnelles générant des bioaérosols* (2)

• Réservoir environnemental

• Secteur des déchets/compostage

- Bactéries, champignons et endotoxines ([Pillai & Ricke 2002](#) ; [Kuijer et al. 2010](#) ; [Madsen et al 2021](#) ; [Nair 2021](#) ; [Yang et al. 2024](#))
- Bactéries, champignons (*Aspergillus*) et endotoxines ([Domingo & Nadal 2009](#) ; [Giusti 2009](#) ; [Wery 2014](#) ; [Pearson 2015](#))

• Stations d'épuration et eaux usées

- Bactéries (*Staphylococcus saprophyticus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella enteritidis*), champignons et endotoxines ([Burdsall et al. 2021](#), [Riesenberger 2024](#))
- Bactéries (*Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Campylobacter*, *Clostridium*...), champignons (*Aspergillus*, *Penicillium*...)... ([Korzeniewska 2011](#))

• Tours de refroidissement

- Légionnelles notamment ([Walser et al. 2014](#))

• Secteurs industriels utilisant des fluides de coupe

- Bactéries, champignons, endotoxines ([Trafny 2013](#) ; [INRS 2022](#))

*A partir des revues sélectionnées ; Hors milieu de soins

Bioaérosols : effets sur la santé

- Maladies infectieuses
- Maladies ORL et respiratoires d'origine allergique
- Effets toxiques
- Rôle dans la survenue de cancers ?
- Ces effets vont dépendre :
 - du type **d'agent biologique**
 - de sa **pathogénicité**
 - de l'**hôte**

Douwes 2003 ; Hauswirth & Sundry 2004 ; Walser *et al.* 2015 ; Kim *et al.* 2018

Bioaérosols et maladies infectieuses

- Agents biologiques responsables

- Bactéries, virus, champignons ([Shailaja et al. 2023](#))
- Exemples : légionellose ([Walser et al. 2014](#)), tuberculose ([Shalajai et al. 2013](#)), fièvre Q, ornithose-psittacose, anthrax ([Trafny et al. 2014](#)), grippe ([Mubareka et al. 2019](#)), aspergillose....

- Manifestations cliniques

- Broncho-pulmonaires (pneumopathies, bronchites...)
 - ORL (sinusites, rhinites, laryngites...)
 - D'autres tableaux cliniques, plus généraux sont possibles (rougeole, varicelle...)
- } **Le plus souvent**

- Facteurs influençant la transmission

- La source émettrice (dose émise et effet-dose)
- Durée de survie des agents biologiques, notamment dans l'air
- Circonstances d'exposition : proximité, durée et taille des particules
- L'état immunitaire de l'hôte

Maladies infectieuses en milieu professionnel

- Infections en milieu professionnel connues de longue date (observations, études épidémiologiques...)
- Constats issus de cette revue narrative
 - Pas d'éléments de preuve suffisants sur la question de l'effet-dose en milieu professionnel ([revue Iqbal et al. 2024](#))
 - Absence de VLEP -> proposition de valeurs guides pour les bactéries et les moisissures ([David et al. 2023](#))
 - Prise en compte du risque communautaire nécessaire
- Reconnaissance en maladie professionnelle pour certaines de ces pathologies : fièvre Q, tuberculose, ornithose-psittacose...

Bioaérosols et allergies en milieu professionnel

- Allergie = réaction de défense inappropriée de l'organisme à un allergène.
 - Nécessite sensibilisation (contact préalable)
 - Les effets varient d'un individu à l'autre et au cours du temps
- Agents biologiques responsables : champignons, certaines bactéries et leurs composants - endotoxines ([Bardana 2003](#), [Liebers 2008](#))
- Manifestations cliniques ORL et respiratoires
 - Rhinites, bronchites, bronchopneumopathies obstructives, asthme...
 - Poumon de fermier → pneumopathie d'hypersensibilité ([Paris, 2017](#))
- Nombreux secteurs concernés : déchets, compostage, élevage – volailles et porcs –, eaux usées... ([Prester 2011](#) ; [Wery 2014](#) ; [Shadab 2014](#) ; [Seidel 2023](#))
- Part du risque biologique ? Polyexpositions ?

Effets toxiques : exemple des endotoxines

- Endotoxines : composants de la membrane externe de la plupart des bactéries Gram –, libérées lors de leur croissance ou de leur destruction ([Loison et al. 2024](#))
- Effets de l'inhalation d'endotoxines : réaction inflammatoire intense de l'organisme
- Manifestations cliniques
 - Syndrome toxique des poussières organiques - Organic Dust Toxic Syndrom (ODTS) en cas d'exposition massive ([Paris 2014](#) ; [Caron & Le Bâcle 2018](#))
 - Syndrome pseudo-grippal avec signes apparaissant d'emblée
 - Guérison spontanée sans séquelles en quelques heures sans signe radiologique
 - Si expositions répétées : bronchites à répétition +/- syndrome asthmatiforme, fibrose bronchique, emphysème, bronchopathie chronique obstructive (BPCO)

Endotoxines en milieu professionnel

- Manifestations cliniques et paracliniques
 - Prévalence accrue des signes cliniques dans les milieux professionnels les plus exposés ([Donham et al. 1989](#) ; [Heederik et al. 1991](#) ; [Smit et al. 2005](#))
 - Aggravation d'une BPCO ou d'un asthme ([Farokhi et al. 2018](#))
 - Hyperréactivité bronchique non spécifique ou augmentation des taux de marqueurs de l'inflammation (sang ou liquide de lavage broncho-alvéolaire) entre le début et la fin du poste de travail ([Liebers et al. 2006](#) ; [2008](#) ; [Paris 2014](#) ; [Liebers et al. 2020](#))
 - Diminution du volume expiratoire maximal par seconde corrélée, dans certaines conditions, à la concentration d'endotoxines dans l'air ([Rylander & Haglind 1986](#) ; [Castellan et al. 1987](#))
- Pas de VLEP -> valeurs guides proposées par le réseau prévention en 2015 - *Mise à jour en cours*
- Nombreux secteurs professionnels concernés
 - Production de fromages, élevage, industries pêche - crabes, crevettes, poissons -, céréales, fleurs.... ([Revue Liebers et al. 2006](#) ; [2008](#) ; [2020](#))
 - Déchets ([Pillai 2002](#), [Madsen et al. 2021](#))

Limites de cette revue

- Narrative = non systématique
- Reflet du niveau de preuve des études incluses
- La majorité des études sont de grade C : niveau 3 ou 4 (HAS, 2013)

| Grade des recommandations | Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature |
|--|---|
| A Preuve scientifique établie | Niveau 1 <ul style="list-style-type: none">- essais comparatifs randomisés de forte puissance ;- méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ;- analyse de décision fondée sur des études bien menées. |
| B Présomption scientifique | Niveau 2 <ul style="list-style-type: none">- essais comparatifs randomisés de faible puissance ;- études comparatives non randomisées bien menées ;- études de cohortes. |
| C Faible niveau de preuve scientifique | Niveau 3 <ul style="list-style-type: none">- études cas-témoins. |
| | Niveau 4 <ul style="list-style-type: none">- études comparatives comportant des biais importants ;- études rétrospectives ;- séries de cas ;- études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale). |

Conclusion et perspectives

- Effets sur la santé associés à une exposition à des bioaérosols :
 - Descriptions cliniques et épidémiologiques
 - Études métrologiques : agents biologiques mis en évidence dans les aérosols de certains secteurs professionnels
 - Pas d'effet-dose décrit
- Des mesures de prévention sont nécessaires
- Intérêt de poursuivre les études :
 - Caractérisation des expositions
 - Effet-dose...
- Ne pas méconnaître la question des polyexpositions : agents biologiques et chimiques par exemple [\(Curtis et al. 2006\)](#)