

Petit-déjeuner des préventeurs « Ventilation - captage des polluants »

Visioconférence du jeudi 10 juin 2021

En partenariat avec :

Menu du petit-déjeuner

- Introduction
 - AST 25
 - Rappels généraux sur le risque chimique et la prévention
- La ventilation des espaces de travail
 - LPNS
 - Ventilation – recyclage – climatisation
- Le captage des polluants chimiques :
 - LPS
 - 9 principes de ventilation
 - Anomalies régulièrement constatées sur les réseaux
- Retours d'expérience d'entreprises :
 - STREIT : Mme FALLOT, Responsable HSE
 - DIFRA : M. BRENOT, Gérant
 - SIS : Mme BRAICHOTTE, Responsable HSE
- Mot de la fin
- Temps pour les questions / remarques / échanges libres

INTRODUCTION

Emmanuelle HUOT-MARCHAND, Assistante Technique Santé Travail

Présentation générale du service

6200 entreprises suivies
soit 65 000 salariés



Tous secteurs
en dehors de :
BTP, agriculture et
fonction publique
(sauf exceptions)



PÔLE MÉDICAL

PÔLE PRÉVENTION

FONCTIONS SUPPORTS

Introduction

Que ce soit à la maison ou en entreprise, les produits chimiques sont **très présents** dans notre vie quotidienne.

On peut les trouver dans des **réipients avec une étiquette et des pictogrammes** ou **dans l'atmosphère sous forme de gaz, de poussières...**



En milieu professionnel, tous ces composés prennent le nom d'**Agents Chimiques Dangereux (ACD)**. Certains sont même **CMR** (cancérogènes-mutagènes-reprotoxiques).



Quelques chiffres en France

D'après l'enquête SUMER*



Dans l'industrie,
1 salarié sur 2
est exposé



1 salarié sur 3
est exposé à au moins
1 produit chimique
pendant son travail



1 salarié sur 10
est exposé à des agents
cancérogènes
Soit 2.2 millions de salariés



Pourquoi avoir choisi cette thématique ?

- Inhalation = mode d'exposition professionnelle **le plus fréquent** aux produits chimiques
- Focalisation sur les **particules inhalables** : poussières, fumées, gaz, vapeurs, aérosols (chimiques ou biologiques)
- Ces polluants peuvent être émis :
 - Lors d'**activités** générant des polluants
 - **Activités tertiaires** du fait des **matériaux des locaux** ou suite au **nettoyage des locaux** : murs (peinture, colle), sols (colle, amiante), mobiliers (COV, formaldéhyde), faux-plafonds (poussières, amiante...) => qualité d'air intérieur (QAI)

Principes de prévention du risque chimique

SUPPRESSION/SUBSTITUTION

PROCÉDÉ EN VASE CLOS

ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION COLLECTIVE

MESURES ORGANISATIONNELLES

ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE*

* L'efficacité de la mesure dépend de plusieurs paramètres: adaptation au risque, adaptation au travail, implication de l'encadrement et des utilisateurs...

Efficacité de la mesure

Risque résiduel



LA VENTILATION DES ESPACES DE TRAVAIL

Dr Franceline RICHARD-THIEBAUT, Médecin du Travail

Notions de ventilation

Ventilation des locaux de travail :

- Permet de **maintenir un air intérieur sain** par **apport d'air neuf** et **extraction d'air « vicié »** (*air vicié : polluants chimiques, odeurs, humidité, température*)

Règlementairement, 2 types de locaux :

- **Locaux à pollution non spécifique** « LPNS »
(sans polluant généré du fait de l'activité)
- **Locaux à pollution spécifique** « LPS »
(avec des polluants chimiques, biologiques, dérivés de combustion, poudres/poussières...)





CAS DES LOCAUX À POLLUTION NON SPÉCIFIQUE (LPNS)

Focus sur les LPNS

- Locaux dont la pollution est **liée à la seule présence humaine** (hors locaux sanitaires) :
 - Activités tertiaires, dont :
 - Bureaux
 - Commerces
 - Salles de restaurant
 - Développement – programmation informatique
 - ...
 - Certains ateliers industriels (où ne sont pas manipulés/émis des produits chimiques) : contrôle, montage, DAO...

Ventilation dans les LPNS

Pour ventiler les locaux, 2 cas de figure :

- Ventilation dite naturelle :
 - L'espace dispose **d'ouvrants (= fenêtres) donnant directement sur l'extérieur**. Les dispositifs d'ouverture (poignées) doivent être accessibles aux occupants à tout moment.
 - Au minimum : **volume disponible de 15m³ par occupant** pour un travail physique léger (environ 6 m²). Sinon **24m³**.
Si impossible de respecter les volumes par occupant : ventilation mécanique.
 - Pour les locaux occupés de façon épisodique, tolérance pour procéder à un balayage (passage d'air d'un local aéré à un local n'ayant pas d'ouvrants directs vers l'extérieur).
- Ventilation mécanique (ex : « VMC simple ou double flux ») :
 - Systèmes mécanisés permettant d'**apporter de l'air neuf en permanence**.

Ventilation mécanique

Point central = débit d'air neuf à introduire dans un local occupé :

débit minimal

d'air neuf

par occupant

= air provenant
de l'extérieur

à multiplier par le nombre
de personnes présentes

Le débit varie en fonction de l'activité de travail :

Désignation des locaux	Exemples d'activité	Débit minimal d'air neuf par occupant (en mètres cubes par heure)
Bureaux, locaux sans travail physique	Travail assis de type: écriture, frappe sur ordinateur, dessin, couture, comptabilité	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	Travail assis ou debout de type: assemblage ou tirage de matériaux légers, perçement ou fraisage de petites pièces, bobinage, usinage avec outil de faible puissance, déplacement occasionnel	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger + Locaux RT2012		45
Autres ateliers et locaux	Travail soutenu Travail intense	60

Notion de recyclage d'air (1)

Certaines installations de ventilation mécanique « recyclent » une partie de l'air extrait (potentiellement vicié).

C'est-à-dire que de **l'air extrait est reconditionné** (dont **filtration**, dans une centrale de traitement d'air « CTA ») puis **mélangé à de l'air neuf**, le tout est **réintroduit dans les locaux de travail**.

Cela permet, notamment, de limiter les coûts énergétiques (chauffage / climatisation).

En cas de panne du système d'épuration ou de filtration, le recyclage doit être arrêté.

Notion de recyclage de l'air (2)

La part d'air recyclé est variable d'une installation à une autre et peut souvent être ajustée (consulter l'installateur ou la maintenance).

Cette part d'air recyclé ne peut être prise en compte dans le débit d'air neuf introduit dans les locaux.

NB : il est interdit d'envoyer l'air pollué d'un LPS dans un LPNS (même après traitement).

- **Climatisation**

- Soit assurée par la ventilation mécanique (cf. cas précédent)
- Soit assurée par des blocs individuels (splits, cassettes, climatisations mobiles...) => **recyclage 100%** (absence d'apport d'air neuf)



Impact de la température sur la toxicité des solvants

- L'augmentation de la température augmente la volatilité de certains polluants, en particulier les solvants.
- L'augmentation de la température accroît :
 - la fréquence respiratoire et la pénétration d'air dans les poumons,
 - les concentrations de solvants dans le sang donc leurs effets toxiques.
- Donc en agissant sur la chaleur, on diminue le risque chimique :
 - Physiologiquement par diminution de l'activité respiratoire
 - Physiquement par diminution de la vitesse d'évaporation des solvants
 - Et, si apport d'air neuf permanent, par diminution de la concentration atmosphérique.

LE CAPTAGE DES POLLUANTS

Thierry LENOIR, Technicien en métrologie

Exemples de polluants fréquemment rencontrés

Fumées

Echappements de moteur
Soudage
Plasturgie (purge)
Combustion – cuisson

Vapeurs - Gaz

COV / solvants (peintures, encres, colles, nettoyants...)
Procédés UV (ozone)
Procédés de fumigation

Aérosols

Fluides de coupe
Traitement électrolytique
Bombes spray aérosol

Poussières

Usinage à sec
Polissage, ponçage, sablage
Bois
Cuir
Bâtiment
Poudres alimentaires



CAS DES LOCAUX À POLLUTION SPÉCIFIQUE (LPS)



Pour les « LPS »

Principe central :

- **Extraire les polluants chimiques par aspiration** au fur et à mesure de leur émission
 - **Compenser l'air extrait par apport d'air neuf** (en évitant autant que possible le « recyclage » d'air)
 - Cela permet de :
 - Limiter la propagation des polluants dans les ateliers
 - Maintenir un air sain (respectant les VLEP*)
 - Les débits mis en œuvre sont généralement bien supérieurs à ceux des LPNS mais, le cas échéant, ne peuvent pas être inférieurs (*cf. tableau diapositive n° 14*)
- **9 principes de ventilation** (*cf. [court métrage INRS](#)*)

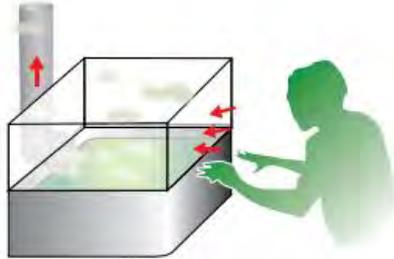


*VLEP = Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Rappels des 9 principes de ventilation

→ PRINCIPE 1

Envelopper au maximum la zone de production du polluant



→ PRINCIPE 2

Capter au plus près de la source d'émission du polluant

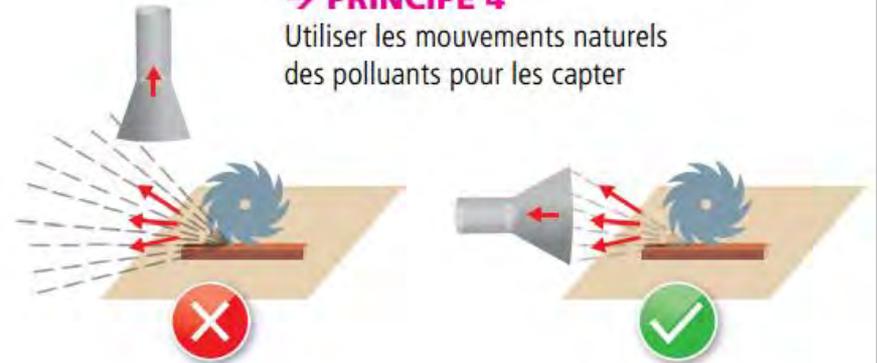


Cf. lettre n°18 d'AST 25,
novembre 2015



→ PRINCIPE 4

Utiliser les mouvements naturels des polluants pour les capter



→ PRINCIPE 3

Placer le dispositif d'aspiration de telle sorte que l'opérateur ne se trouve pas dans le flux de polluants



Rappels des 9 principes de ventilation

→ **PRINCIPE 5**
Induire une vitesse d'air suffisante au point d'émission

→ **PRINCIPE 6**
Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage

→ **PRINCIPE 8**
Éviter les courants d'air

Présence de courant d'air
 $V = 0,5 \text{ m/s}$

Efficacité de captage < 50%

Pas de courant d'air
 $V = 0 \text{ m/s}$

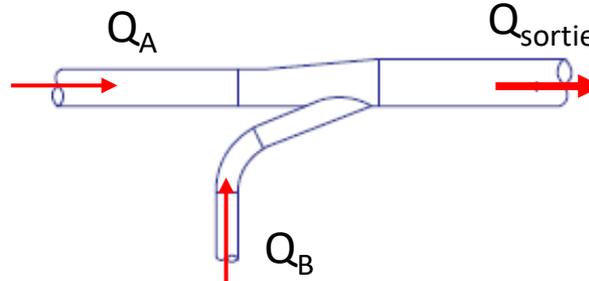
Efficacité de captage > 95%

→ **PRINCIPE 7**
Compenser les sorties d'air par des entrées d'air équivalentes

→ **PRINCIPE 9**
Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf (après traitement)

Quelques notions à connaître

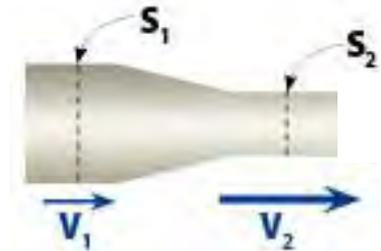
- Dans un réseau d'aspiration, « **l'air prend le chemin le plus court et le moins encombré** »



- Conservation du débit :

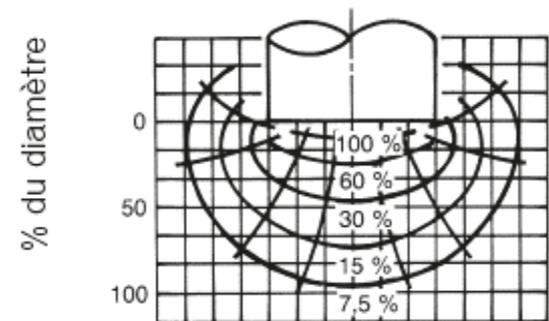
$$Q_A + Q_B = Q_{sortie}$$

- Débit = Vitesse x Section ouverte = $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$



- Débit réel \lll Débit théorique du moteur
notamment du fait des **pertes de charge** du réseau

- Un tuyau d'aspiration a perdu plus de 90%
de sa vitesse à une distance d'1 diamètre



Vitesses de référence pour les aspirations

EXEMPLES DE VALEURS MINIMALES DES VITESSES DE CAPTAGE
À METTRE EN JEU **AU POINT D'ÉMISSION** (D'APRÈS [6, 8])

Conditions de dispersion du polluant	Exemples	Vitesse de captage (m/s)
Émission sans vitesse initiale en air calme	<ul style="list-style-type: none">• Évaporation de réservoirs• Dégraissage	0,25-0,5
Émission à faible vitesse en air modérément calme	<ul style="list-style-type: none">• Remplissage intermittent de fûts• Soudage• Brasage à l'argent• Décapage• Traitements de surface	0,5-1,0
Génération active en zone agitée	<ul style="list-style-type: none">• Remplissage de fûts en continu• Ensachage de sable pulvérisé• Métallisation (toxicité faible)• Perçage de panneaux en amiante-ciment	1,0-2,5
Émission à grande vitesse initiale dans une zone à mouvement d'air très rapide	<ul style="list-style-type: none">• Meulage• Décapage à l'abrasif• Machine à surfacer le granit	2,5-10

Sauf pour les CMR :
 $V > 0,5\text{m/s}$

D'après « Principes généraux de ventilation », ED 695 (INRS, 2015)

Vitesses de transport

GAMME DES VALEURS MINIMALES DES VITESSES DE TRANSPORT D'AIR POLLUÉ DANS LES CANALISATIONS [6]

Exemples de polluants		Vitesse minimale (m/s)
Fumées	Fumées d'oxydes de zinc et d'aluminium	7 à 10
Poussières très fines et légères	Peluches très fines de coton	10 à 13
Poussières sèches et poudres	Poussières fines de caoutchouc, de moulage de bakélite; peluches de jute; poussières de coton, de savon	13 à 18
Poussières industrielles moyennes	Abrasif de ponçage à sec; poussières de meulage; poussières de jute, de granit; coupage de briques, poussières d'argile, de calcaire	18 à 20
Poussières lourdes	Poussières de tonneaux de désablage ou de décochage, de sablage, d'alésage de fonte	20 à 23
Poussières lourdes ou humides	Poussières de ciment humide, de découpe de tuyaux en fibres-ciment, chaux vive	> 23 ou transport pneumatique humide

**Objectif : éviter dépôt et sédimentation
et donc colmatage**

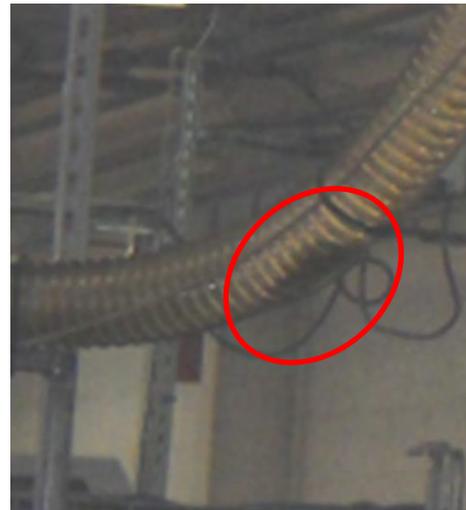
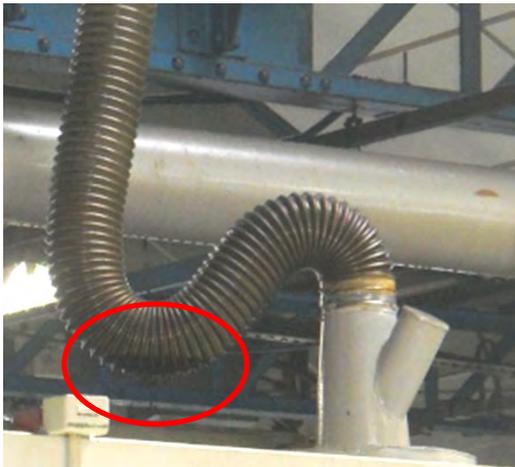
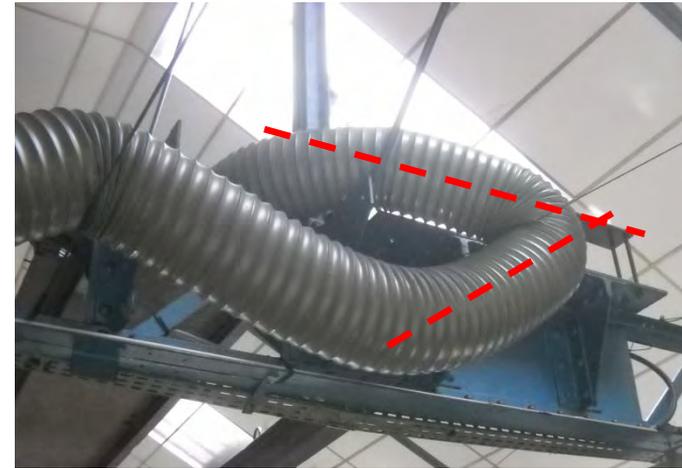
D'après « Principes généraux de
ventilation », ED 695 (INRS, 2015)

ANOMALIES RÉGULIÈREMENT CONSTATÉES SUR LES RÉSEAUX DE CAPTAGE

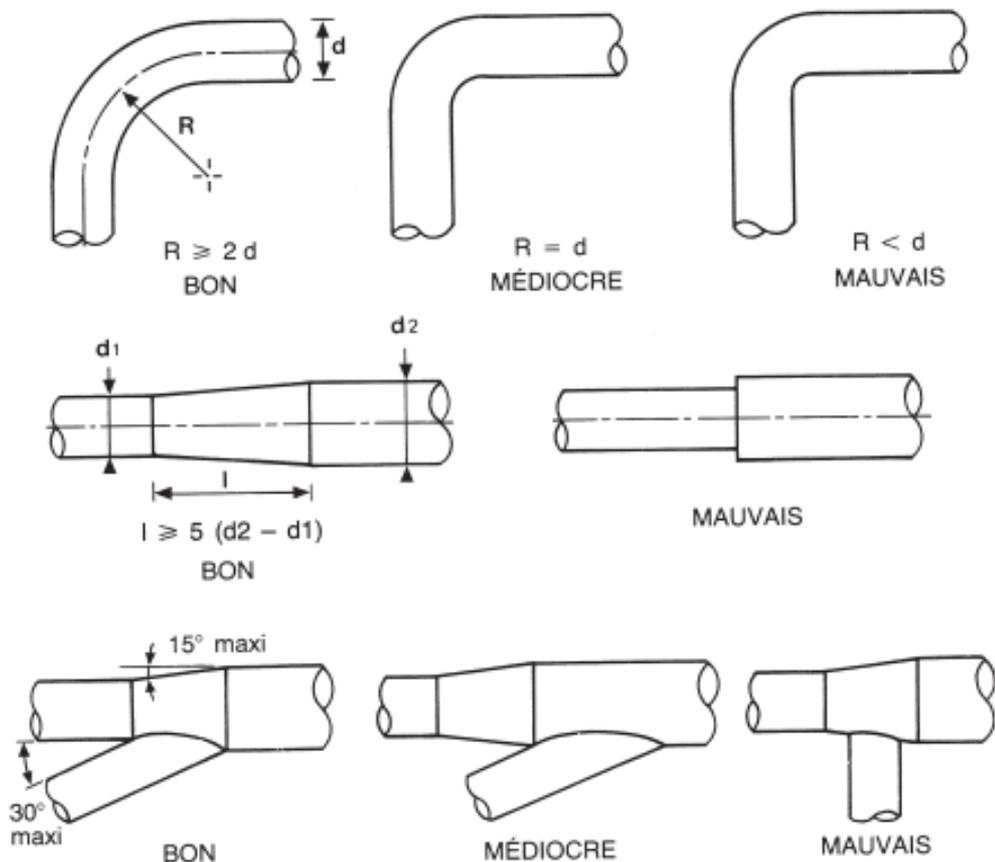
Etienne BICHON, Toxicologue – Prévention du risque chimique

Problèmes sur le réseau de transport des polluants

- Longueurs importantes de gaines annelées
- Réductions brutales de diamètre
- Coudes importants (angles aigus <math>< 90^\circ</math>)
- « S » ou « T »
- Rétention de liquide



Règles de conception des réseaux d'aspiration



X 7

Matériau constitutif de la gaine (diamètre 400 mm, débit 1 m³/s)	Perte de charge (Pa/m)
Matière plastique	1,46
Acier galvanisé	1,60
Béton ordinaire	2,33
Béton grossier, briques	3,28
Gaine souple annelée	10,15

D'après « Principes généraux de ventilation », ED 695 (INRS, 2015)

Problèmes d'étanchéité

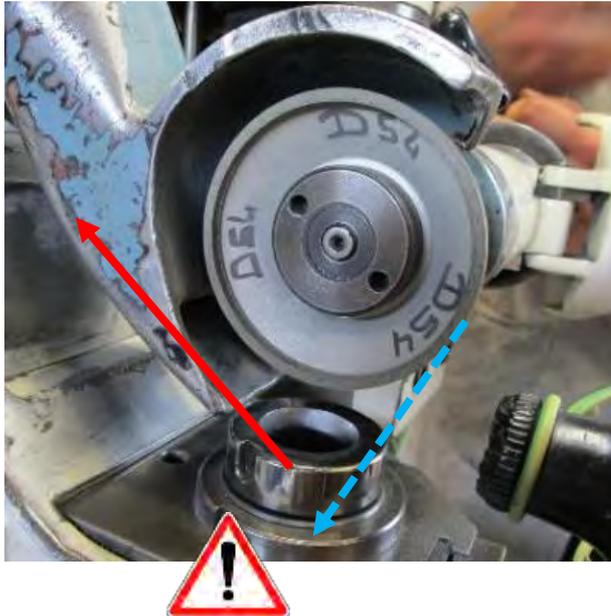


Raccordement mal fixé
Effet des vibrations ?

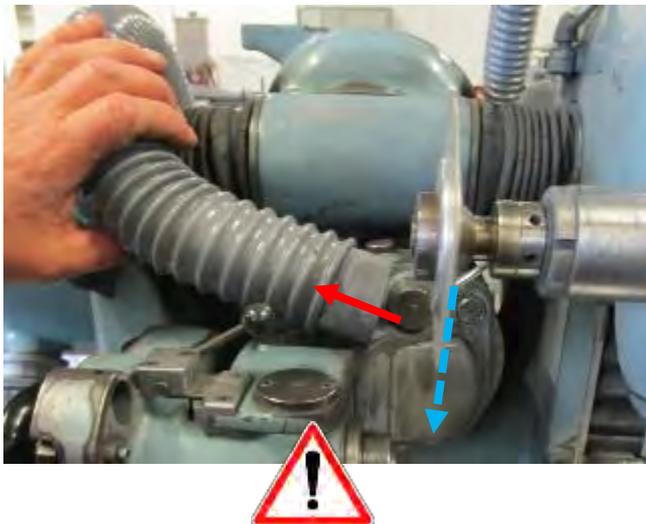


Canalisation percée,
effets de l'abrasion ?

Problèmes d'orientation des capteurs

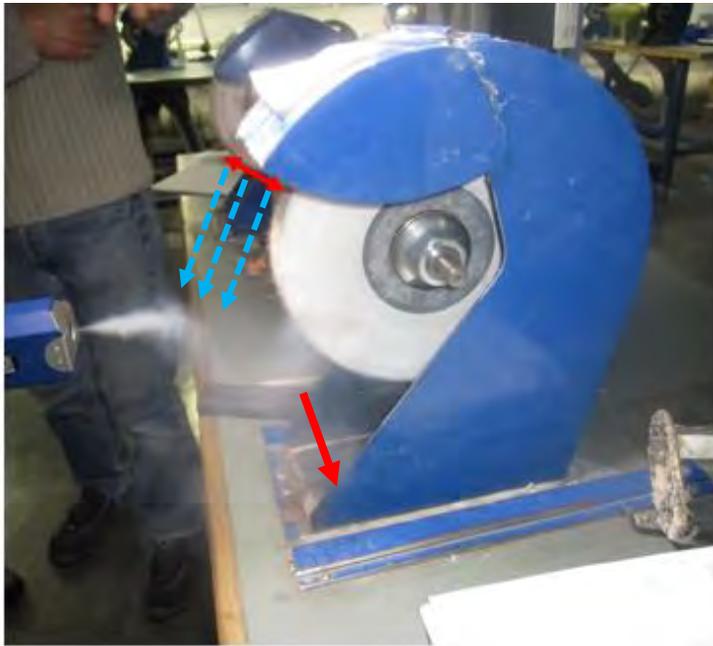


Les émissions sont projetées selon la **tangente du point de contact** entre la pièce usinée et l'outil



Poste de polissage : mauvais ajustement du carter

Casquette du poste de polissage
pas suffisamment abaissée
(vitesse de captage identique)



Poste de polissage

Poste n°1

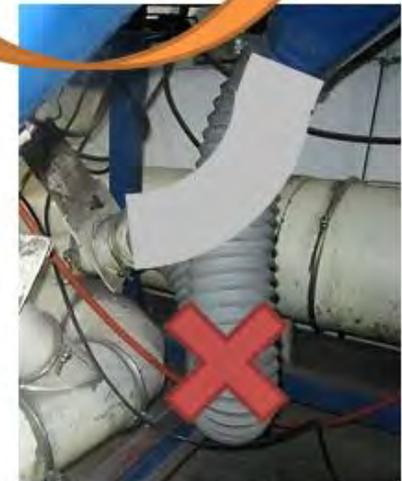
4,9 m/s

Poste n°2

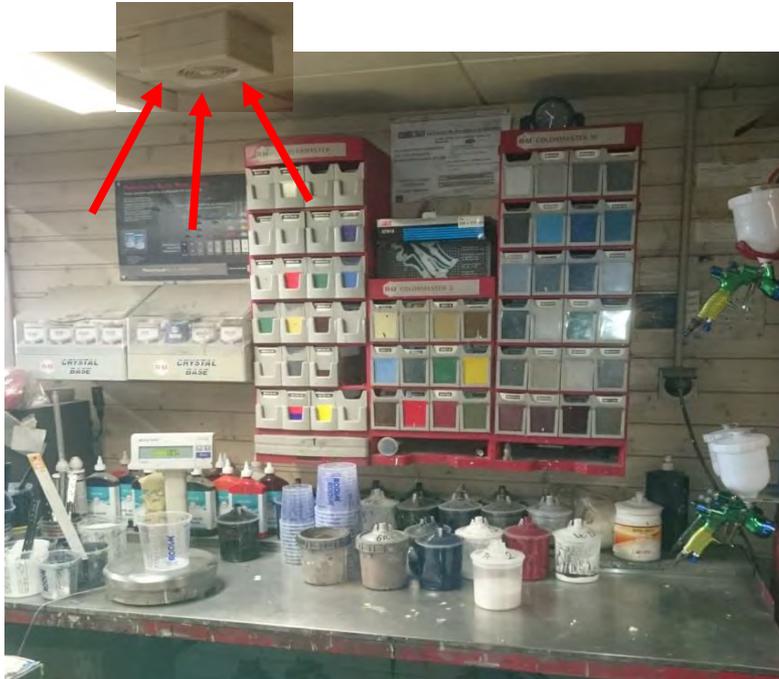
6,4 m/s



Un poste est défavorisé par rapport à l'autre (réseau moins favorable)



Poste de préparation « peintures »

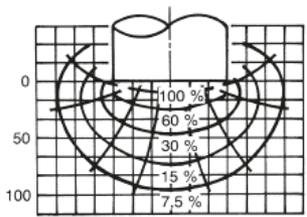


→ PRINCIPE 3

Placer le dispositif d'aspiration de telle sorte que l'opérateur ne se trouve pas dans le flux de polluants



% du diamètre



Capture extrêmement éloigné des points d'émission

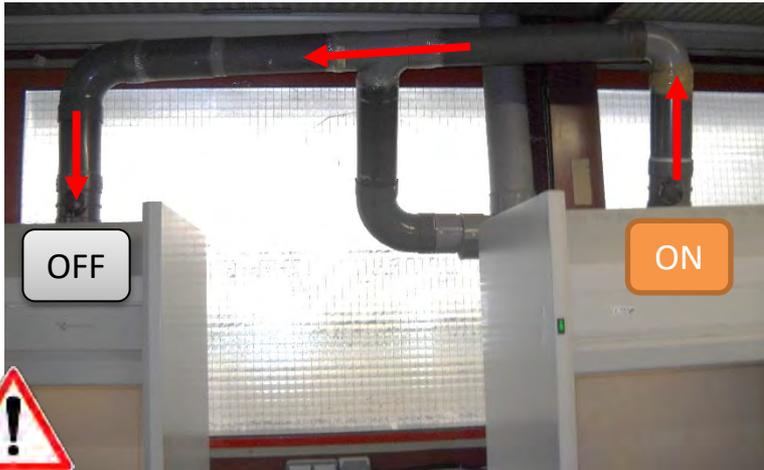


Cabines aspirantes

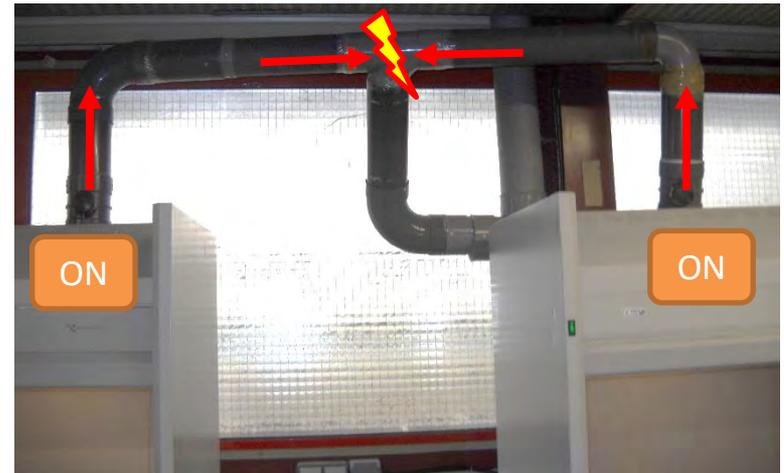


2 cabines aspirantes (hottes)
refoulant dans le même réseau

Flux en opposition : efficacité
quasiment nulle sur les 2 cabines



Court-circuit : refoulement
dans cabine voisine



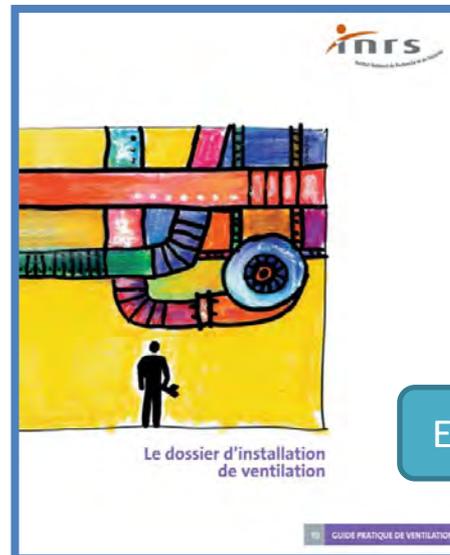
Autres anomalies fréquemment rencontrées

Problème identifié	Origines	Comment le déceler ?
Moteur du ventilateur tournant à l'envers	Mauvais raccordement électrique	Bruit anormal Aspiration très inférieure au débit théorique
Dérive des performances de l'installation	Gaines / filtres encrassés ou bouchés (chiffons ?) Absence d'entretien, de suivi Ajouts de piquage de captage sans étude préalable	Maintenance préventive (contrôles réguliers / relevés des performances) Capteurs de défaut temps réel Intervention d'un spécialiste pour diagnostic avant modification de l'existant
Courants d'air au niveau des points de captage	Fenêtres ouvertes à proximité Zone de passage fréquent Présence de ventilateurs...	Fumigènes Capotage/défecteur provisoire (utilisation de carton)
Registres (clapets) ouverts en permanence (poste inutilisé)	Salarié pas ou peu informé de l'impact Registre HS, difficile d'accès, peu pratique	Passage sur les postes Vérification des asservissements



En résumé

- **Anomalies souvent détectées à l'œil nu** ou à l'aide de **fumigènes**.
- Dans quelques cas : nécessité d'utiliser un **anémomètre**.
- Intérêt de disposer du **dossier d'installation de ventilation** pour avoir le **descriptif de l'installation initiale**, les **vitesse de référence**, la **maintenance préventive** associée à l'équipement.



ED6008 de l'INRS

RETOURS D'EXPÉRIENCE

Mme Caroline FALLOT, Responsable HSE – STREIT

M. Emilien BRENOT, Gérant – Difra Comtoise de Mécanique

Mme Julie BRAICHOTTE, Responsable HSE - SIS

Synthèse

- Ventiler des lieux de travail :
 - Améliorer la QAI mais aussi éviter les problématiques d'épidémies, de syndrome de bâtiment malsain (« SBM »).
- Efficacité des réseaux de captage des polluants : anomalies souvent décelables à l'œil nu ou avec du matériel simple.
 - Intérêt d'avoir une compétence interne (formation INRS : *évaluer l'efficacité des systèmes de ventilation et participer à leur conception*).
- Projet d'installation pour capter les polluants :
 - Etablir un cahier des charges précis avec performances attendues et prise en compte des contraintes (bruit, vibrations, postures, consommation énergétique, maintenance, suivi des performances).
 - Possibilité d'associer la CARSAT et d'utiliser le [Réseau Car-In-Vent](#)
 - Dossier d'installation de ventilation livré par l'installateur

QUESTIONS - ECHANGES

Temps d'échanges

