



2016  
2020

**Plan régional  
santé au travail**  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



# AÉRAULIQUE DES CHANTIERS SOUS CONFINEMENT ED 6307

G R O U P E   R É G I O N A L   I N T E R - I N S T I T U T I O N N E L   A M I A N T E



## Objectifs :

### Garantir et maîtriser :

- un renouvellement en air neuf des zones élémentaires,
  - une répartition homogène de l'air neuf ,
- une valeur minimale de 10 pascals par rapport à l'extérieur,
- Les débits d'air entrant par les entrées d'air et les installations de décontamination,
  - la fonction « secours » du système d'extraction ,
    - une mise en œuvre concrète sur chantier.



**Abaisser la concentration en zone et éviter une dispersion en dehors de la zone**

## Mise à jour de l' ED 6307 :

### Tenir compte des évolutions réglementaires :

- Taux de renouvellement (fonction du niveau d'empoussièrement, SAS)
  - Valeur de dépression minimum à maintenir de 10 pascals
    - Vitesse d'air (SAS)

### Tenir compte des évolutions techniques et retours d'expérience :

- EACM (Entrée d'Air de Compensation Maitrisée)
  - SAS Matériel et Personnel
  - Rejets extérieurs hors « zone humaine »

### Les principales modifications :

- Intégration de la valeur réglementaire de dépression en sus de celle choisie
- Calcul en 2 temps pour assurer le taux de renouvellement y compris à 10Pa
  - Utilisation « renforcée » des abaques
- Ajout de fiches techniques et donc nécessité de connaître les caractéristiques techniques des matériels : (concepteurs et fabricants)
  - Favorise les mesurages de dépression pour les contrôles

## Mise à jour de l' ED 6307 :

### PHASE 1

- Relevé de l'existant
- Délimitation de la zone de confinement
- Choix de l'emplacement des équipements de ventilation

Étapes 1 à 3

### PHASE 2

- Détermination du débit d'air neuf pour un taux de renouvellement et une dépression souhaités

Étapes 4 à 13

### PHASE 3

- Choix des extracteurs
- Choix des organes de réglage

Étapes 14 et 15

### PHASE 4

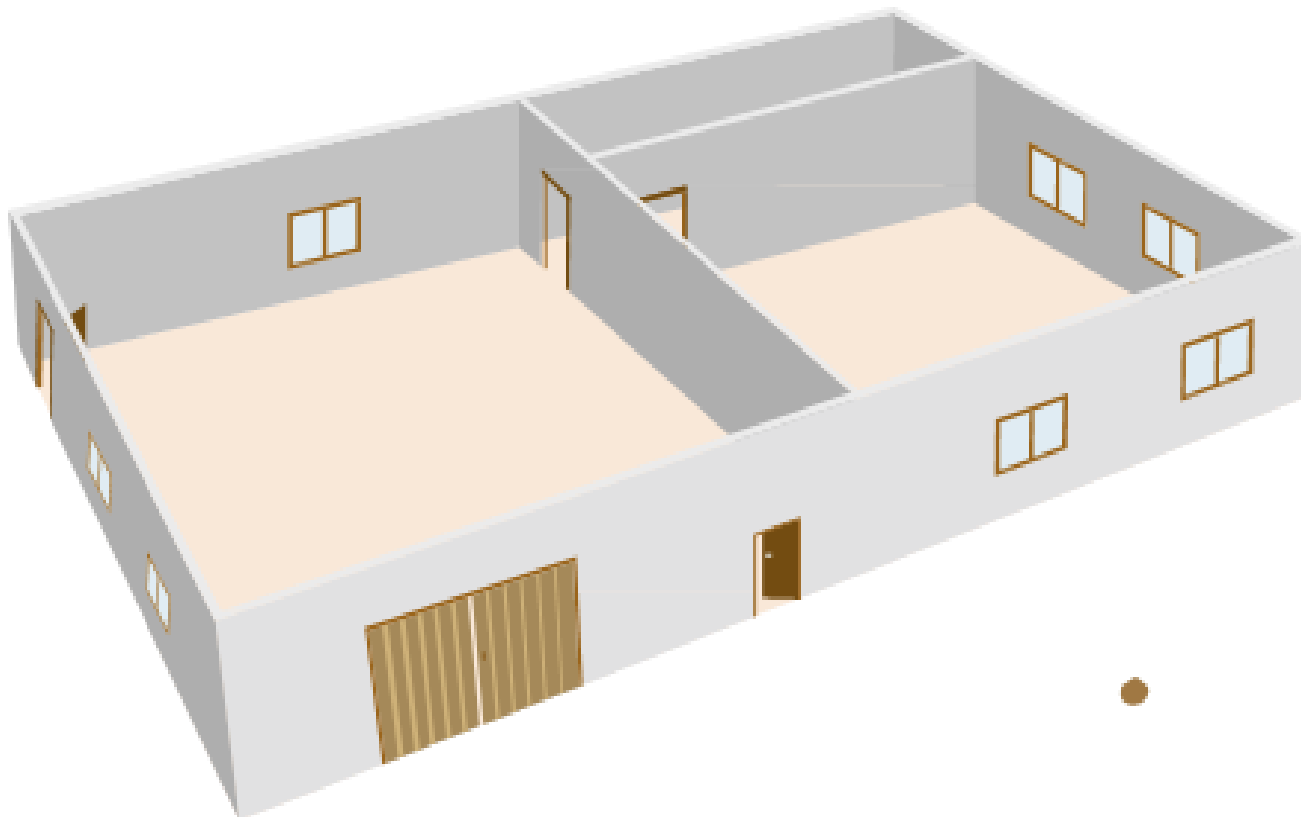
- Consignation dans un seul document :  
**Bilan aéraulique prévisionnel**

Étape 16

### Exécution du chantier :

- **Vérifier avant le démarrage** la cohérence et l'efficacité (matériel, implantation , valeurs )
- **Maintien dans le temps** de l'efficacité au cours des travaux

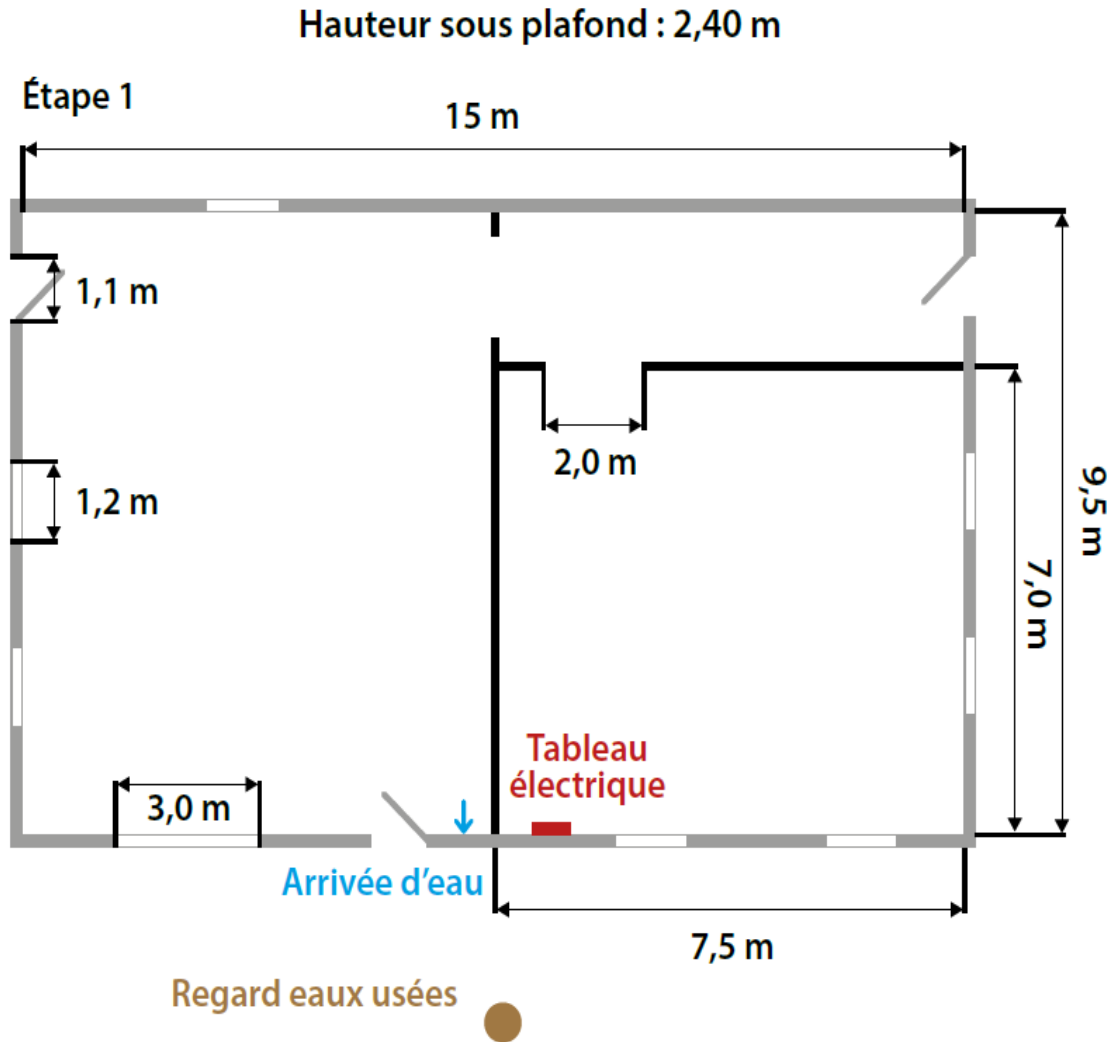
## Illustration par un exemple



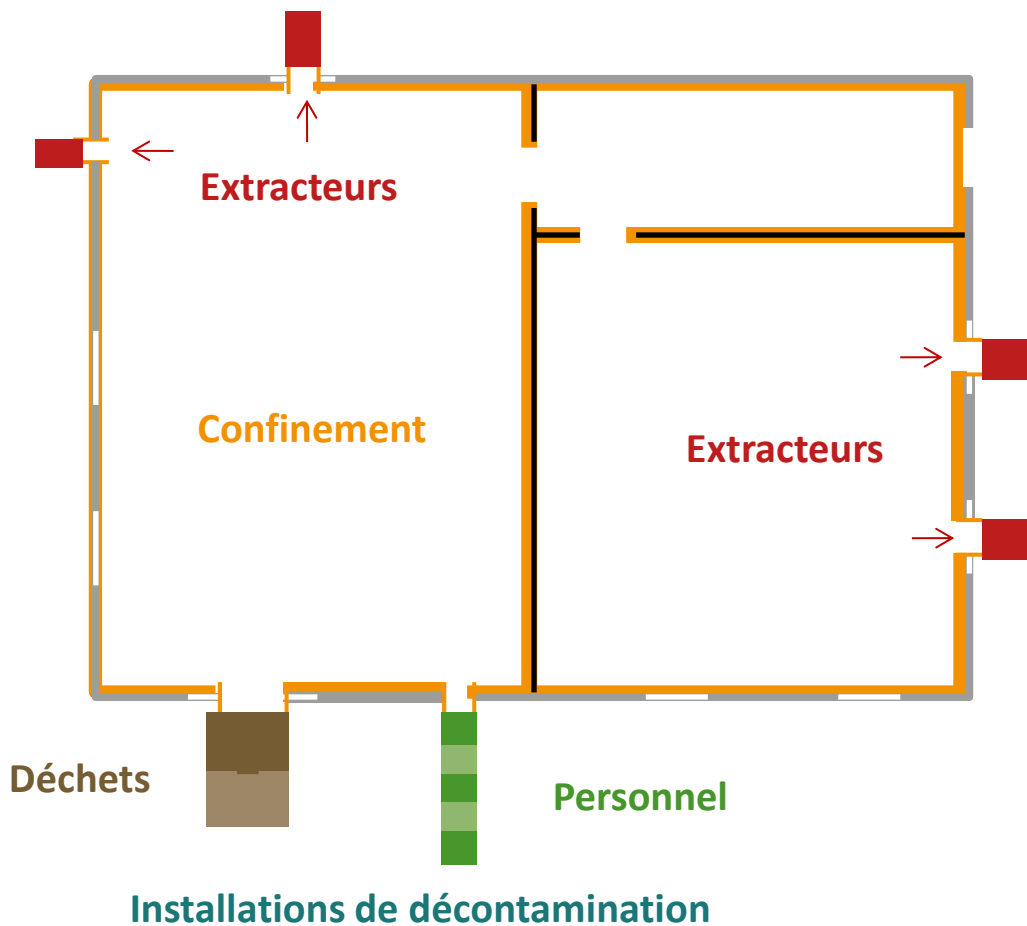
**Opération de retrait de dalles de sol par burinage avec sédimentation  
en continue uniquement**

**Niveau 2 (3338 f/l)**

## Etape 1 : Etablir un plan

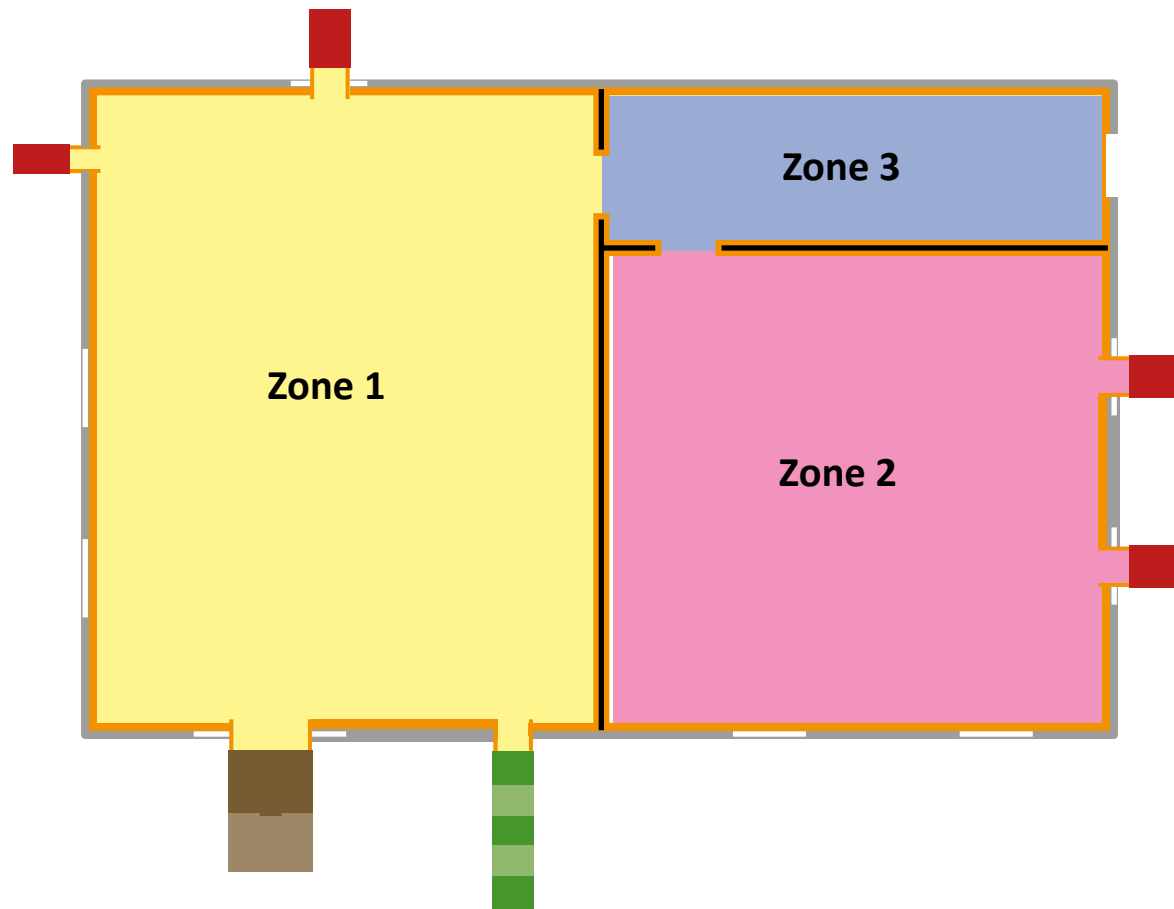


## Etape 2 : Délimiter la zone à confiner. Positionner les installations de décontamination et les extracteurs



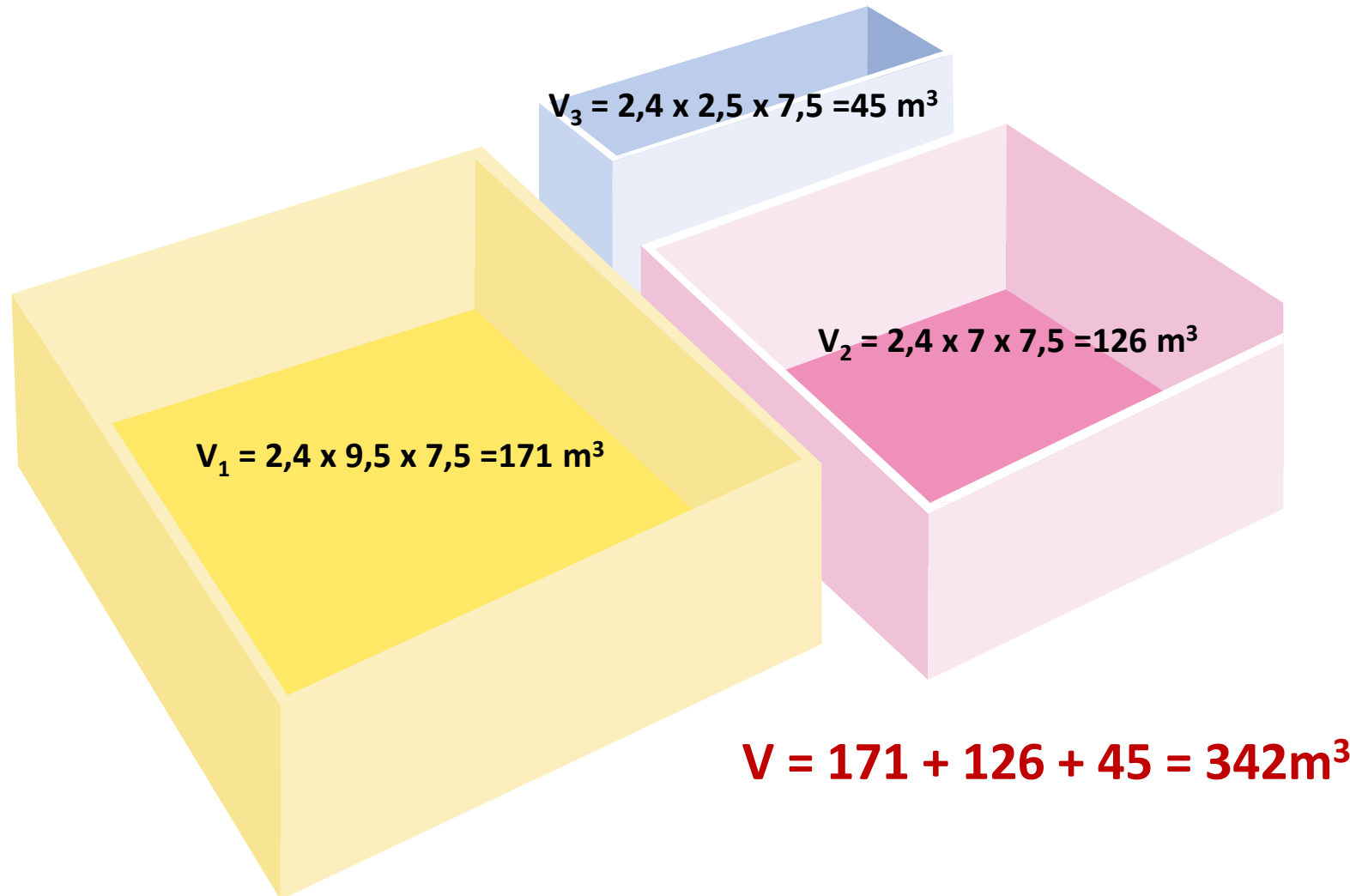
- Délimiter la zone à confiner
- Positionner les installations de décontamination
- Positionner les extracteurs

## Etape 3 : Diviser la zone confinée en zones élémentaires





## Etape 4 : Calculer le volume de chaque zone élémentaire et en déduire le volume total



Etape 5 : Choisir la valeur de dépression à maintenir en permanence  
et  
choisir l'emplacement du point de mesure

Minimum réglementaire = 10 Pa

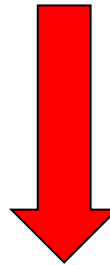
Bonne pratique = 20 Pa

Point de mesure :



### Etape 6 : Choisir le taux minimal de renouvellement en air neuf à garantir

Processus à 3338 f/l



Taux de renouvellement minimum de

**15 Vol/h à 10 Pa**



	Taux réglementaire	Taux recommandé par l'INRS et/ou la DGT
Entre 100 et 3 300 f/l	6	6
Entre 3 300 et 6 000 f/l	6	15
Entre 6 000 et 10 000 f/l	10	20
Entre 10 000 et 25 000 f/l	10	20 voire plus

## Etape 7 : Déterminer les apports d'air neuf entrant par les installations de décontamination pour les valeurs de dépressions fixées à l'étape 5

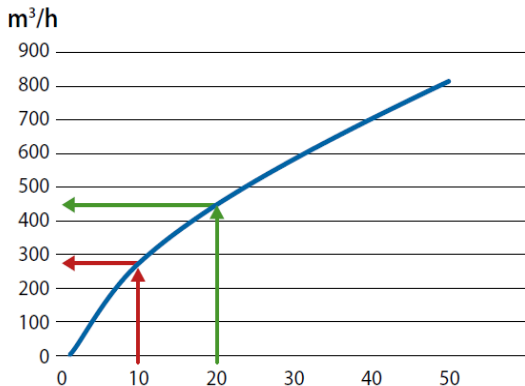
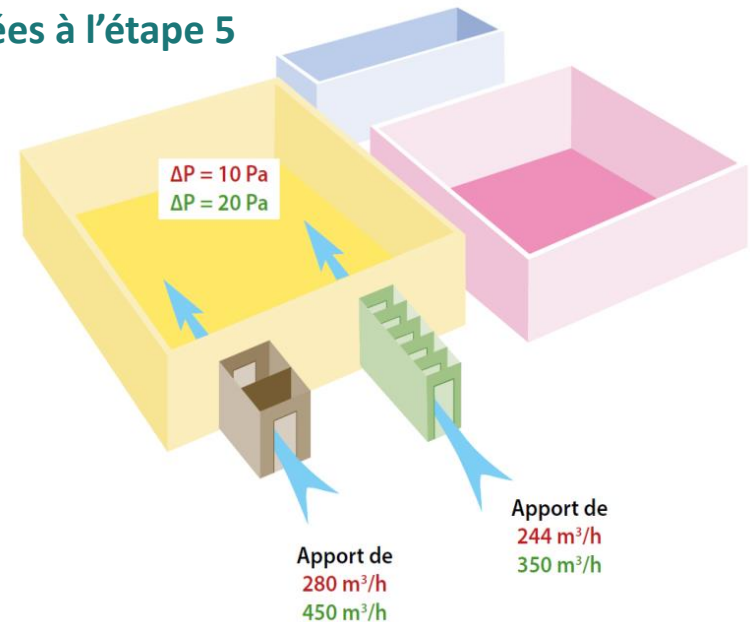
Connaissance des caractéristiques aérauliques des installations de décontamination du personnel et des déchets



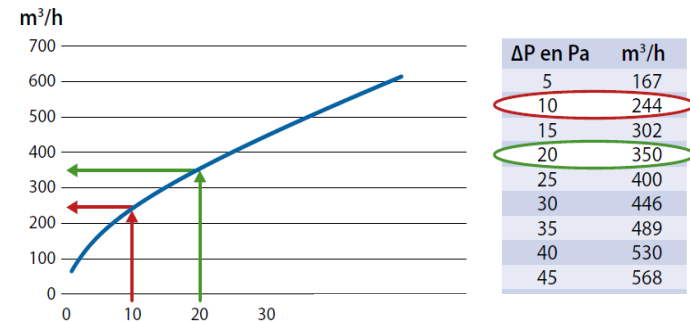
Abaques du fabricants



Retour d'expérience de l'entreprise



Déchets



Personnel

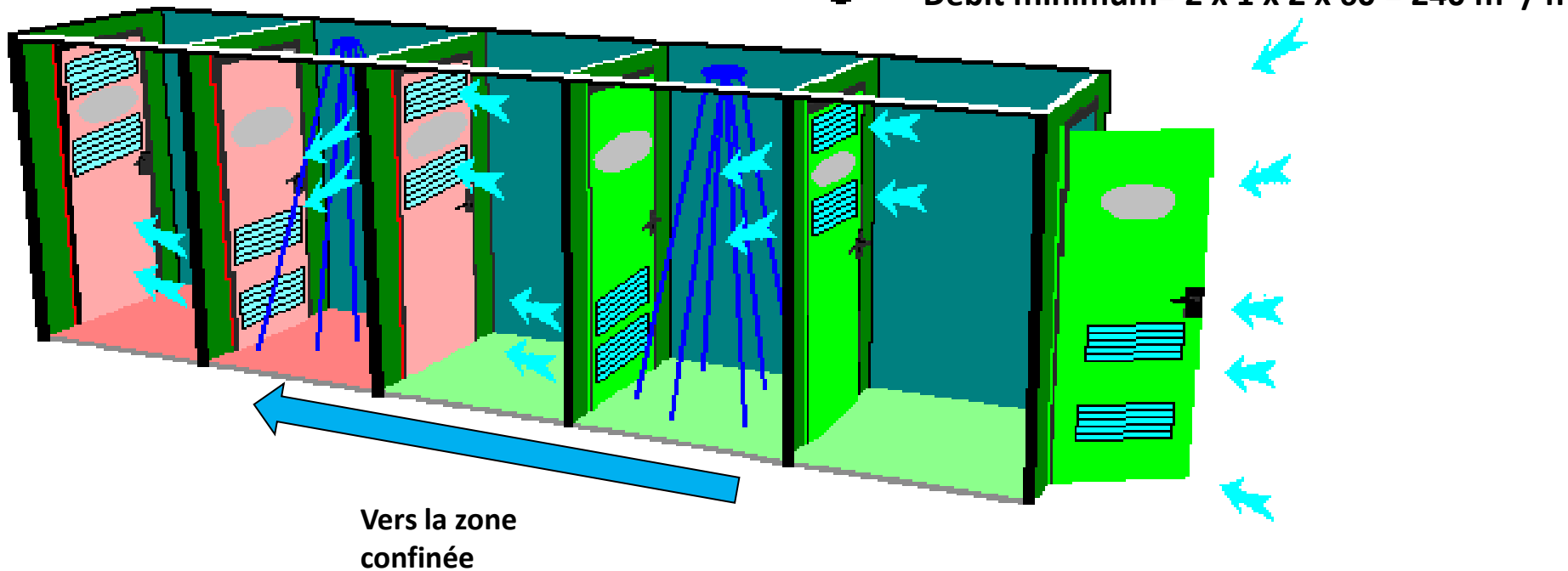
## Point de vigilance : SAS Personnel

244 m<sup>3</sup>/h à 10Pa

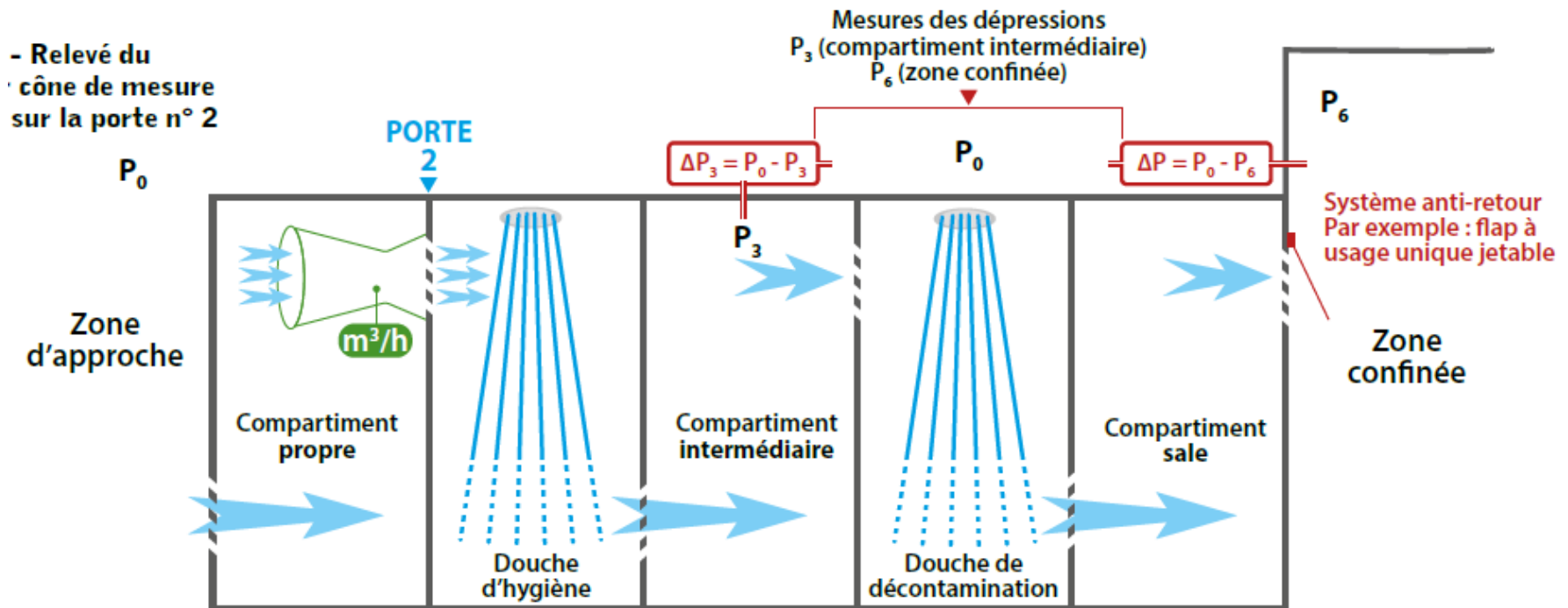
Porte n° 2

V<sub>volume douche d'hygiène</sub> = 2 x 1 x 1 = 2 m<sup>3</sup>

Débit minimum = 2 x 1 x 2 x 60 = 240 m<sup>3</sup> / h



## Point de vigilance : SAS Personnel

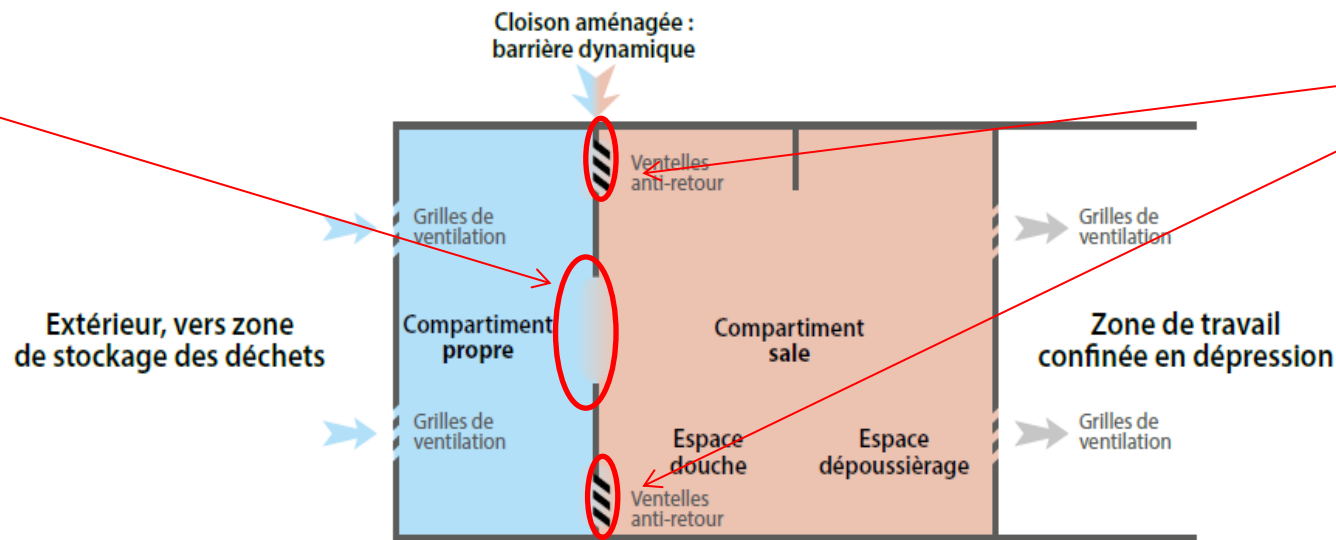


Vers la zone confinée

### Point de vigilance : SAS Déchets

**0,5 m/s à 10 Pa sur**

- La section ouverte entre le compartiment sale et le compartiment propre y compris pendant la sortie des déchets
- Sur chaque grille d'aération, lorsqu'il n'est pas utilisé



## Point de vigilance : SAS Déchets



CAS n°1 sortie des déchets et équipements **uniquement** par le trou dans la porte

=> Débit minimum = **468m<sup>3</sup>/h**

**$\Delta p = 10 \text{ Pa}$**



CAS n°2 sortie des déchets et équipements par la porte

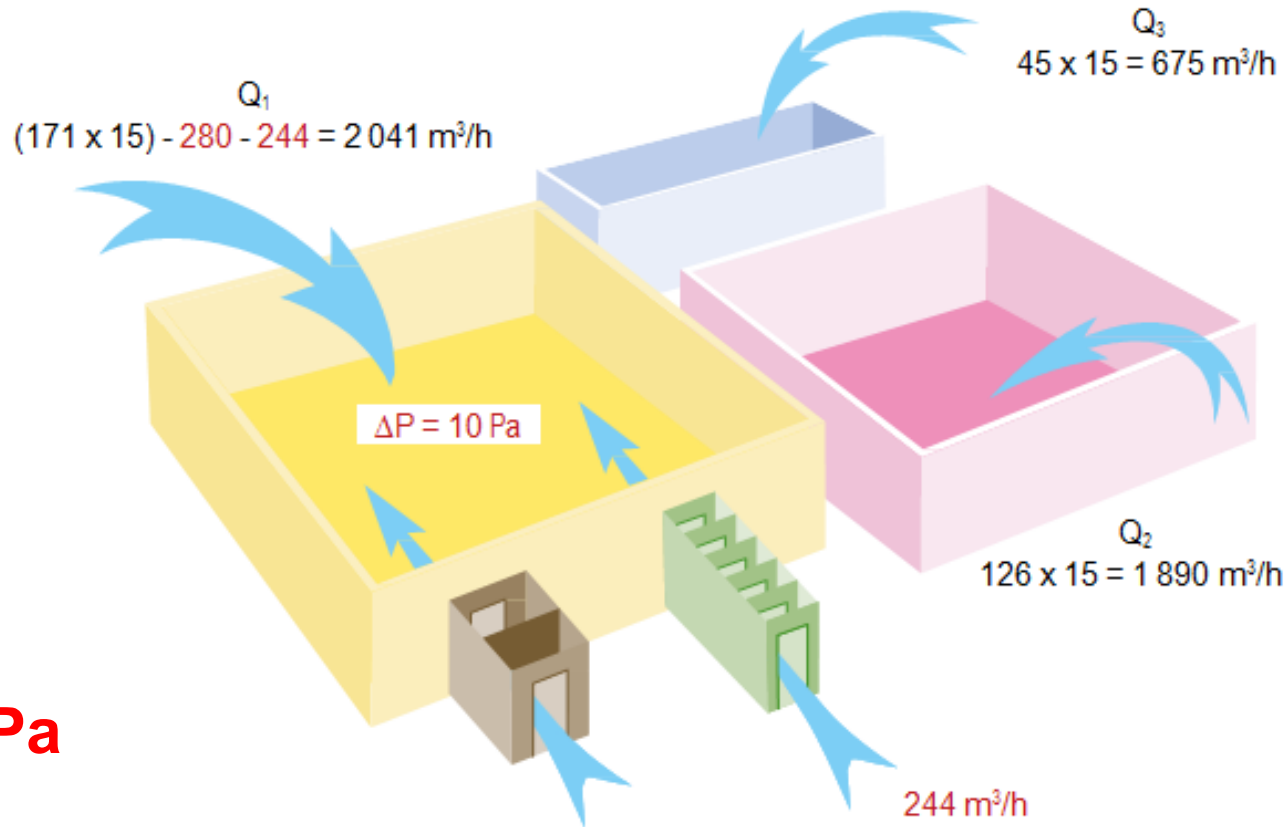
$S_{\text{porte}} = 1,05\text{m}^2$

=> Débit minimum = **1890 m<sup>3</sup>/h**

**ATTENTION à la dimension des ouvertures sur les portes de la zone et extérieures**



## Etape 8 : Calculer le débit minimal d'air neuf restant à apporter dans chaque zone élémentaire par des Entrées d'Air de Compensation Maitrisées (EACM)



**$\Delta p = 10 \text{ Pa}$**

**Empoussièrement 3338 : 15 Vol/h**  $280 \text{ m}^3/\text{h}$

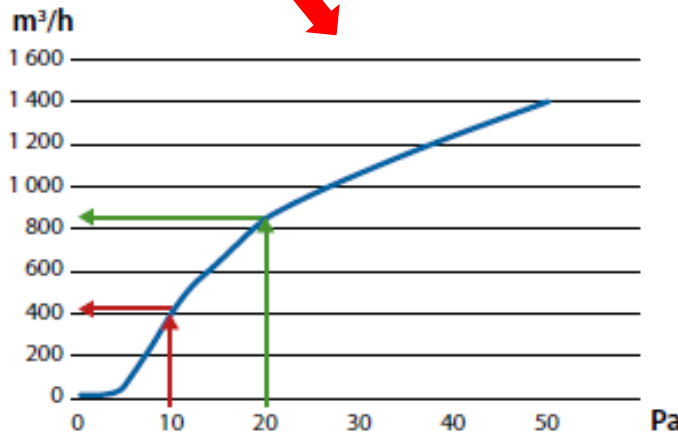
## Etape 9 : Déterminer le débit d'air neuf pénétrant par une EACM pour les valeurs $\Delta p$ et $\Delta p$

Connaissance des caractéristiques  
aérauliques des EACM



Abaques du  
fabricants

Retour d'expérience  
de l'entreprise



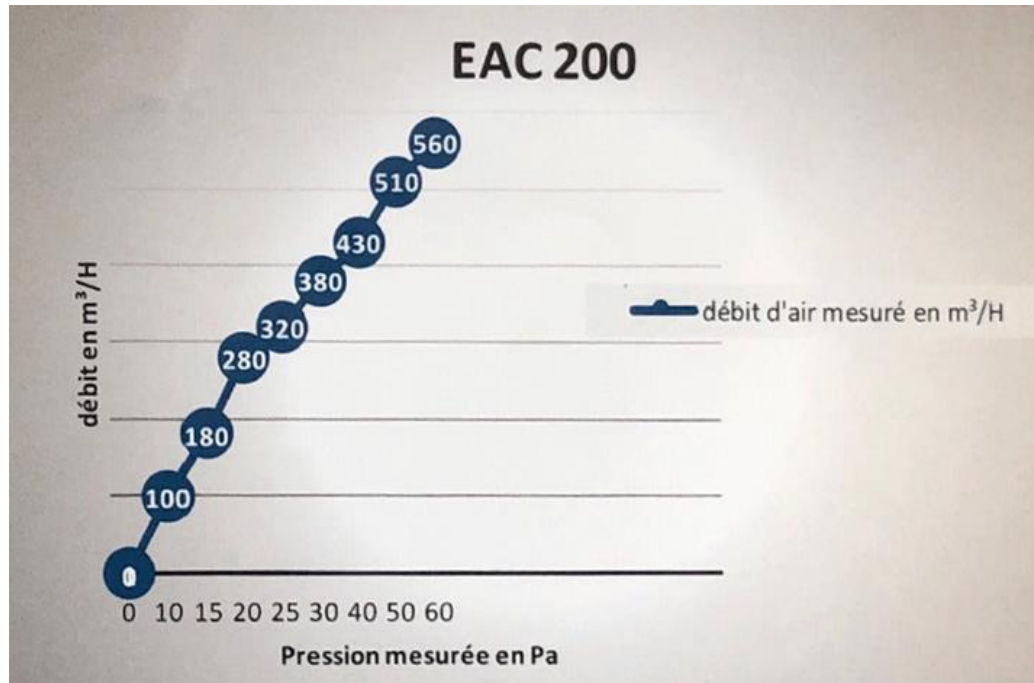
$\Delta P$ en Pa	$m^3/h$
5	10
10	410
15	650
20	850
25	960
30	1 060
35	1 153
40	1 241
45	1 323
50	1 402

$\Delta p = 10$  Pa

$\Delta p = 20$  Pa



## Etape 9 : Exemples Abaque d'un Fabricant



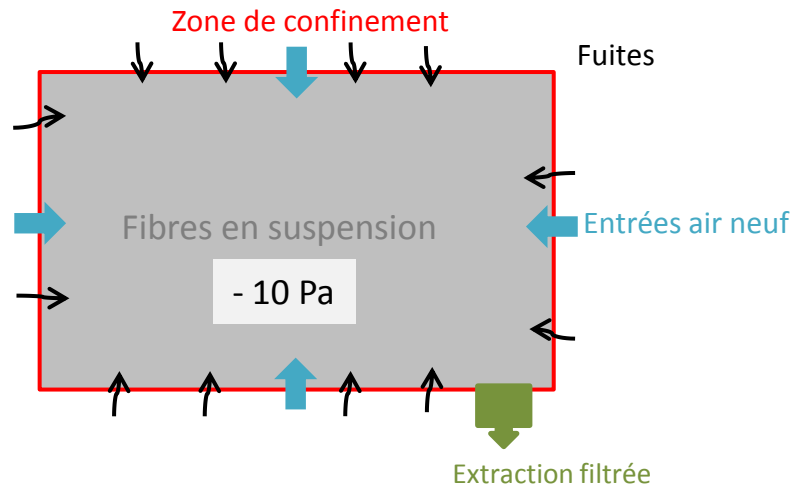
pression mesurée en Pa	débit d'air mesuré en m <sup>3</sup> /H ( 1 ressort)
0	0
10	100
15	180
20	280
25	320
30	380
40	430
50	510
60	560

Fuite du clapet fermé: 10m<sup>3</sup>/h pour 100 pa de surpression  
Soit une vitesse de 0.088m/s dans le clapet

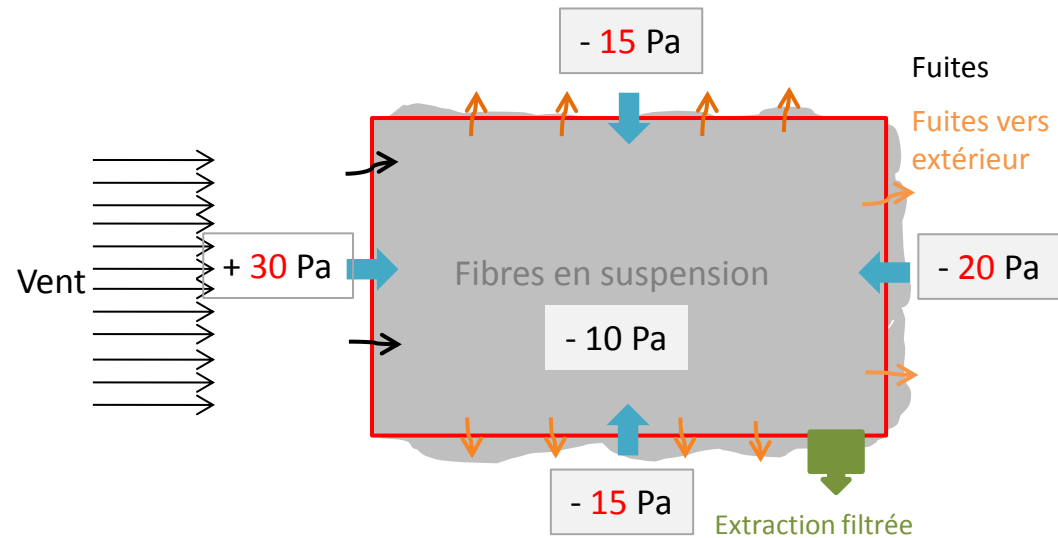
## Etape 9 Impact du vent sur les performances des installations de ventilation

Etude Romain Guichard INRS

Installation de ventilation dimensionnée pour  $\Delta p = 10 \text{ Pa}$



**Sans vent**



**Avec vent**  
**28 km/h fuite possible**

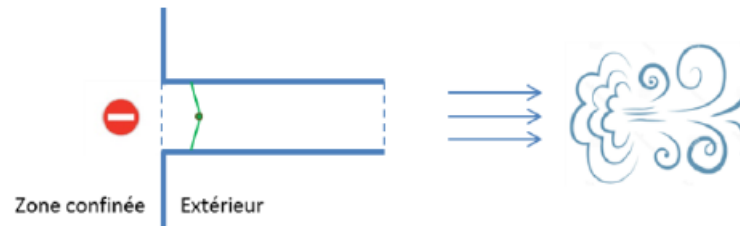
## Etape 9 Impact du vent sur les performances des installations de ventilation

### Etude Romain Guichard INRS

Conséquence d'une inversion de pression :

Avec AEC : **sortie de fibres**

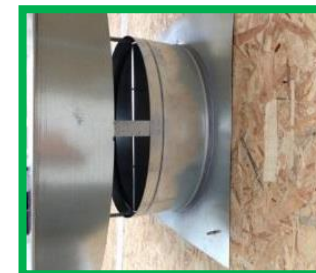
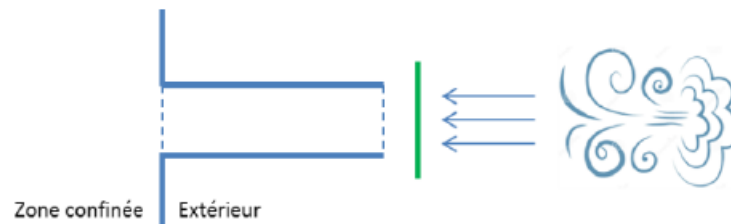
Avec AECM : sortie bloquée



Conséquence d'un taux de renouvellement perturbé :

Présence possible de zone mortes : **concentration ambiante plus élevée**

Avec AECM : moins de variation

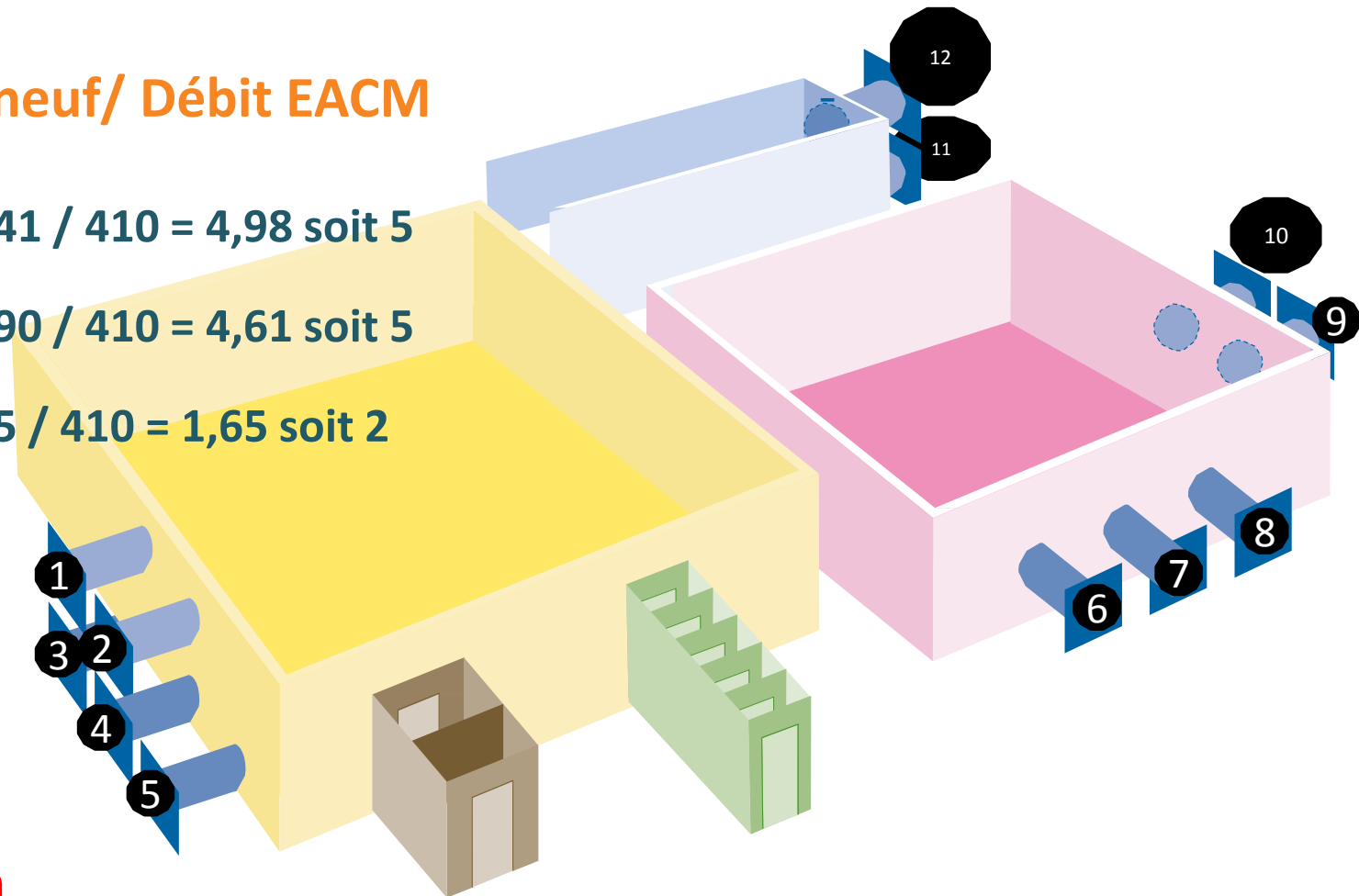


## Etape 10 : Calculer le nombre EACM Les répartir et les repérer sur le plan

### Nb EACM

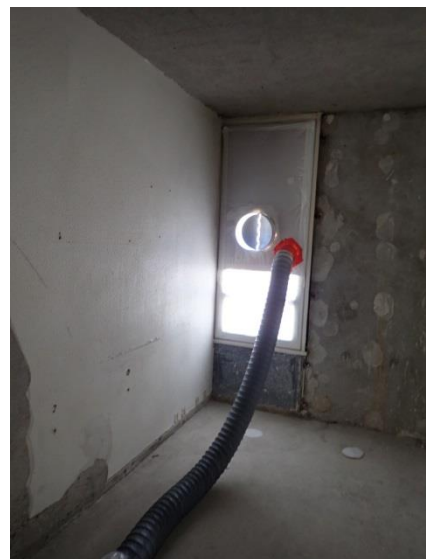
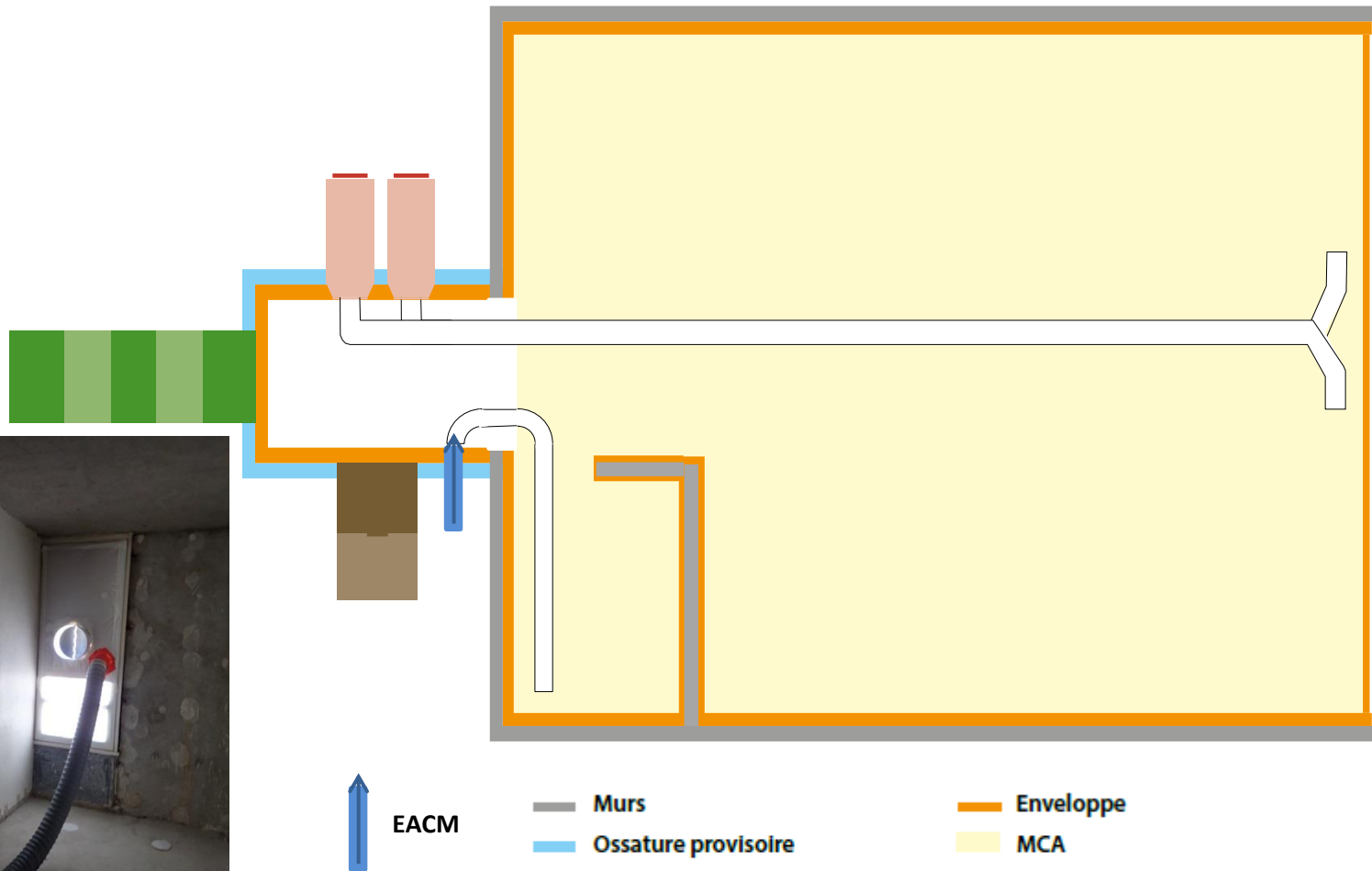
= Débit d'air neuf / Débit EACM

- Zone 1 :  $2041 / 410 = 4,98$  soit 5
- Zone 2 :  $1890 / 410 = 4,61$  soit 5
- Zone 3 :  $675 / 410 = 1,65$  soit 2



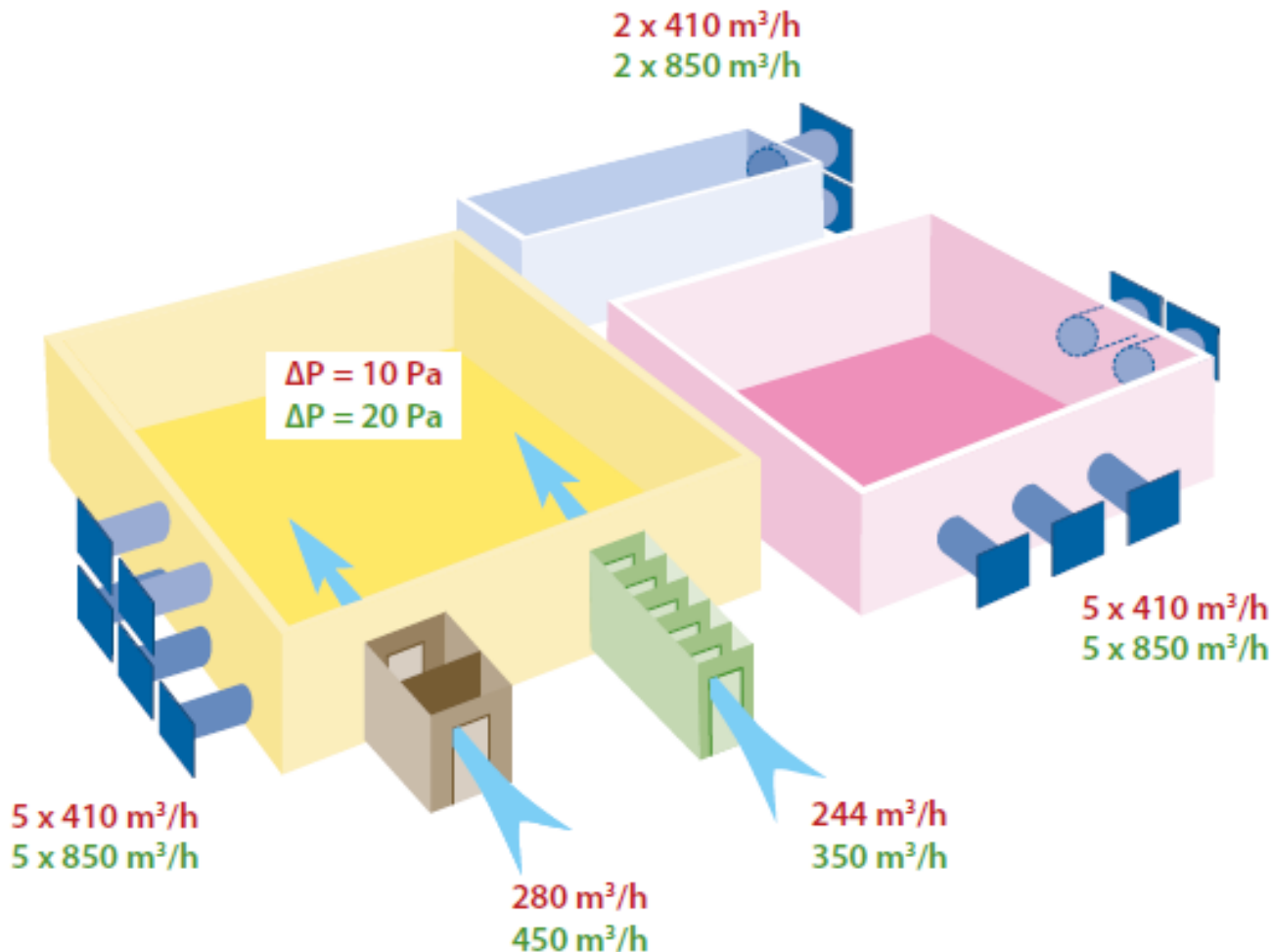
**$\Delta p = 10 \text{ Pa}$**

## Etape 10 : Point de vigilance : local borgne





## Etape 11 : Calculer le débit total des apports d'air pris compte dans le calcul du taux moyen de renouvellement pour les valeurs $\Delta p$ et $\Delta p$



$\Delta p = 10 \text{ Pa}$

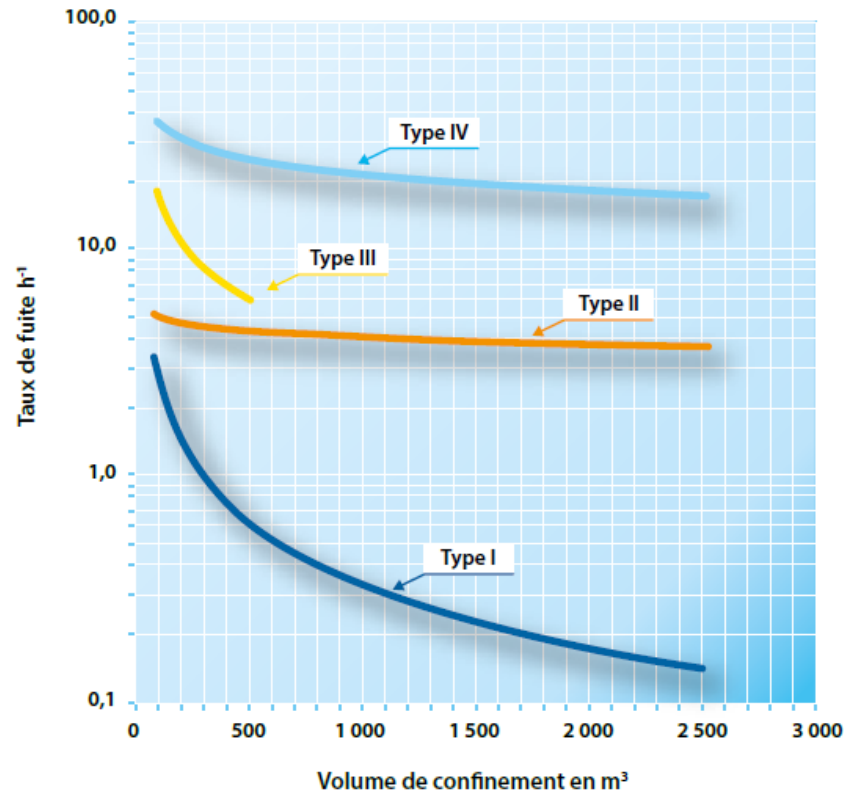
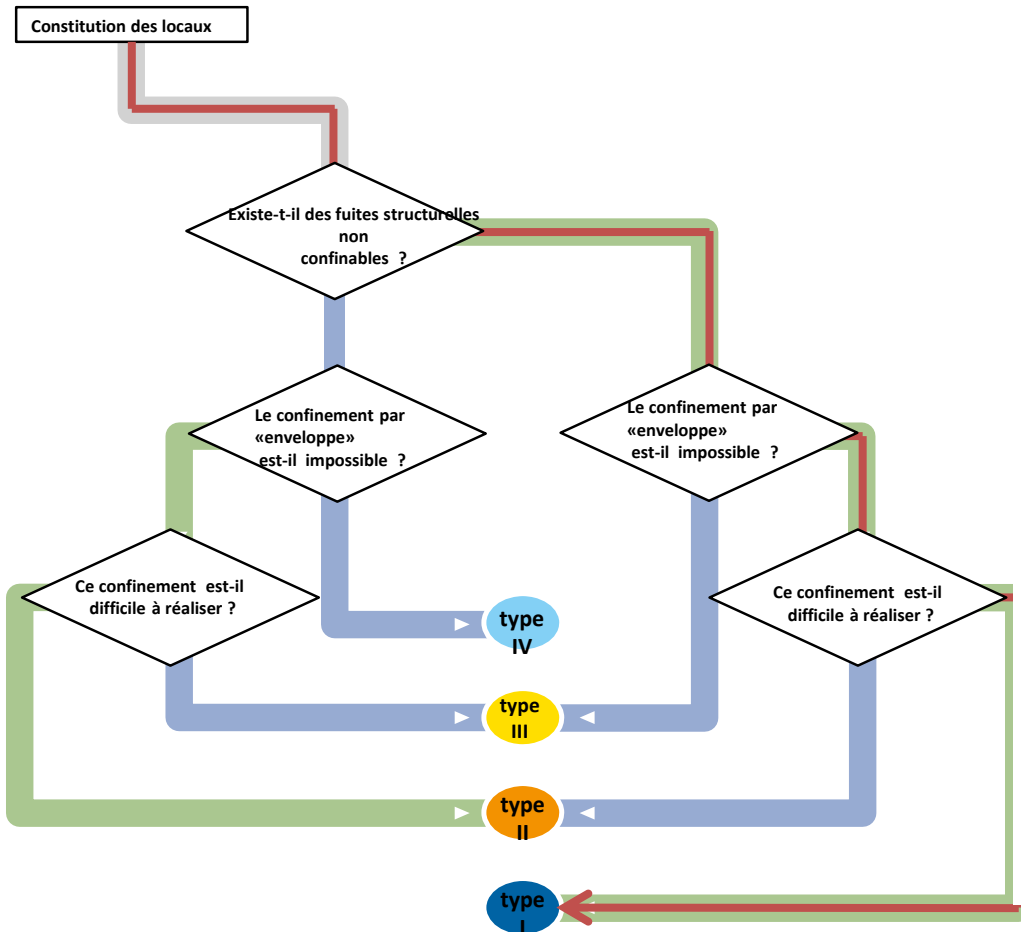
$\Delta p = 20 \text{ Pa}$



## Etape 12 : Estimer le taux de fuite du confinement

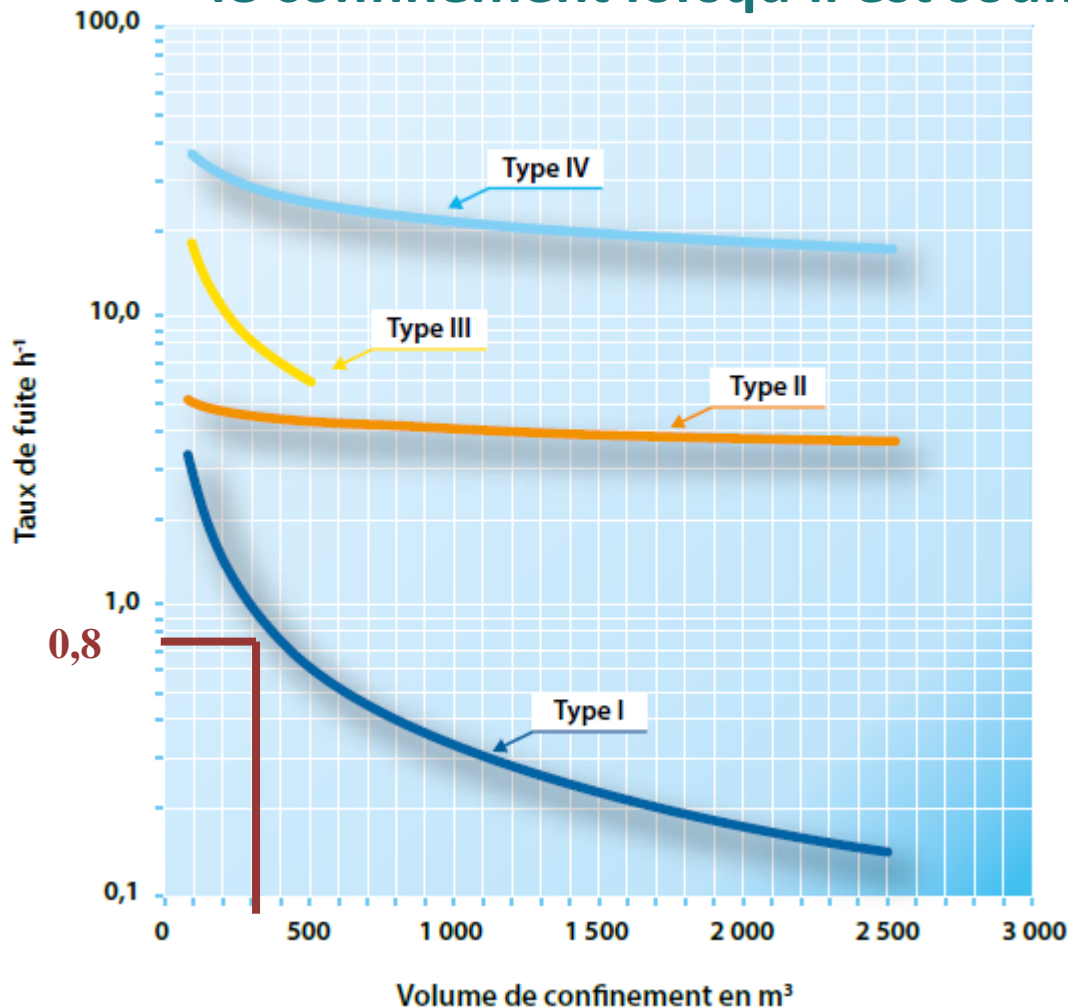
En déduire le débit d'air entrant par les fuites dans le confinement lorsqu'il est soumis à la  $\Delta p$

$\Delta p = 20 \text{ Pa}$



## Etape 12 : Estimer le taux de fuite du confinement

En déduire le débit d'air entrant par les fuites dans le confinement lorsqu'il est soumis à la  $\Delta p$



Confinement de type I

Volume de la zone : 342 m<sup>3</sup>

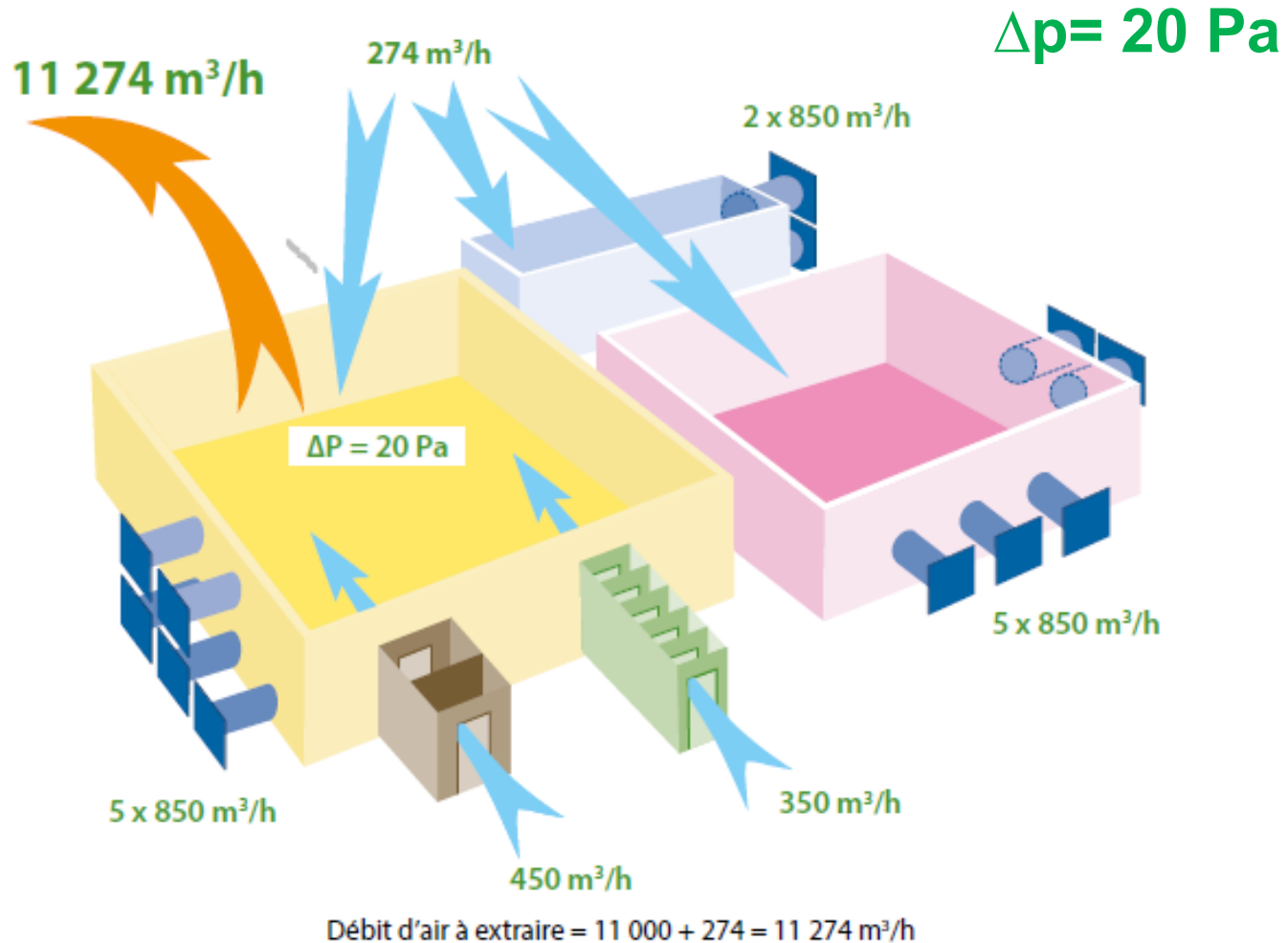
Taux de fuite = 0,8

Débit d'air :  
342 x 0,8 = 274 m<sup>3</sup>/h

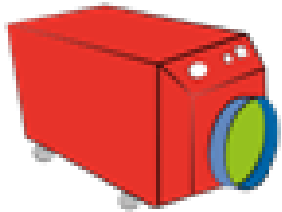
(pour une dépression à 20 Pa)

$\Delta p = 20 \text{ Pa}$

## Etape 13 : Calculer le débit d'air à extraire en permanence à la $\Delta p$



### Etape 14 : - Choisir le nombre d'extracteurs permettant d'extraire en permanence le débit d'air



#### TYPE D'EXTRACTEUR RETENU

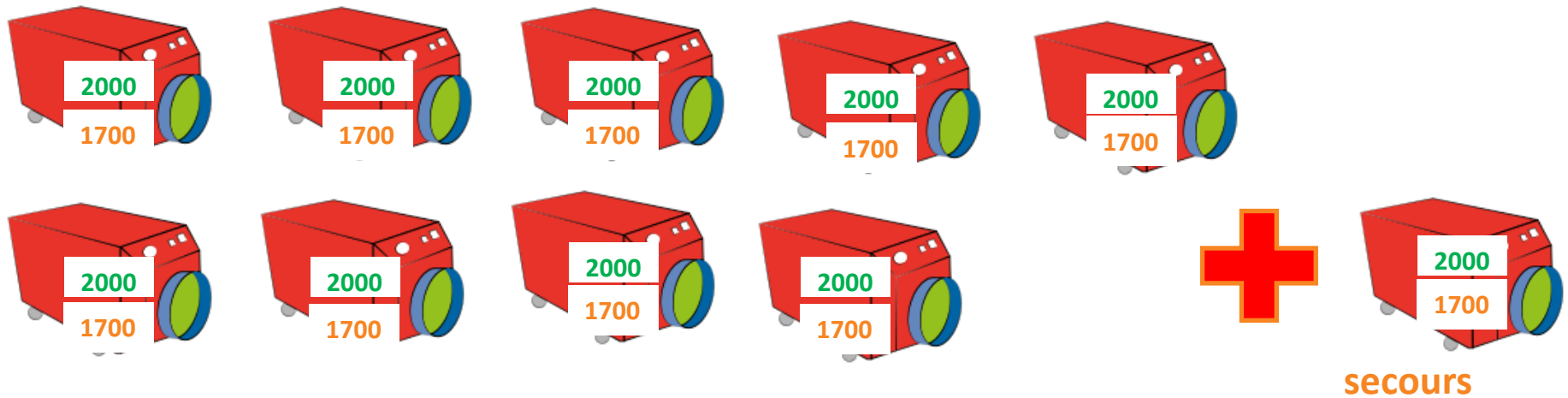
- vitesse de rotation du mono-ventilateur :  
fixe ou asservie à la perte de charge maximum acceptée par les filtres
  - débit d'air maxi (filtres neufs) : **2 000 m<sup>3</sup>/h**
  - débit d'air mini (filtres usagés) : **1 700 m<sup>3</sup>/h**
- $\Delta p = 20 \text{ Pa}$**

#### NOMBRE D'EXTRACTEUR

- Débit total à extraire à  $\Delta p$ / capacité minimale de l'extracteur (si tous identiques )
- **11274 m<sup>3</sup>/h : 1 700 m<sup>3</sup>/h = 6,6 soit 7 extracteurs**

**Etape 14 : - Choisir le nombre d'extracteurs permettant d'extraire en permanence le débit d'air**

- Calculer la capacité minimale totale des extracteurs (appareils de secours non compris)
- Calculer la capacité maximale totale des extracteurs appareils de secours compris



- Capacité minimale totale des extracteurs  $7 \times 1\,700 = 11\,900 \text{ m}^3/\text{h}$
- Capacité maximale totale des extracteurs :  $8 \times 2\,000 = 16\,000 \text{ m}^3/\text{h}$

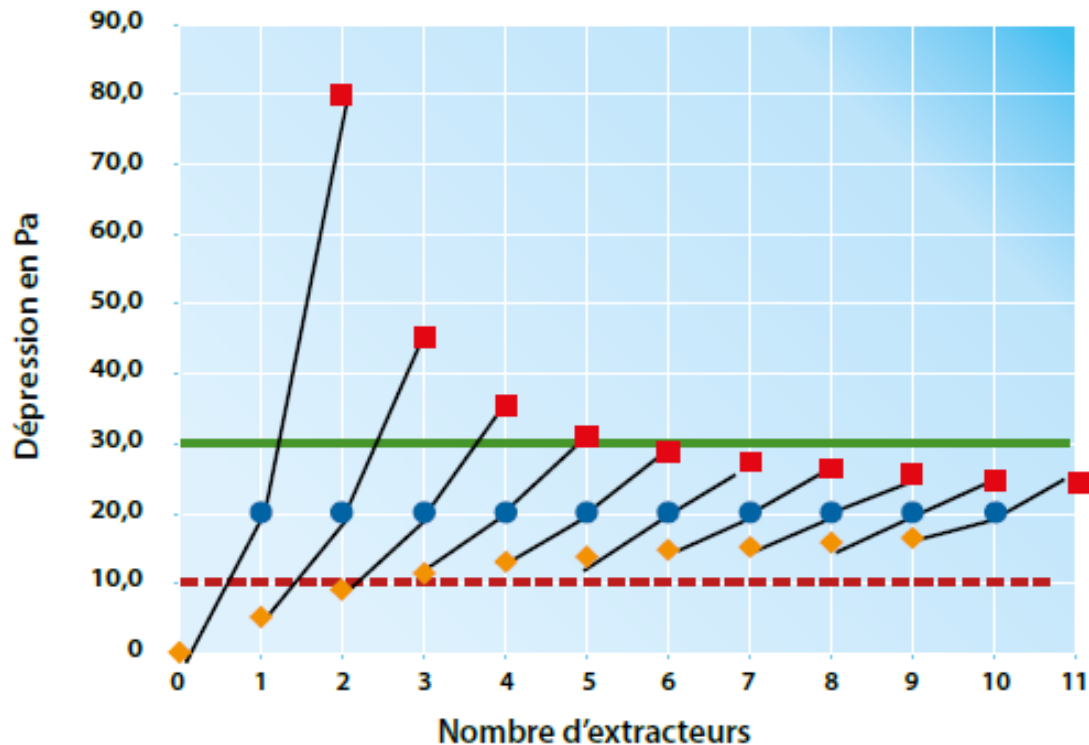
### Etape 14 : Point de vigilance

-Calculer la capacité maximale totale des extracteurs **appareils de secours compris**



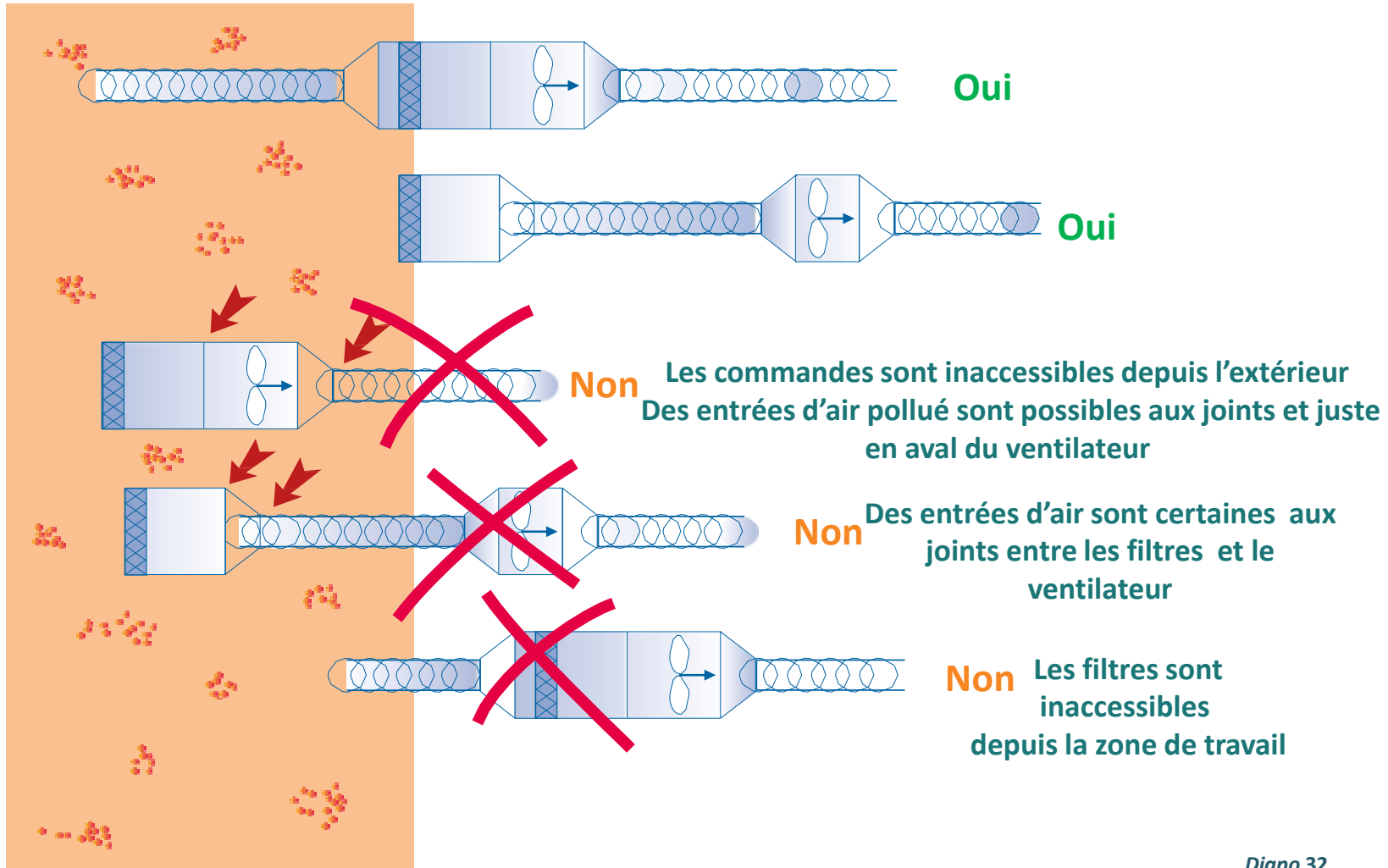
Si arrêt du secours : Risque de décolmatage et donc risque de dispersion de fibres dans la zone lors des vérifications avant le démarrage des travaux

## Etape 14 : Point de vigilance : Evolution théorique de la dépression suite à la survenue d'incidents



- ◆ Dépression obtenue après arrêt accidentel d'un extracteur (N-1 extracteurs)
- Dépression obtenue après démarrage intempestif d'un extracteur de secours (N+1 extracteurs)
- Limite dépression haute acceptable
- Dépression obtenue avec N extracteurs en fonctionnement : marche normale
- - - Limite dépression réglementaire

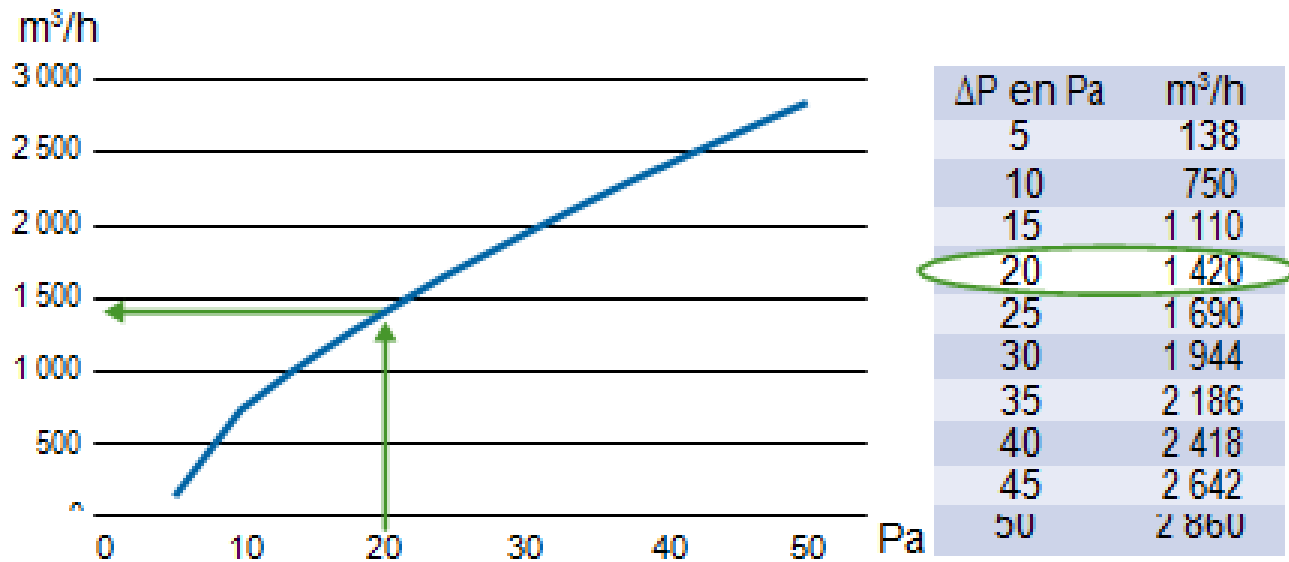
## Etape 14 : Point de vigilance : Installation des extracteurs





## Etape 15 : Evaluer les besoins en Entrées d’Air de Réglage EAR

**Objectif : Eliminer le débit d’air excédentaire**





### Etape 15 : Evaluer les besoins en Entrées d'Air de Réglage EAR

Nombre d'entrées d'air de réglage (EAR)  $N$       $\Delta p = 20 \text{ Pa}$

$$N = \frac{\text{capacité maximale des extracteurs – débit à extraire en permanence}}{\text{capacité entrée d'air de réglage}}$$

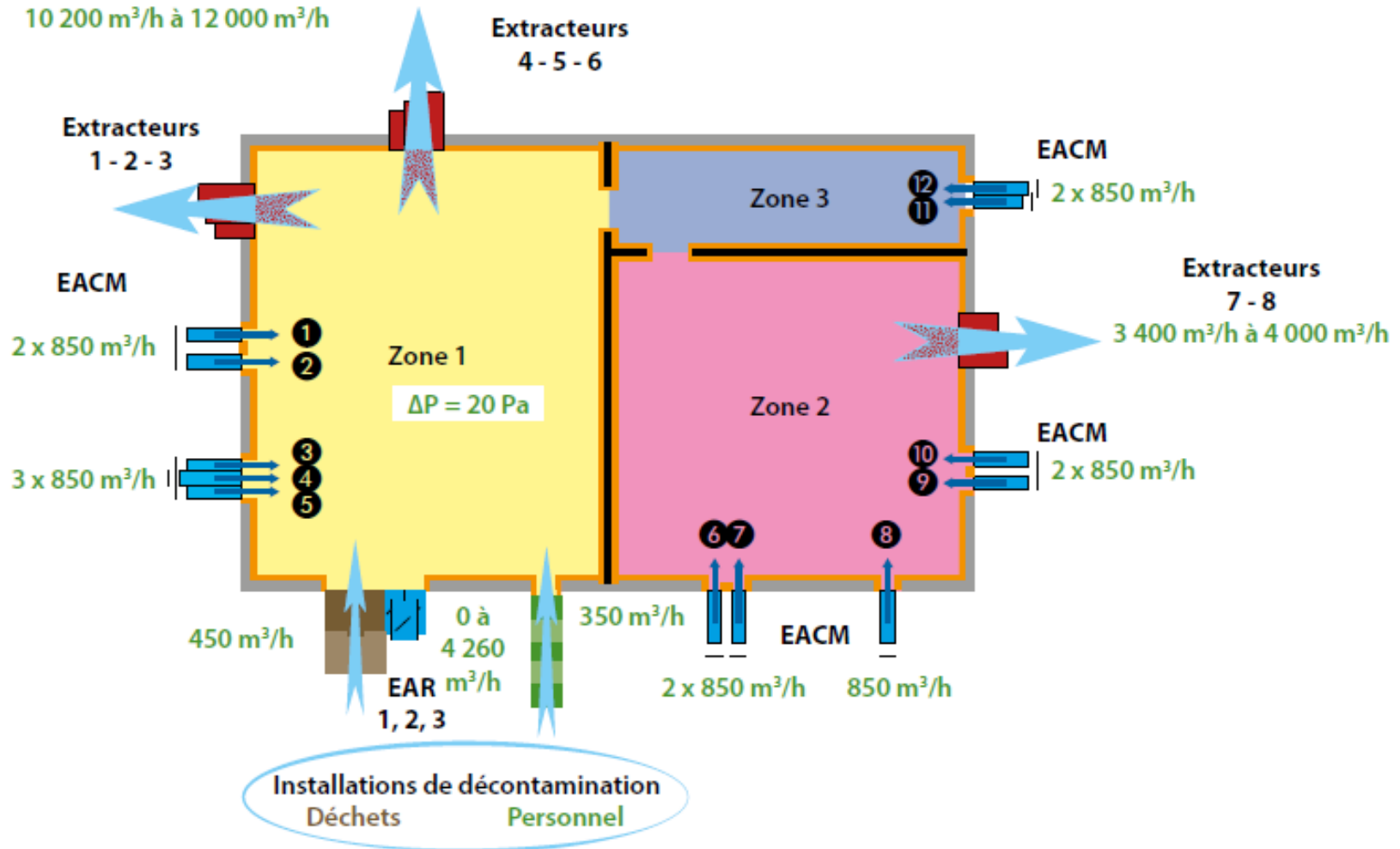
$$N = \frac{16\,000 - 11\,274}{1\,420} = 3,33$$

**soit 3**

*si la résistance du confinement l'accepte*



## Etape 16 : Compléter le plan initial



## CONCLUSION

Les équipements utilisés pour les entrées d'air maîtrisées et les installations de décontamination sont dimensionnés et conçus pour respecter les obligations réglementaires

**dès 10 Pa**

Les extracteurs sont dimensionnés pour extraire les débits à la dépression choisie par l'entreprise

Le contrôle du bilan aéraulique et du maintien de l'efficacité est facilité par les mesures de pression



2016  
2020

**Plan régional  
santé au travail**  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



# IMPACT DE LA VENTILATION SUR L'EMPOUSSIÈREMENT ETUDE DE CAS 22

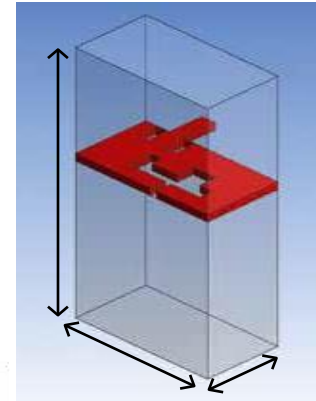
Etude réalisée par Romain GUICHARD, Anita ROMERO-HARIOT INRS  
François DUBERNET CARSAT Aquitaine  
Publiée sur HST 251 juin 2018

GRUPE RÉGIONAL INTER-INSTITUTIONNEL AMIANTE



## Le contexte

- SURFACE DE LA ZONE : 1700 M<sup>2</sup>
- DÉPRESSION : 20 PA
- CHANTIER DE NIVEAU 2
- TAUX DE RENOUVELLEMENT D'AIR DE 15 VOLUMES / H



7 EXTRACTEURS (H13) 3  
500 M<sup>3</sup>/H (FILTRÉS  
USAGÉS) ET 4 500 M<sup>3</sup>/H  
(FILTRÉS NEUFS).



26 EACM, APPORTANT  
CHACUNE 850 M<sup>3</sup>/H  
SOUS 20 PA



SAS DÉCHETS :  
2 000 M<sup>3</sup>/H SOUS  
20 PA

SAS PERSONNEL : 400  
M<sup>3</sup>/H SOUS 20 PA



4 ENTRÉES D'AIR DE RÉGLAGE

7 ZONES ÉLÉMENTAIRES



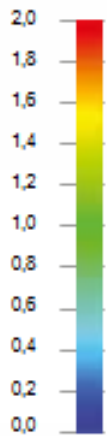
## Influence de la dépression sur le taux de renouvellement

Vitesse d'air m/s

$\Delta P = 20 \text{ Pa}$

$\Delta P = 15 \text{ Pa}$

$\Delta P = 10 \text{ Pa}$



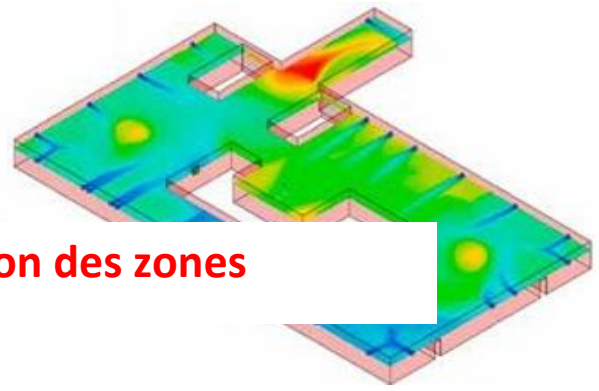
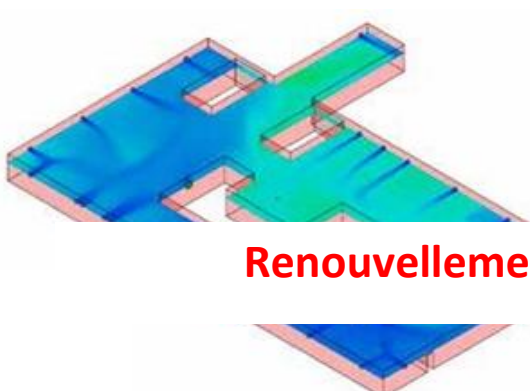
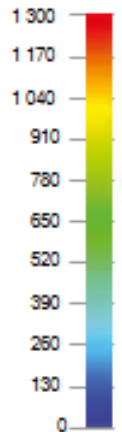
Pour une installation de ventilation correctement dimensionnée, la diminution de la dépression entraîne la diminution du taux de renouvellement

Age de l'air s

$Tr = 15 \text{ h}^{-1}$

$Tr = 10 \text{ h}^{-1}$

$Tr = 7 \text{ h}^{-1}$

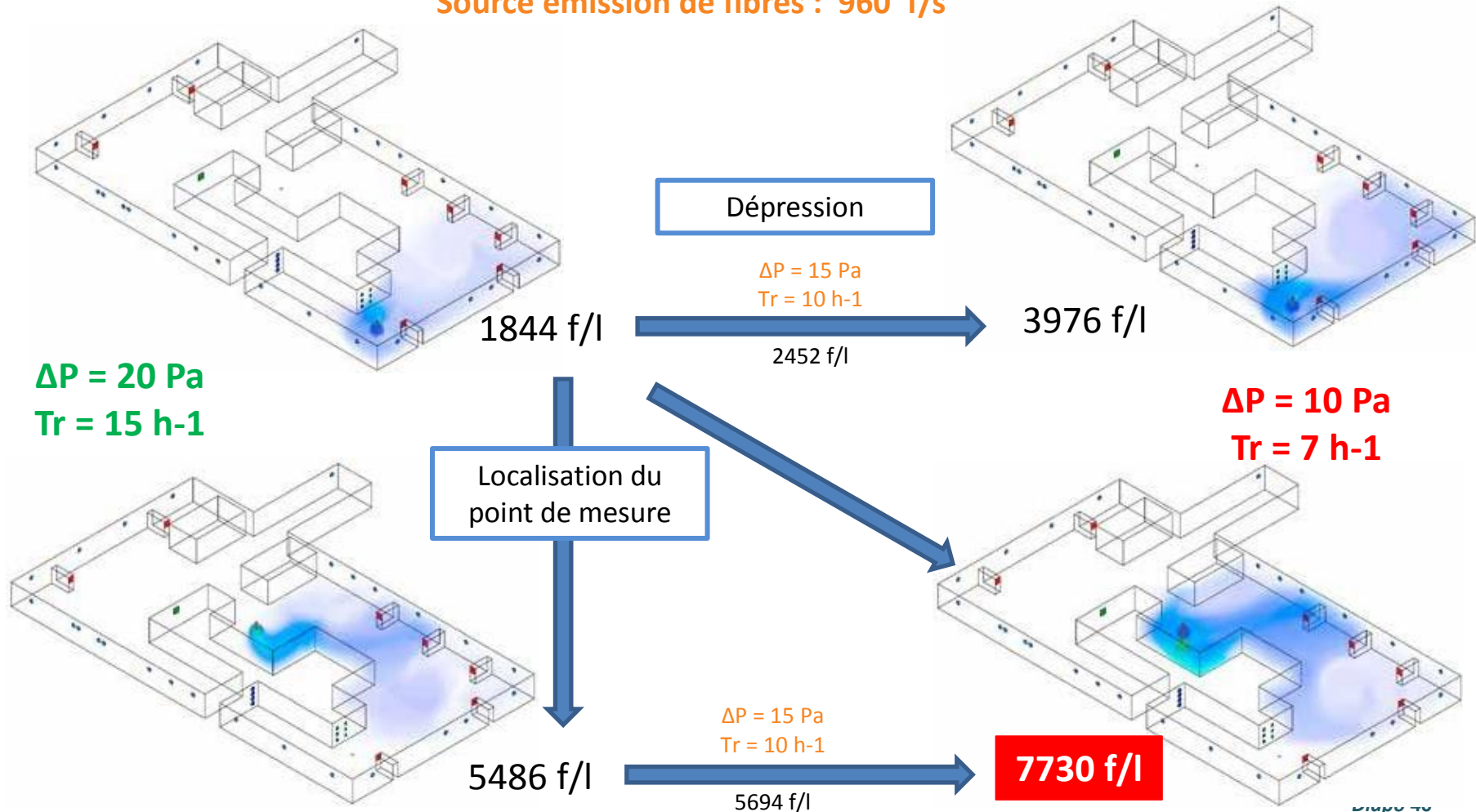


Renouvellement d'air très disparate en fonction des zones

Age de l'air : temps mis par l'air neuf pour arriver en un point

## Influence de la localisation et de la de la baisse de dépression sur la concentration d'empoussièrement

Source émission de fibres : 960 f/s





## CONCLUSION

Démonstration de l'impact de l'aéraulique sur l'empoussièrement pour un même processus de retrait notamment :

- Taux de renouvellement (lié à la dépression)
  - - la localisation

L'empoussièrement au poste de travail peut augmenter **TRES** fortement :  
dans l'exemple, concentration **multiplié par 4** : de **1844 f/l => 7730 f/l**

### Des conséquences considérables

Niveau différent

EPI non adaptés

Protections collectives insuffisantes

Niveau 2 => Niveau 3

Adduction Air=> Combinaison Ventilée

Taux renouvellement 6 => 20

## CONCLUSION

**En tenir compte pour l'évaluation des processus : réalisation des mesures dans les zones où l'âge de l'air est le plus ancien (zone les plus éloignées des entrées d'air , détectable à l'aide test fumée) afin de définir des mesures destinées à réduire au maximum les risques d'exposition des intervenants tout au long du chantier**

**Nécessité que les rapports des mesures d'empoussièrement contiennent :**

- Les informations sur l'emplacement du prélèvement par rapport aux éléments de ventilation et par rapport au processus de retrait
- Des conditions de ventilation de la zone (taux de renouvellement) lors de ce prélèvement

**Intérêt du respect de la méthodologie définie dans la ED 6307 :  
Maitrise des paramètres et par conséquent en limiter l'influence sur les mesures d'empoussièrement**

# MERCI DE VOTRE ATTENTION

Bernard FULCHIRON  
DIRECCTE Auvergne Rhône Alpes

Pierre-Alban DOUCET  
CARSAT Rhône Alpes