



# Perspectives et défis de la ventilation

J.R. Fontaine  
INRS FRANCE

# Nouveaux défis de la ventilation et perspectives

## ■ Développements techniques et sociétaux récents

- ▶ Progrès en toxicologie industrielle et environnementale
- ▶ Développement des nanotechnologies
- ▶ Conception de machines sûres
- ▶ QAI dans les bâtiments
- ▶ Réduction de la consommation en énergie fossile et réduction des gaz à effet de serre

## ■ Techniques et procédés génériques en étude actuellement à l'INRS

- ▶ Manipulation et vidange de poudre
- ▶ Abattage humide
- ▶ Équipement de ventilation et d'épuration pour chantiers mobiles et opérations de maintenance
- ▶ Classification et robustesse du confinement (influence du vent)

# Gestion de l'exposition aux substances dangereuses

## ■ Progrès en évaluation des risques sanitaires

### ► Les connaissances acquises dans les domaines de la santé au travail et de la santé environnementale

- > Les politiques publiques évoluent - Les états révisent la réglementation vis-à-vis de l'exposition aux substances dangereuses
- > Les VLEP de beaucoup de substances ont été fortement réduites:

	VLEP (old)	VLEP (new)
CrVI	50 µg/m <sup>3</sup>	1µg/m <sup>3</sup>
Asbestos	0,1f/cm <sup>3</sup>	0,01 f/cm <sup>3</sup>
RCF	0,6 f/cm <sup>3</sup>	0,1 f/cm <sup>3</sup>
Toluene	50 ppm	20 ppm
Beryllium	2µg/m <sup>3</sup>	0,01µg/m <sup>3</sup> (ANSES)
Formaldehyde	0,5 ppm	0,2 ppm (SCOEL)

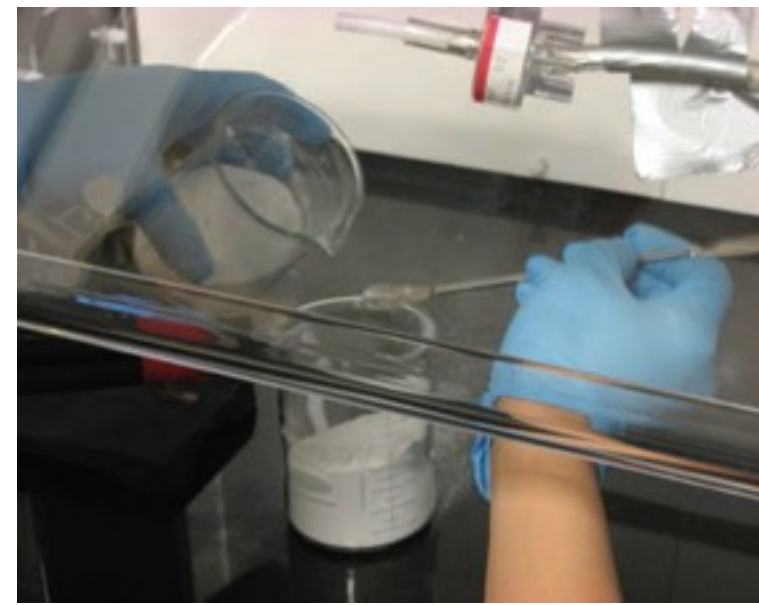


Réexamen des performances de la ventilation, du confinement et de la filtration

# Développement des nanotechnologies (E. Belut)

## ■ Nanotechnologies et production de NMM

- ▶ Le potentiel innovant et économique des nanotechnologies contraste avec le peu de connaissances acquises sur l'effet des nanomatériaux manufacturés sur la santé.
- ▶ Les résultats en nanotoxicologie sont controversés, mais préoccupants.
  - > Certains NTC administrés à des animaux engendrent des pathologies de type 'amiante'
  - > Quelques VLEP ont été proposées par des organismes comme le NIOSH :
    - CNT ----  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$
    - $\text{TiO}_2$  ----  $2.4\text{ mg}/\text{m}^3$  microparticules
    - $\text{TiO}_2$  ----  $0.3\text{ mg}/\text{m}^3$  nanoparticules
- ▶ Consensus pour appliquer des mesures de prévention très strictes



Conception de systèmes aérauliques à hautes performances qui tiennent compte du comportement dynamique des nanoparticules (agglomération et dépôt)

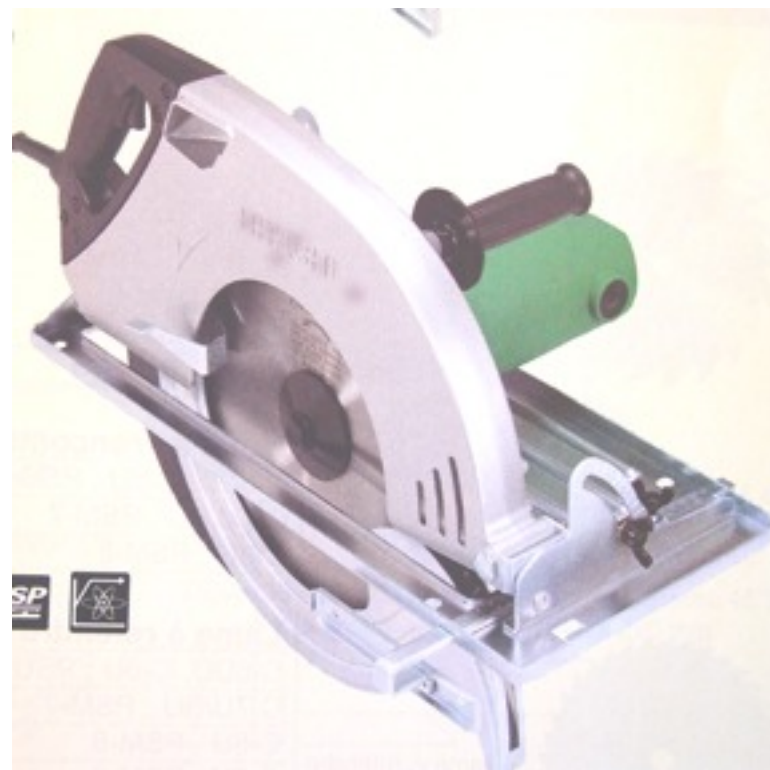
# Conception de machines sûres (F-X Keller)

## ■ Directive machine 2006/42/EC parlement européen

### ▶ Émission de matières et de substances dangereuses

- > La machine doit être conçue et construite de manière à éviter les risques d'inhalation, d'ingestion, de contact des substances dangereuses qu'elle produit.
- > Lorsque le risque ne peut être éliminé, la machine doit être équipée de manière à ce que les matières et substances dangereuses puissent être confinées, évacuées, filtrées...
- > Lorsque le processus n'est pas totalement confiné, les dispositifs de confinement ou d'évacuation doivent produire le maximum d'effet.

### ▶ Contre-exemples



MANQUE



Une caractérisation par un code d'essais de l'émission en substances dangereuses de la machine

Un étiquetage informant l'utilisateur des émissions de la machine

# QAI dans les bâtiments du tertiaire (L. Robert)

- ▶ 75 % des salariés travaillent dans le secteur tertiaire et une grande partie d'entre eux dans des espaces de bureaux à raison de 8 heures par jour
- ▶ Ces populations sont donc exposées à de faibles doses de nombreuses substances chimiques durant de longues périodes (éventuellement toute une vie)
- ▶ Réduction de la consommation d'énergie des bâtiments
  - > Isolation et étanchéité des enveloppes
  - > Gestion des renouvellements d'air
- ▶ Pouvoirs publics définissent des 'valeurs guides' pour les concentrations des substances chimiques présentes dans les bâtiments
- ▶ Stratégie d'amélioration de la qualité de l'air intérieur
  - > Choix des produits et matériaux les moins émissifs
  - > Optimisation de la ventilation :
    - Conception
    - Installation
    - Utilisation
    - Maintenance



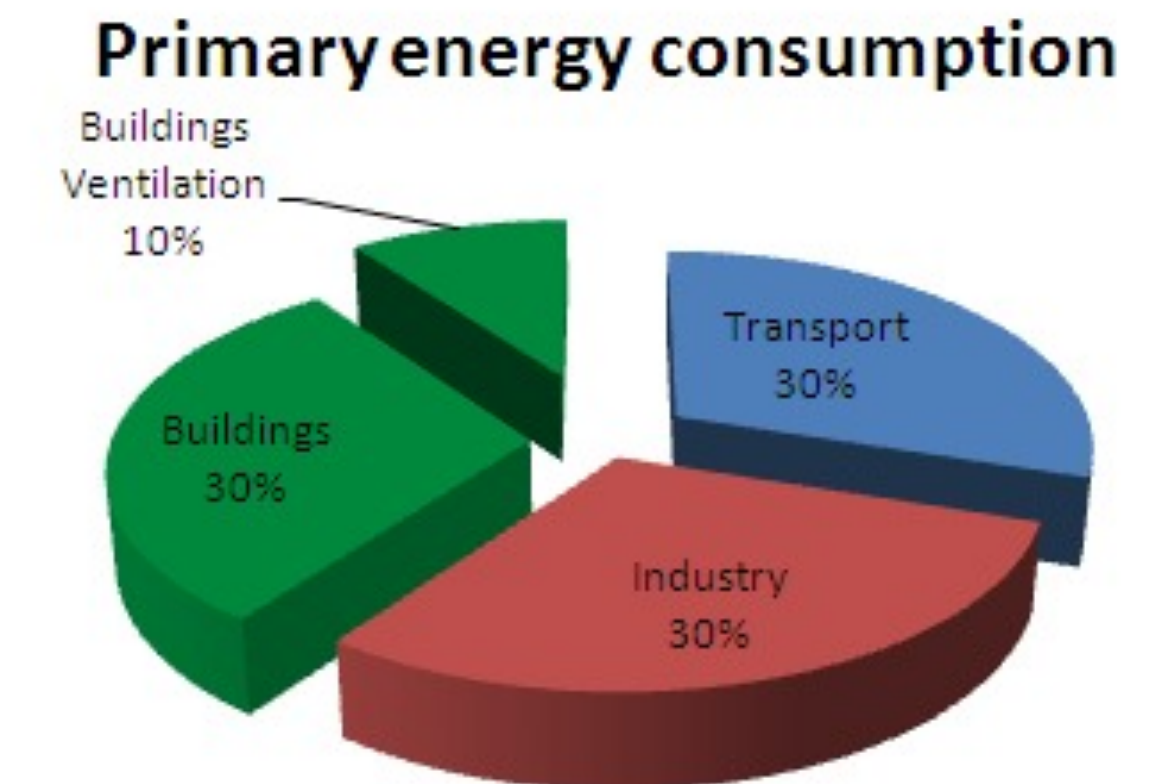
**Des développements technologiques pour traiter simultanément les contraintes énergétiques et sanitaires**

**Intégrer ces paramètres dans les futurs codes de la construction**

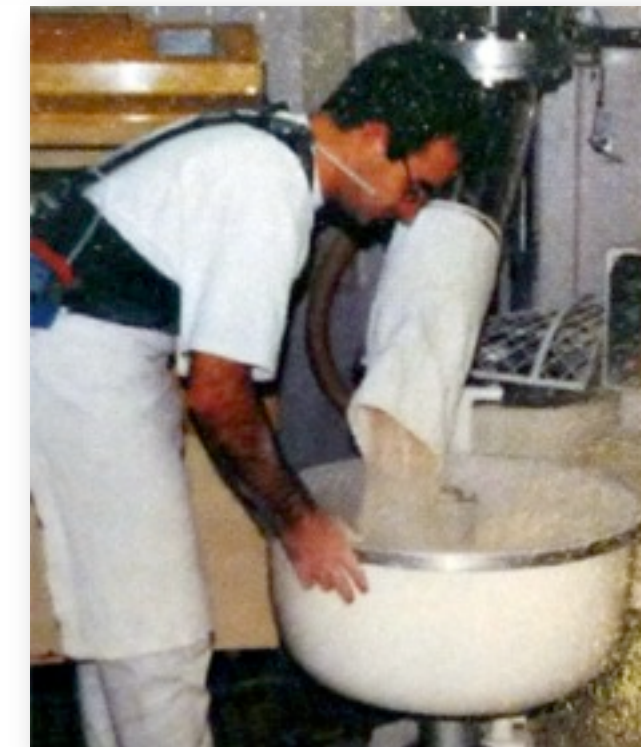
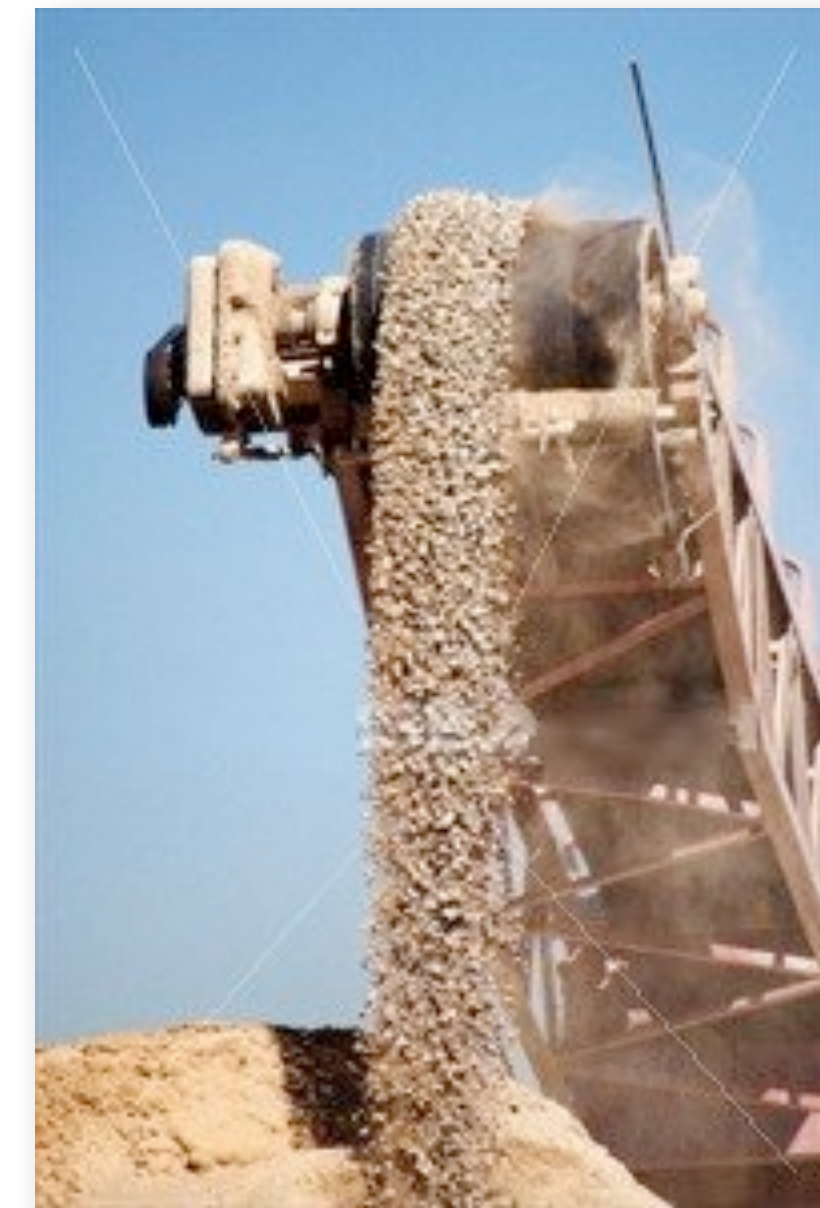
# Performance énergétique des bâtiments

## ■ Améliorer les performances énergétiques des bâtiments et maintenir les objectifs de prévention

- ▶ Raréfaction des énergies fossiles et réduction des émissions de gaz à effet de serre
- ▶ Consommation d'énergie des bâtiments
  - > 40 % du total de l'énergie primaire consommée
  - > 40 % = 25 % (résidentiel) + 15 % (commercial)
  - > 10 % du total de l'énergie primaire consommée est pour la ventilation
  - > 70 % de la consommation d'énergie des bâtiments est consacrée au chauffage, climatisation, éclairage et production d'eau chaude.
- ▶ Les bâtiments sont responsables de 36 % des émissions de CO<sup>2</sup> de l'Union européenne



# Simulation de l'aérosolisation des poudres lors des transferts de matières pulvérulentes (E. Belut)





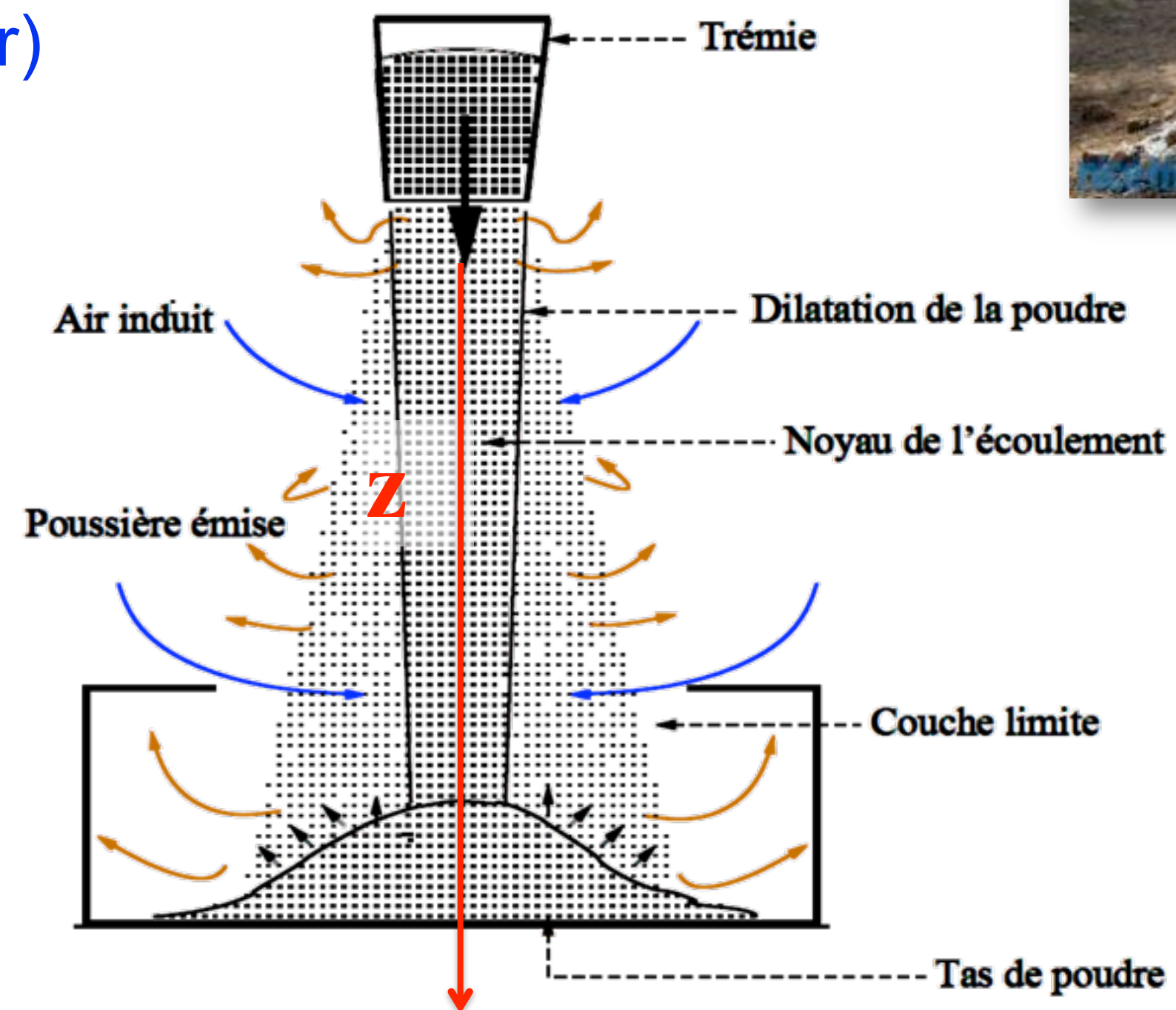
# Modélisation de l'aérosolisation des poudres lors des transferts de matières pulvérulentes

Multiples difficultés théoriques :

- Écoulement granulaire
- Écoulement diphasique
- Phase particulaire variable de dense à dispersée

Mécanismes à reproduire (vidange de trémie)

- Expansion latérale du jet
- Entraînement d'air (à capter)



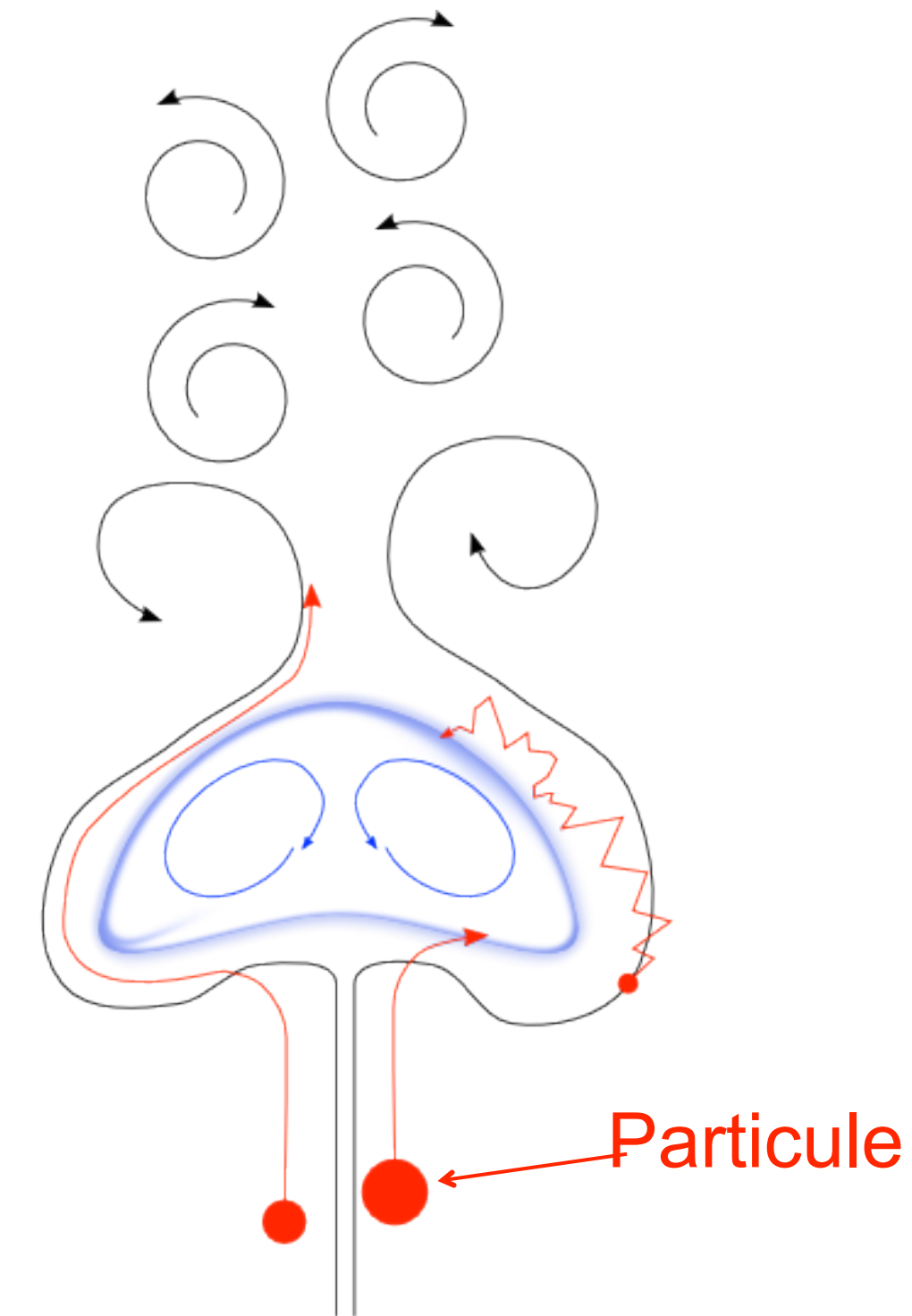
# L'abattage humide en hygiène industrielle

## ■ Applications visées

- ▶ Manipulation des déchets
- ▶ Chantiers de démolition
- ▶ Percement de tunnel
- ▶ Compostage
- ▶ ...

## ■ Objectifs

- ▶ Intérêts et limites
- ▶ Techniques disponibles
- ▶ Méthodes de dimensionnement
- ▶ Simulation numérique



## Dynamique de la pulvérisation liquide

Interactions avec l'écoulement d'air porteur et la turbulence, déformations, fragmentation/coalescence, évaporation/condensation...

## Dynamique de l'aérosol

Transport, dépôt, agglomération, interactions avec l'écoulement d'air porteur et la turbulence

## Mécanismes de capture

# Équipements de ventilation pour chantiers mobiles

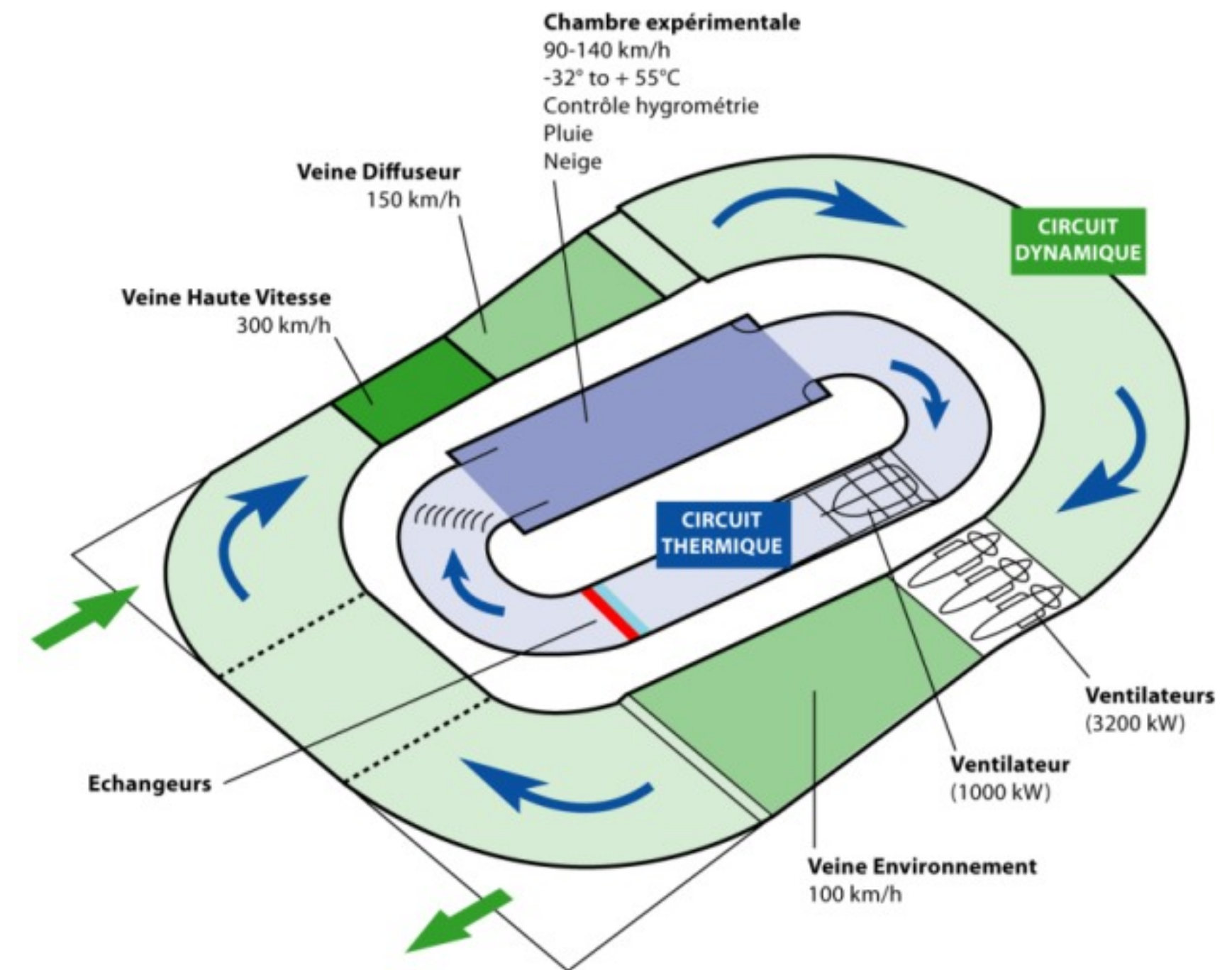
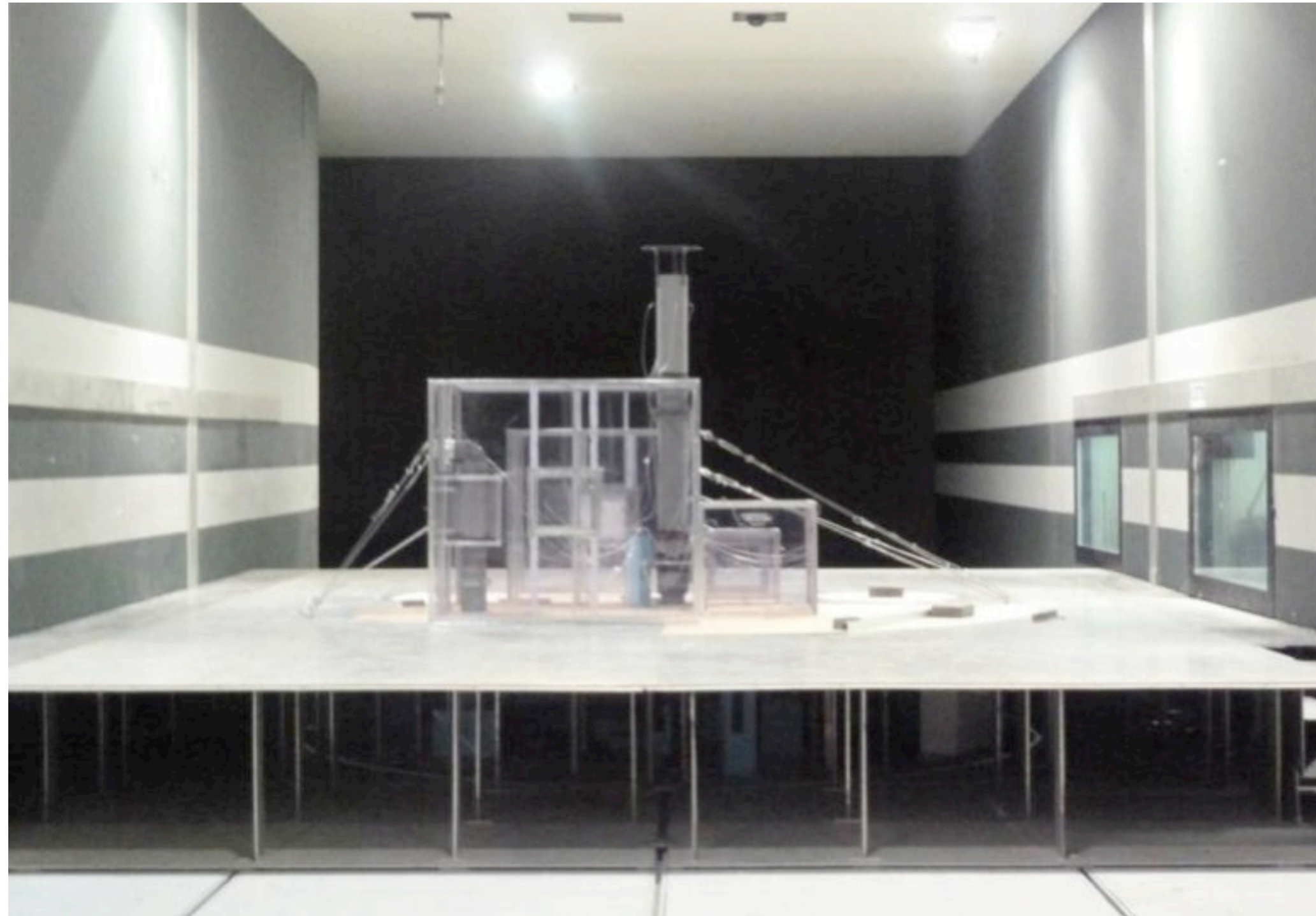
## ■ Exemples de 'chantiers mobiles'



- Définir des typologies de chantier
- Proposer des équipements de ventilation adaptés
- Partenariat : fabricants et loueurs de matériel aéraulique

# Robustesse Confinement (N. Roux IRSN)

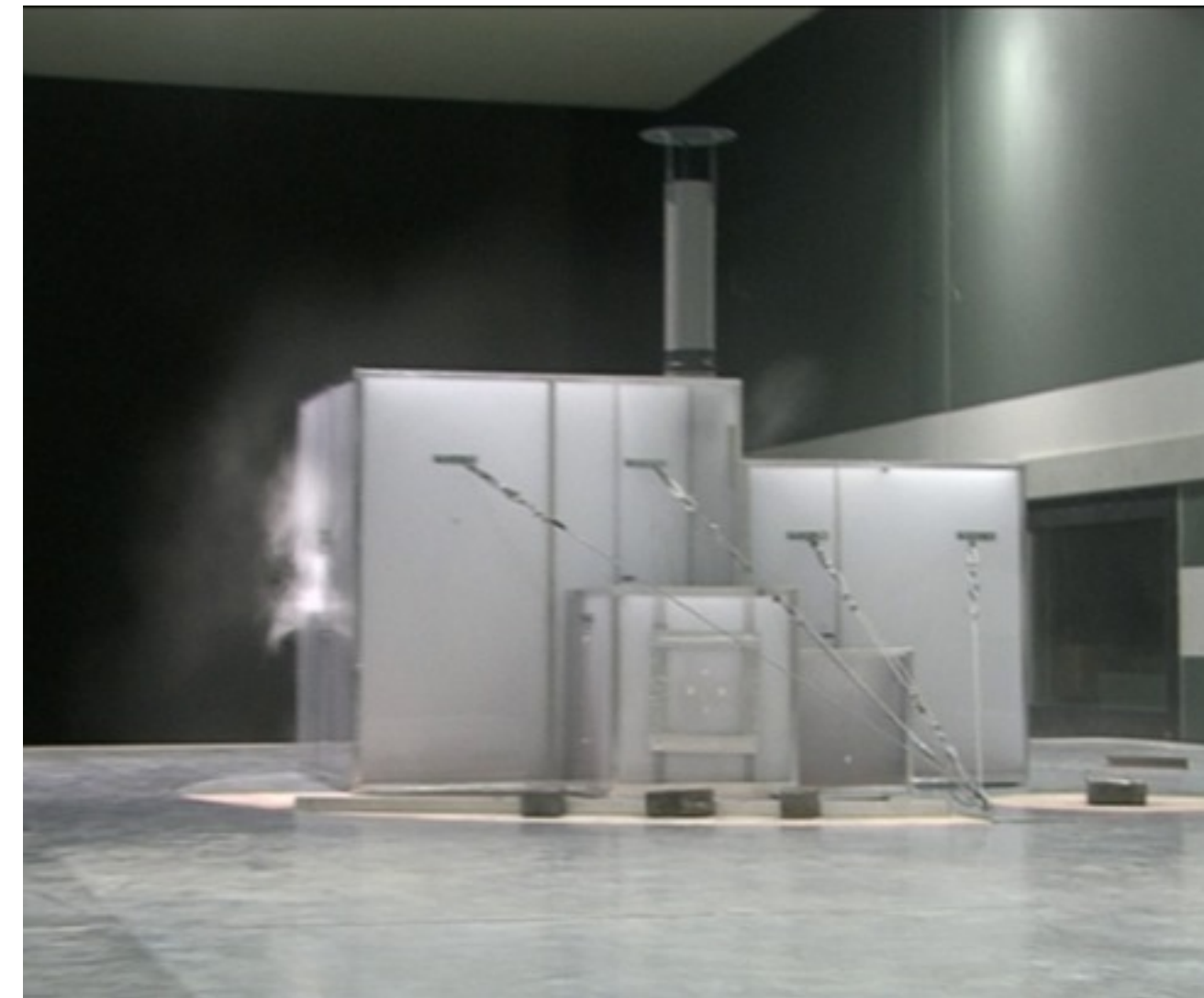
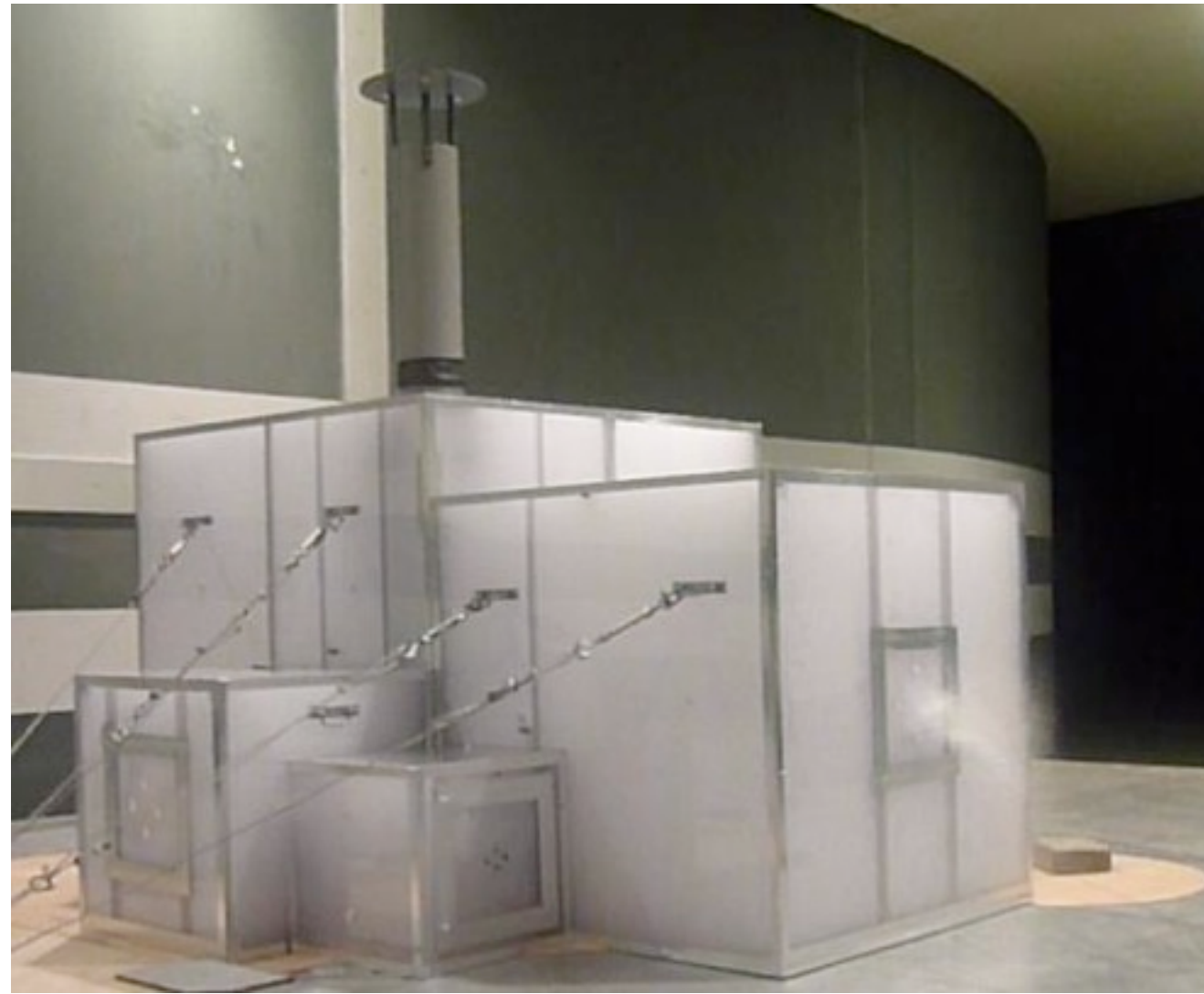
## ■ Wind tunnel experiments



■ Vitesse vent 70 à 130 km/h

■ Incidence du vent : multiples de 45°

# Rupture Confinement (N. Roux IRSN)



**Applications**  
Chantier de  
désamiantage

Laboratoires de  
sécurité  
(P3, P4 ..)

