

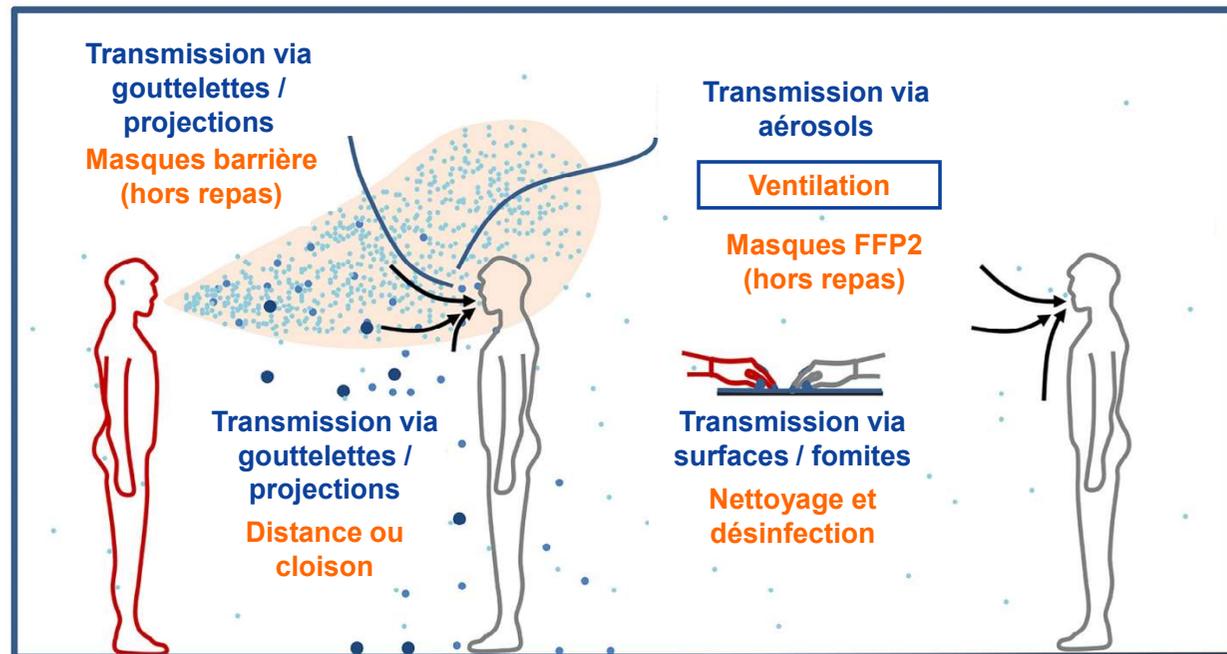
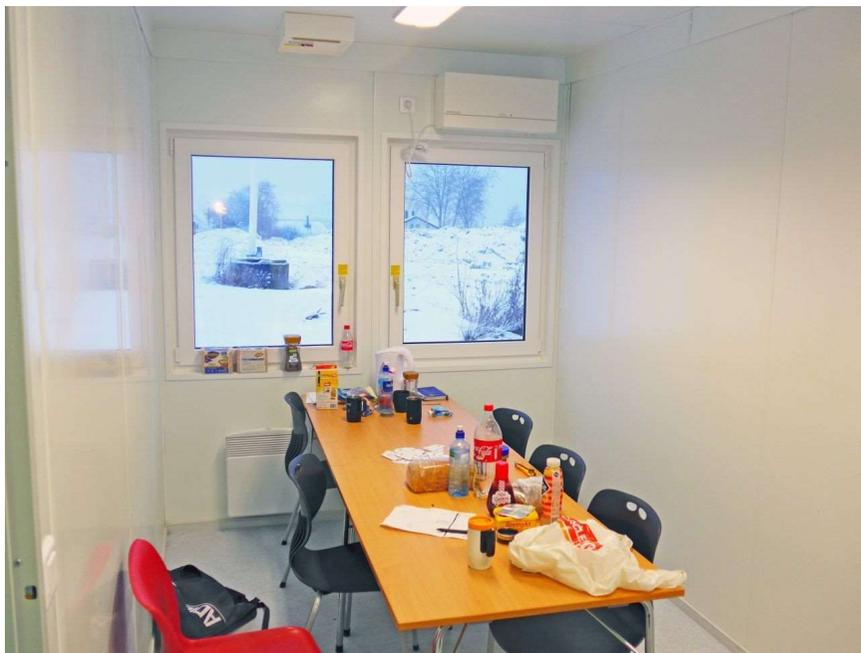


Romain GUICHARD – INRS
Bruno COURTOIS – INRS
Yves CAROMEL – Carsat Nord-Est
Jacques BALZER – Carsat Alsace-Moselle

Ventilation des modules de chantier

PROBLEMATIQUE DE PREVENTION

Gestion des risques de transmission de maladies



PROBLEMATIQUE DE PREVENTION

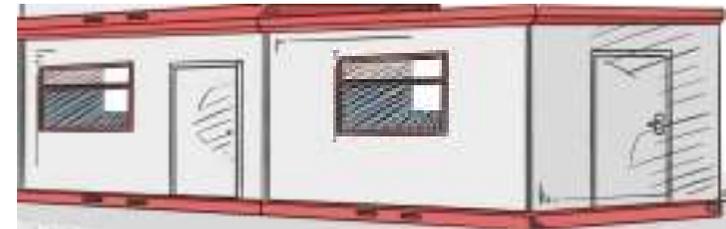
Qualité de l'air intérieur : apports d'air neuf minimaux recommandés

- Débit minimal d'air neuf Code du Travail pour les locaux de restauration : 30 m³/h/occupant
- Recommandations dans les normes, de l'INRS et du HCSP : 50 m³/h/occupant (800 ppm)

Beau temps



Mauvais temps



DÉMARCHE SUIVIE

1) Étude d'un module de chantier sans ventilation mécanique

- Détermination des apports d'air neuf par mesures CO₂
- Simulations d'autres scénarios d'occupation

2) Conception d'un module de chantier ventilé mécaniquement

- Dimensionnement de la ventilation à mettre en œuvre
- Collaboration avec un fabricant pour la réalisation de prototypes
- Vérification des prototypes de modules ventilés

3) Valorisation des résultats

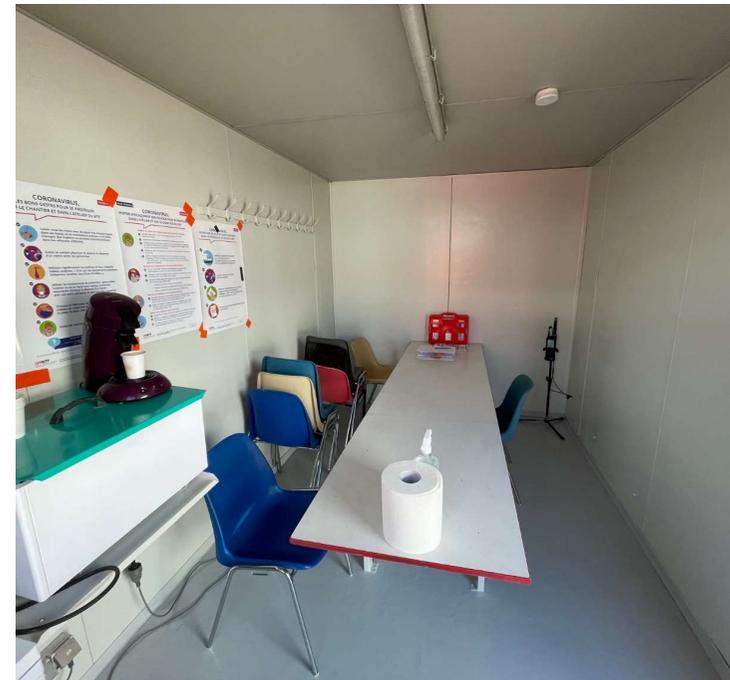
- Présentations aux congrès en ventilation / Rédaction d'articles
- Rédaction d'un cahier des charges à destination des fabricants

01

CONSTATS DE L'EXISTANT

ESSAIS DE TERRAIN

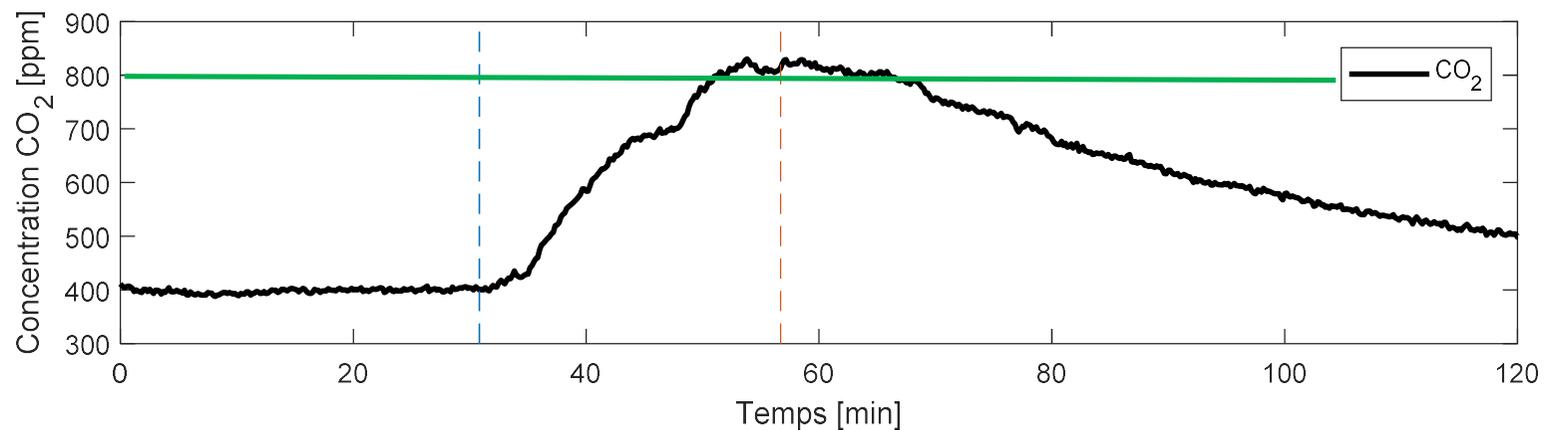
Base vie de type réfectoire / salle de réunion (21 m³)



ESSAIS DE TERRAIN

Repas de 2 personnes (26 minutes)

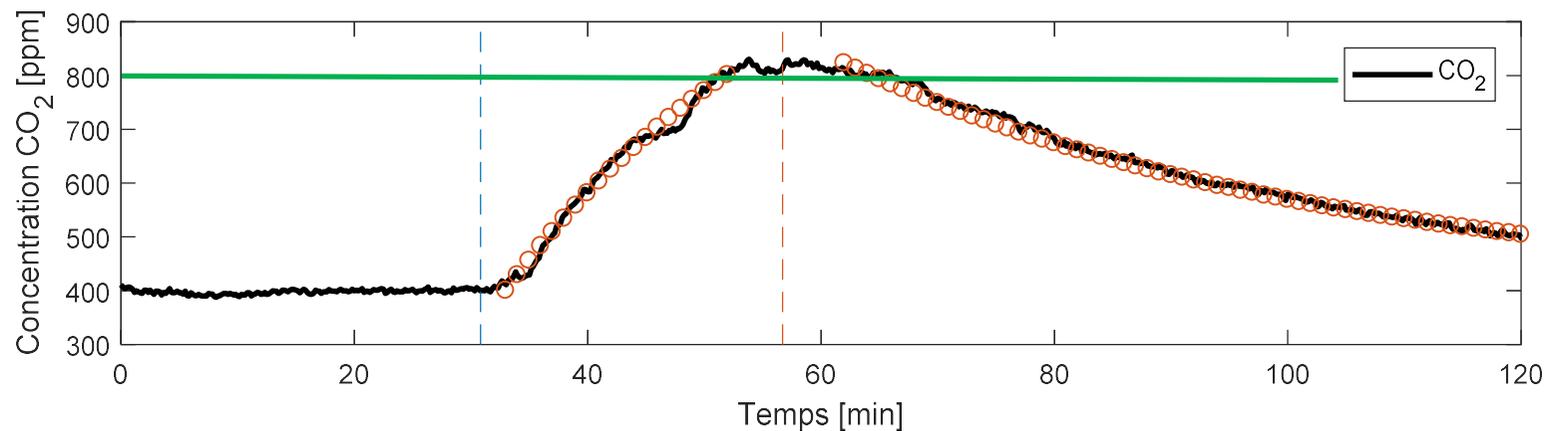
- Suivi de la concentration en CO₂ à l'aide d'un détecteur
 - Température météo : 4 °C
 - Vent météo : 30 km/h



ESSAIS DE TERRAIN

Repas de 2 personnes (26 minutes)

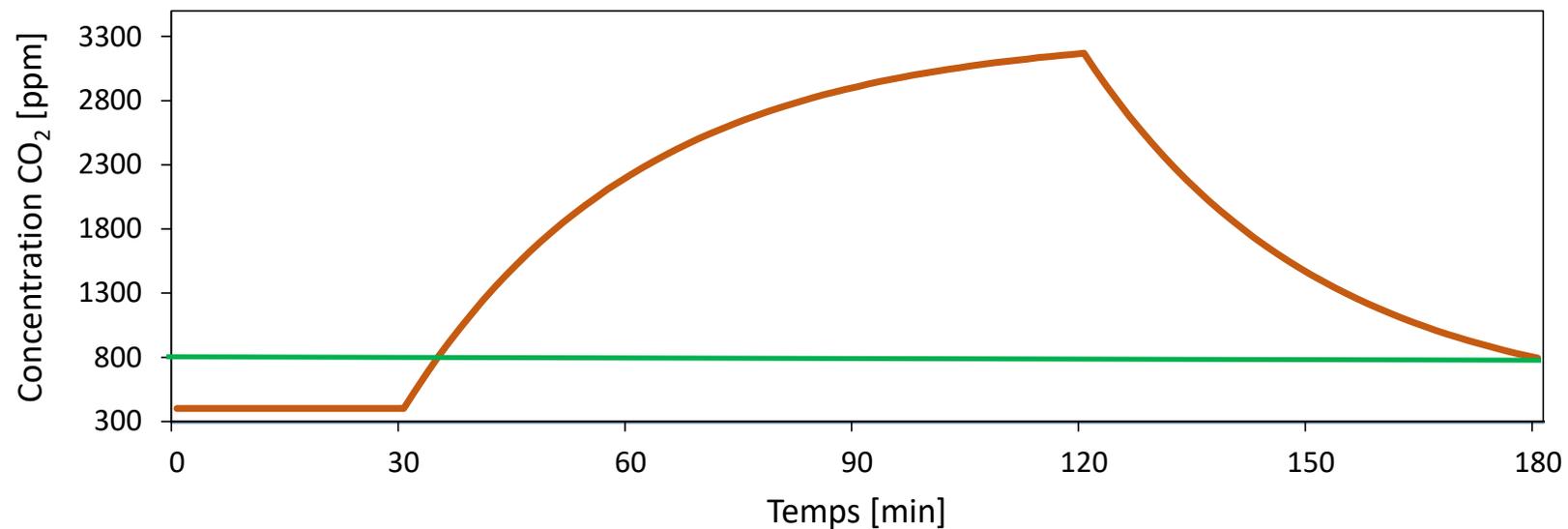
- Détermination des débits d'air neuf - Outil INRS n°97
 - Débit air neuf : $41 \pm 10 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Rappel locaux de restauration et de réunion : $30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{occupant}$



ESSAIS DE TERRAIN

Réunion de 6 personnes (1h30)

- Evolution simulée de la concentration en CO₂ - Outil INRS n°97



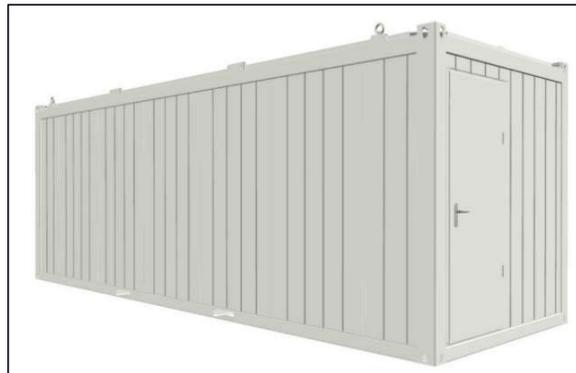
02

CONCEPTION D'UN MODULE DE CHANTIER VENTILÉ

PROJET D'AMÉLIORATION

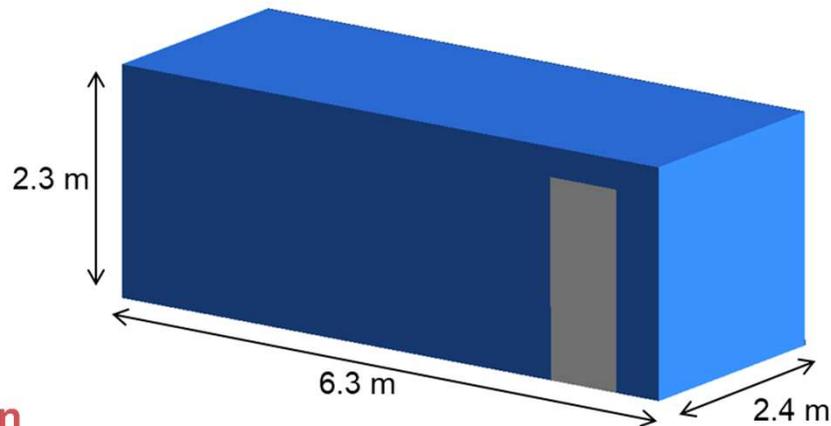
Situation classique : module réfectoire pour 6 personnes

- Permettre la mise en place de parois en plexiglass pour éviter les projections entre personnes en cas de pandémie, sans perturber la circulation d'air
- Installer un dispositif de ventilation assurant un taux de renouvellement d'air conforme aux préconisations actuelles (CO₂ à 800 ppm et 50 m³/h/personne) pour réduire les risques de transmission via aérosols



REPRÉSENTATION DU MODULE VENTILÉ

Dimensions du module



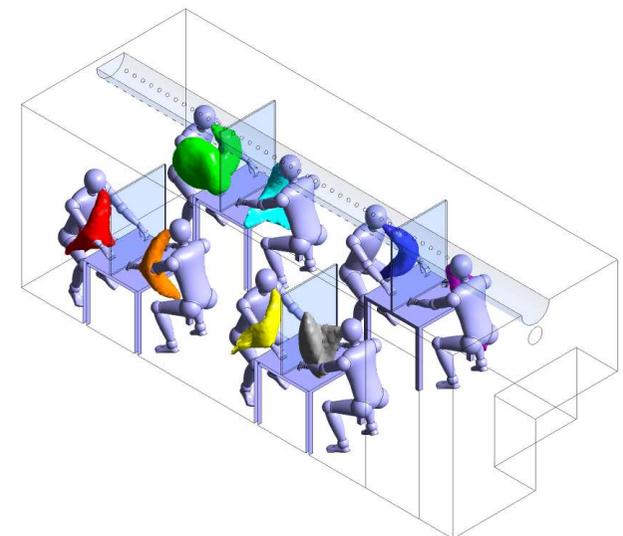
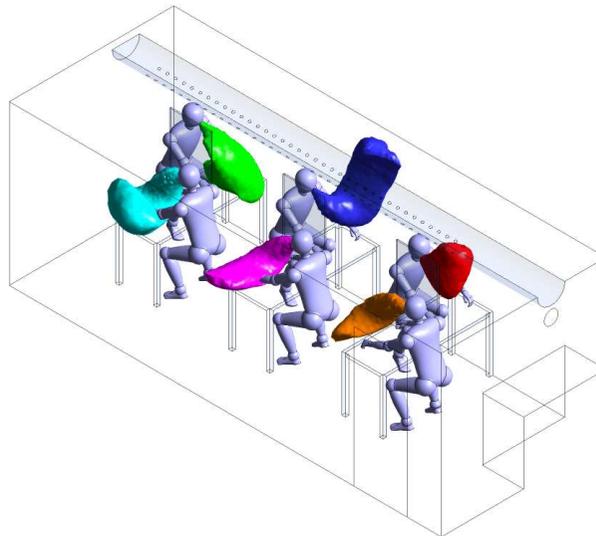
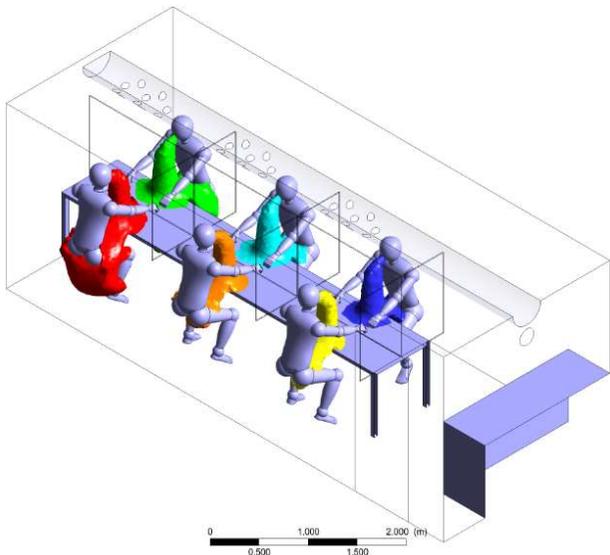
Caractéristiques de ventilation

- Apport d'air neuf en partie haute et extraction en partie basse (contraintes pratiques)
- Doit éviter un brassage important de l'air
- Prise en compte du confort thermique des occupants (vitesses d'air faibles, chauffage statique et préchauffage)
- Récupération de chaleur non nécessaire

SIMULATIONS NUMÉRIQUES

Différents agencements évalués (simulations numériques INRS par Alexandre JENFT)

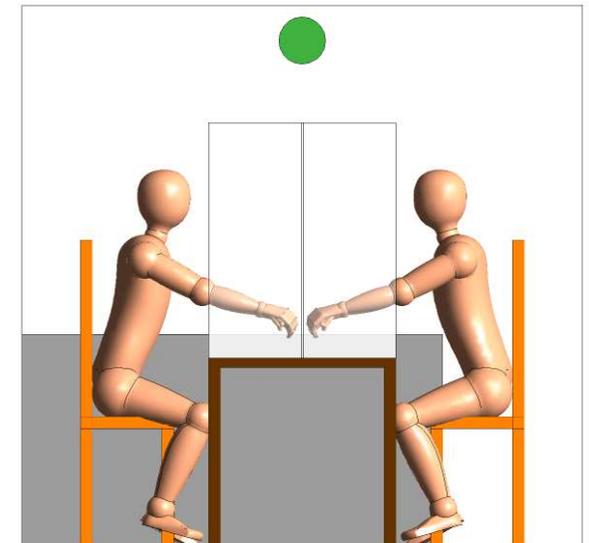
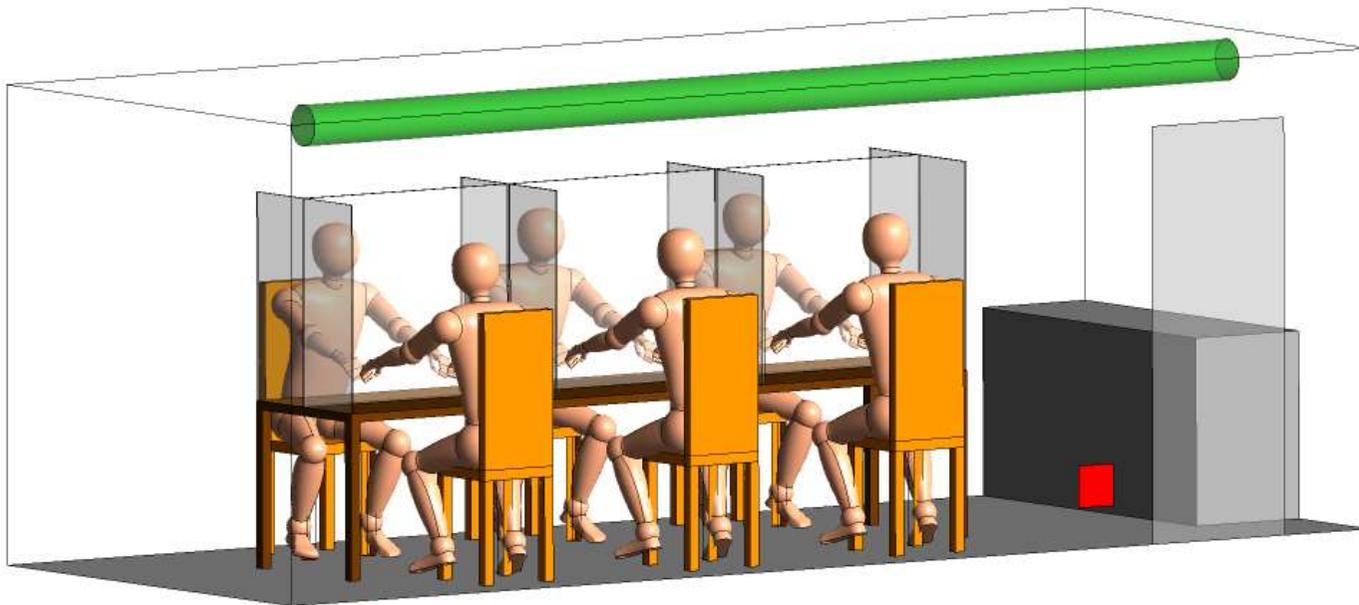
- Débit de l'ordre de 300 m³/h par gaine perforée, vitesse d'air < 0.2 m/s aux visages
- Contours de la concentration en CO₂ produit par chaque personne > 1000 ppm



SIMULATIONS NUMÉRIQUES

Différents agencements évalués (simulations numériques INRS par Alexandre JENFT)

- Couple agencement/ventilation retenu en réfectoire 6 personnes



03

RÉALISATION ET VÉRIFICATION DES PROTOTYPES

RÉALISATION DES MODULES VENTILÉS

Fabricant de modules de chantier

- Groupe GSCM 

Deux entreprises mobilisées via contrats de prévention

- Entreprise de bâtiment basée à Guebwiller (68) SCOOP 89 salariés



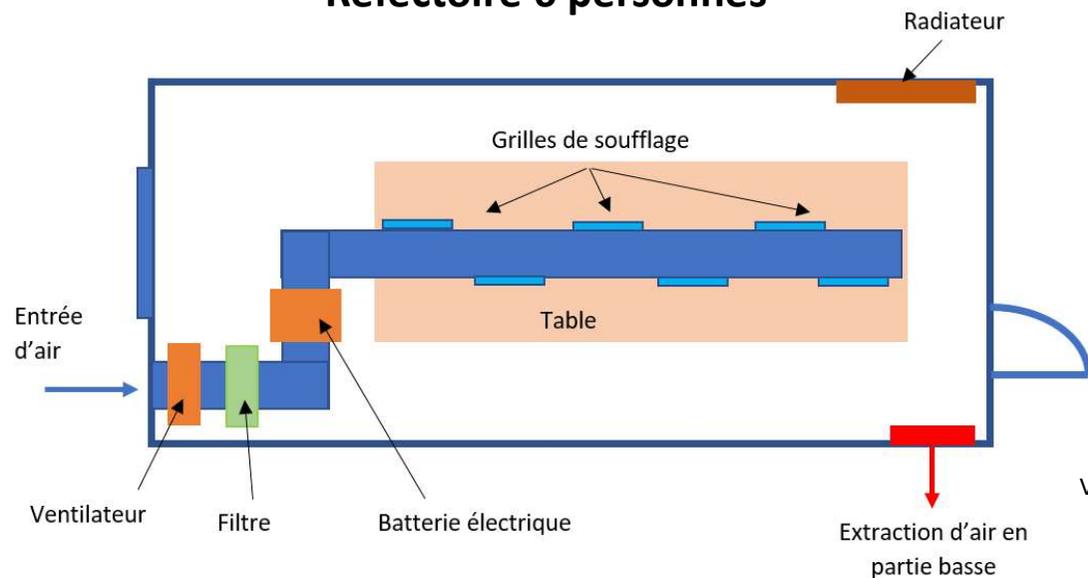
- Entreprise de Travaux Publics basée à Dabo (57) et Oberschaeffolsheim (67) 316 salariés



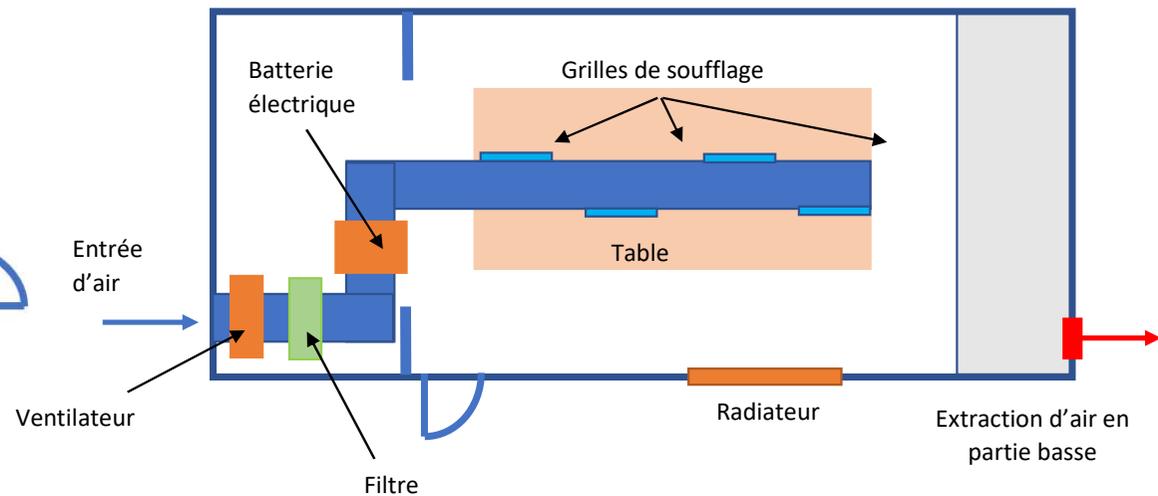
RÉALISATION DES MODULES VENTILÉS

Aperçu des configurations réalisées

- Réfectoire 6 personnes



- Vestiaire + réfectoire 4 personnes



VÉRIFICATION DES PROTOTYPES

Déroulement des essais

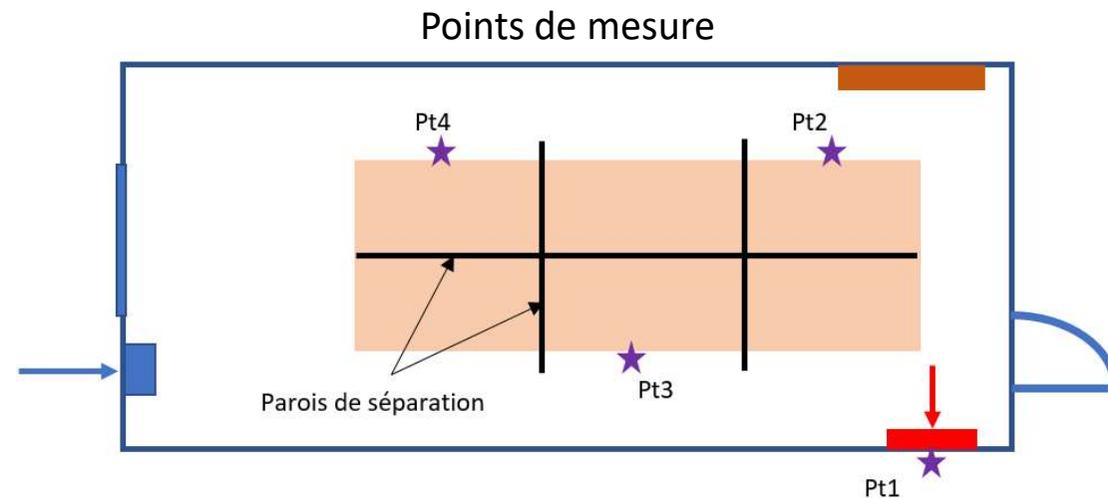
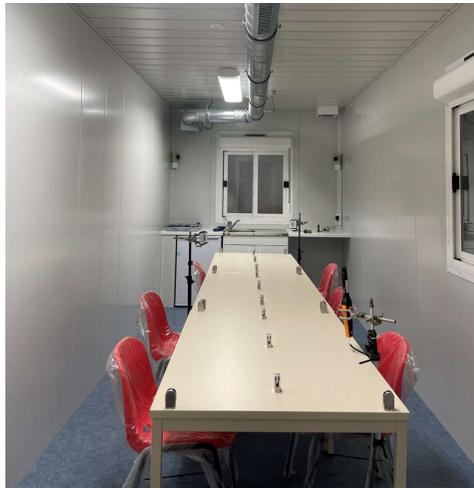
- Réglage des grilles de soufflage (orientation), des températures de chauffage statique et de préchauffage, des débits soufflé et extrait, vérification des flux au fumigène



VÉRIFICATION DES PROTOTYPES

Déroulement des essais

- Mesures des vitesses d'air au niveau des occupants, du niveau de bruit au centre du bungalow, de la décroissance de concentration en CO₂ en différents points (avec et sans parois plexiglas)



VÉRIFICATION DES PROTOTYPES

Quelques résultats

- Vitesses d'air confortables ($< 0,2$ m/s), niveau de bruit correct (48 – 50 dBA)
- Diffusion d'air adaptée après réglage de la direction et de la température d'air soufflé

Débit équivalent à la décroissance en CO₂ mesurée

- Réfectoire 6 personnes

Ecart relatif par rapport au débit théorique		
	Avec parois	Sans parois
Pt 1 (extraction)	0,8 %	7,9 %
Pt 2	7,1 %	7,9 %
Pt 3	12,5 %	15,4 %
Pt 4	2,9 %	5 %

- Vestiaire + réfectoire 4 personnes

Ecart relatif par rapport au débit théorique	
	Avec parois
Pt 1	9,4 %
Pt 2	9,4 %
Pt 3	6,3 %
Pt 4	9,4 %
Pt 5 (extraction)	9,4 %

04

VALORISATION DES RÉSULTATS

VALORISATION DES RÉSULTATS

Congrès en ventilation (un réalisé, un prévu cette année)

- Ventilation 2022 (Toronto), RoomVent 2024 (Stockholm)



Rédaction d'articles (un réalisé, un prévu cette année)

- Scientifique : constats de terrain + simulations pour la conception + vérification par mesures
- Prévention : partage aux préventeurs et employeurs, contenu idem présentation

Brochure INRS (en cours)

- Rédaction d'un cahier des charges à destination des fabricants

05

APERÇU DU CAHIER DES CHARGES

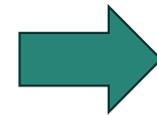
APERÇU DU CAHIER DES CHARGES

Rédaction par groupe de travail INRS

- Avec la participation de C. David (Risque biologique) et A. Roméro-Hariot
- Sur la base de l'étude et des prototypes réalisés

Projection du document avec points-clés

- Spécifications pour la ventilation (soufflage, filtration, etc.)
- Réception de l'installation
- Dossier d'installation
- Formation



MERCI