

Méthodes expérimentales pour mieux caractériser l'étanchéité à l'air: méthodes acoustique et Infra-rouge

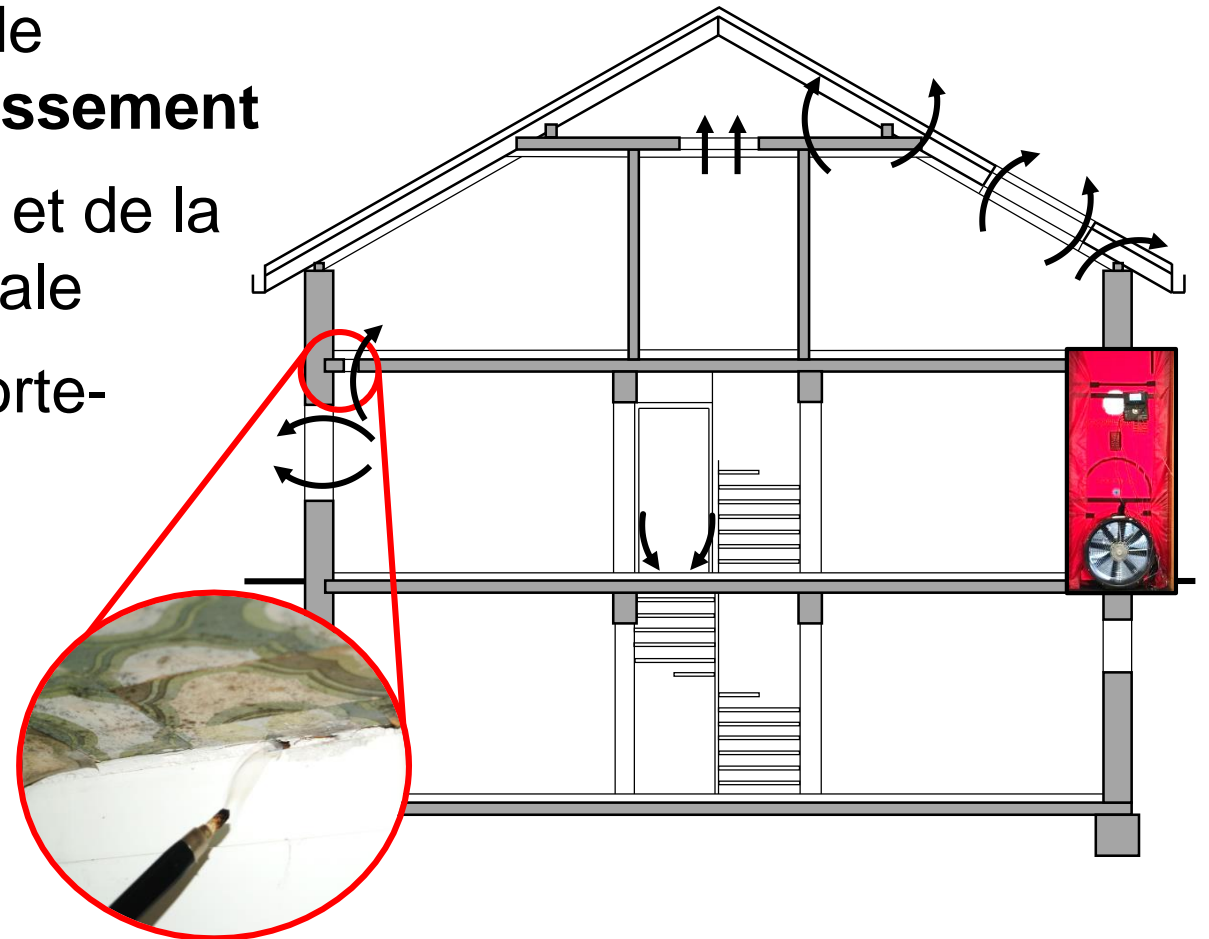
Benedikt Kölsch – Cerema / DLR (Centre Aérospatial Allemand)

21.06.2023



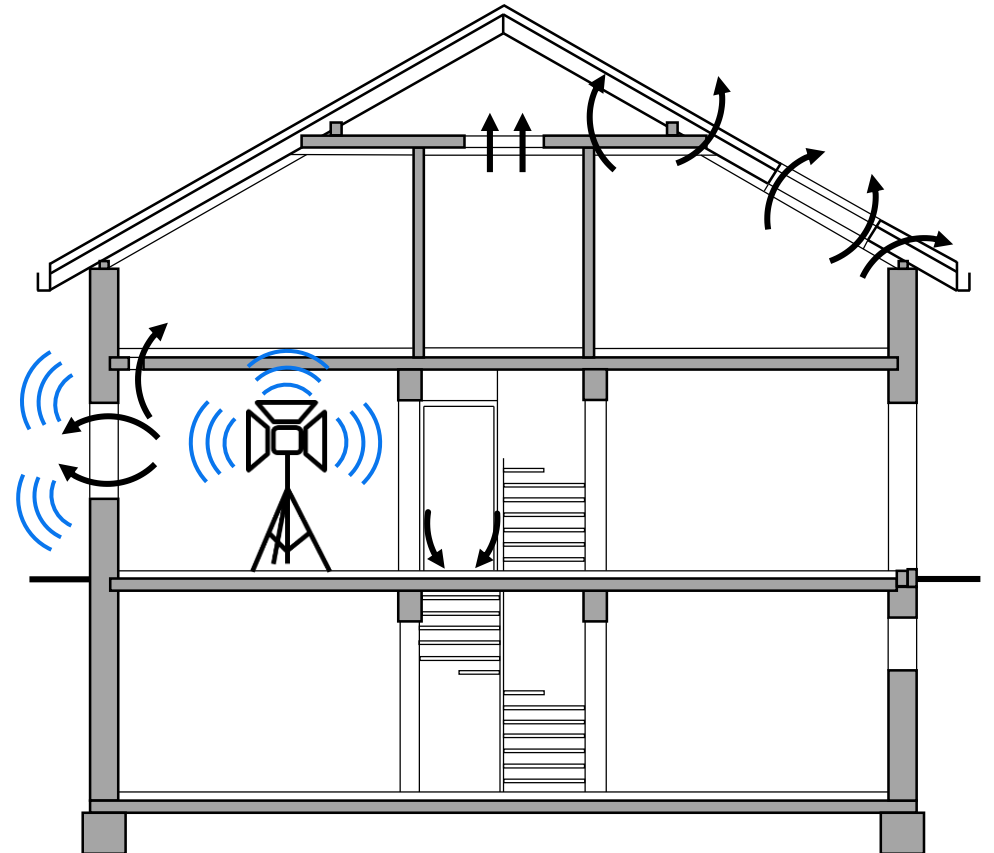
Motivations

- **Infiltrations d'air** dans les bâtiments → responsables d'une part importante de l'énergie de **chauffage** et de **refroidissement**
- **La connaissance** de la **localisation** et de la **taille** des fuites du bâtiment est cruciale
- **La détection des fuites** avec une porte-soufflante est **chronophage**



Approche acoustique

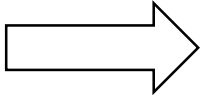
- **Le son** prend généralement les mêmes **chemins** que ceux pris par l'**air** pendant un test de pressurisation
- Approche possible pour identifier la localisation des fuites de l'enveloppe d'un bâtiment : **réseau de micros + hauts-parleurs**
- **Avantages :**
 - Indépendant des différences de pression et de température
 - Possibilité d'analyser de grandes surfaces



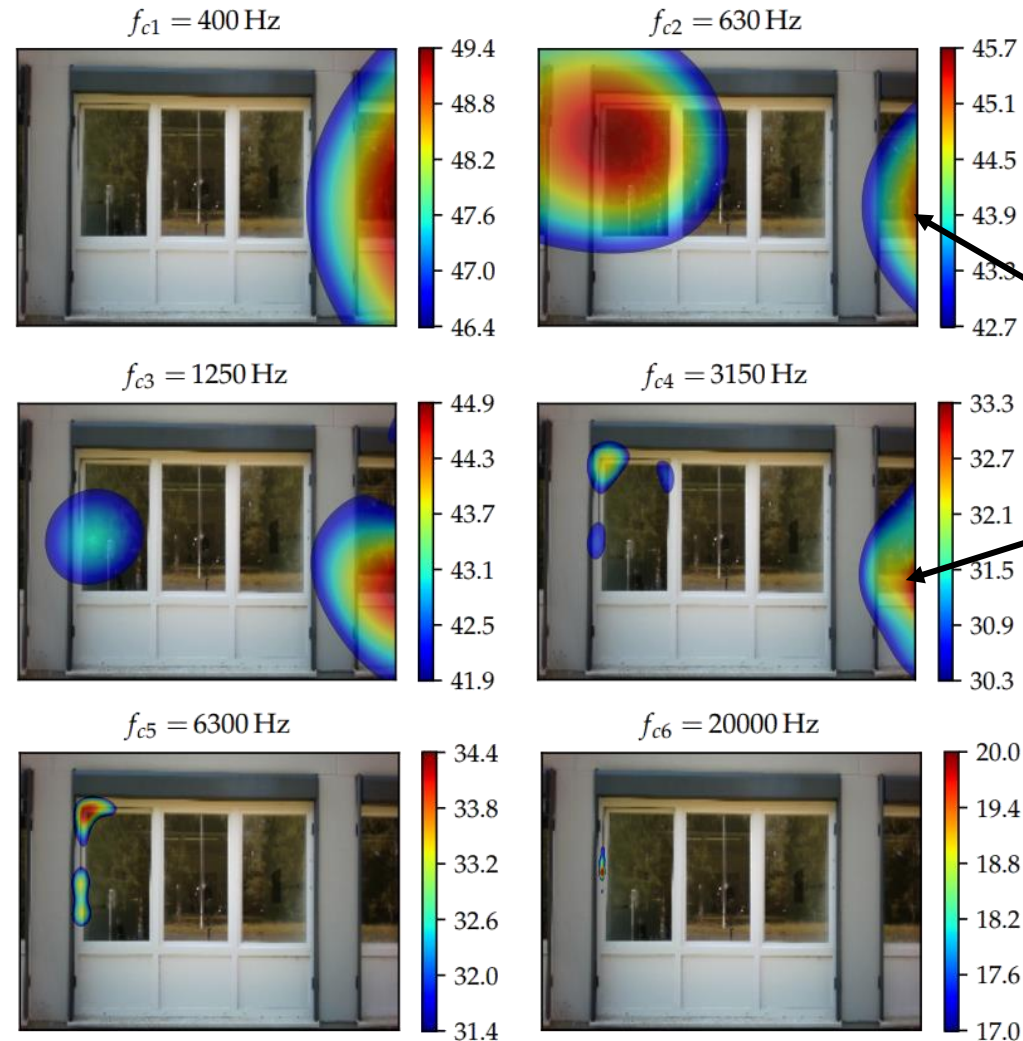
Configuration des mesures acoustiques



Configuration des mesures acoustiques

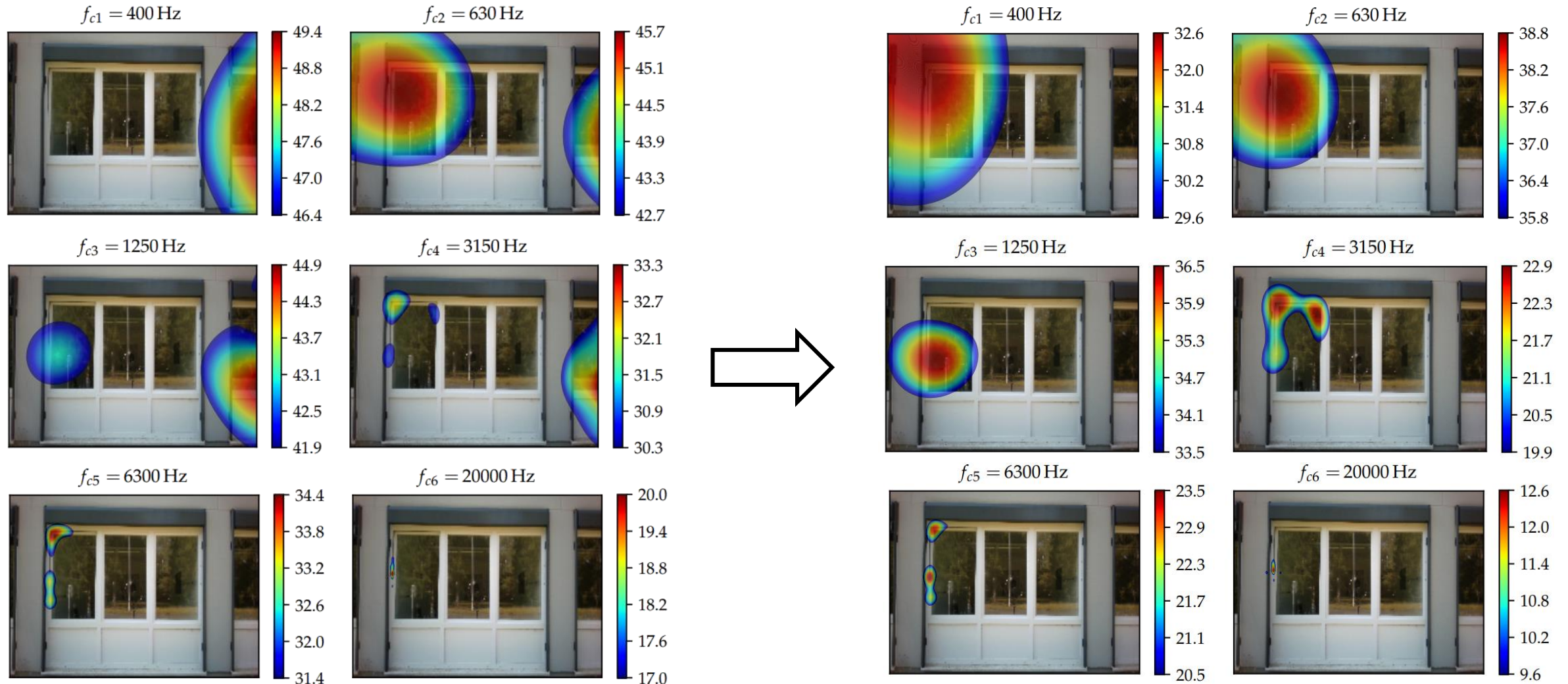


Mesure acoustique : Fenêtre oscillo-battante

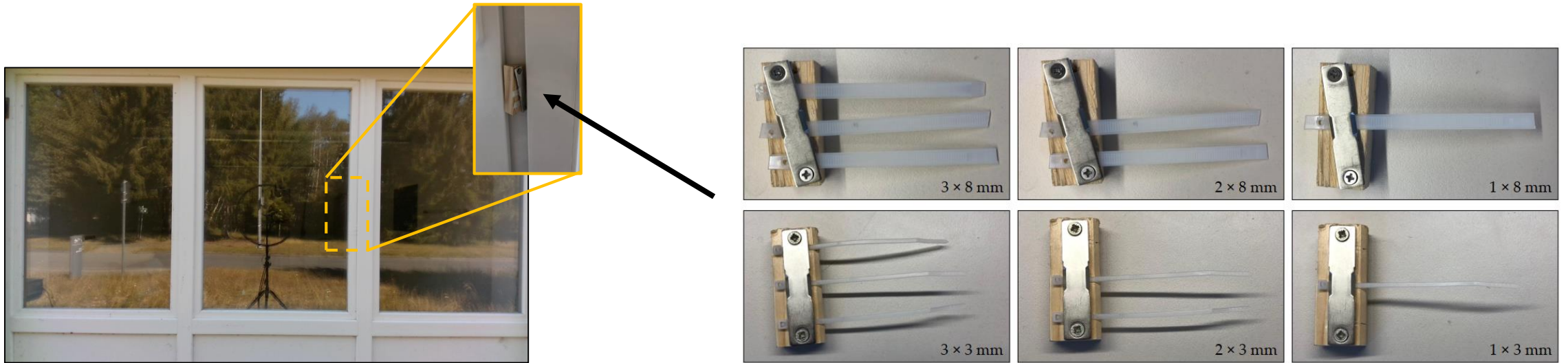


Source sonore
perturbatrice extérieure

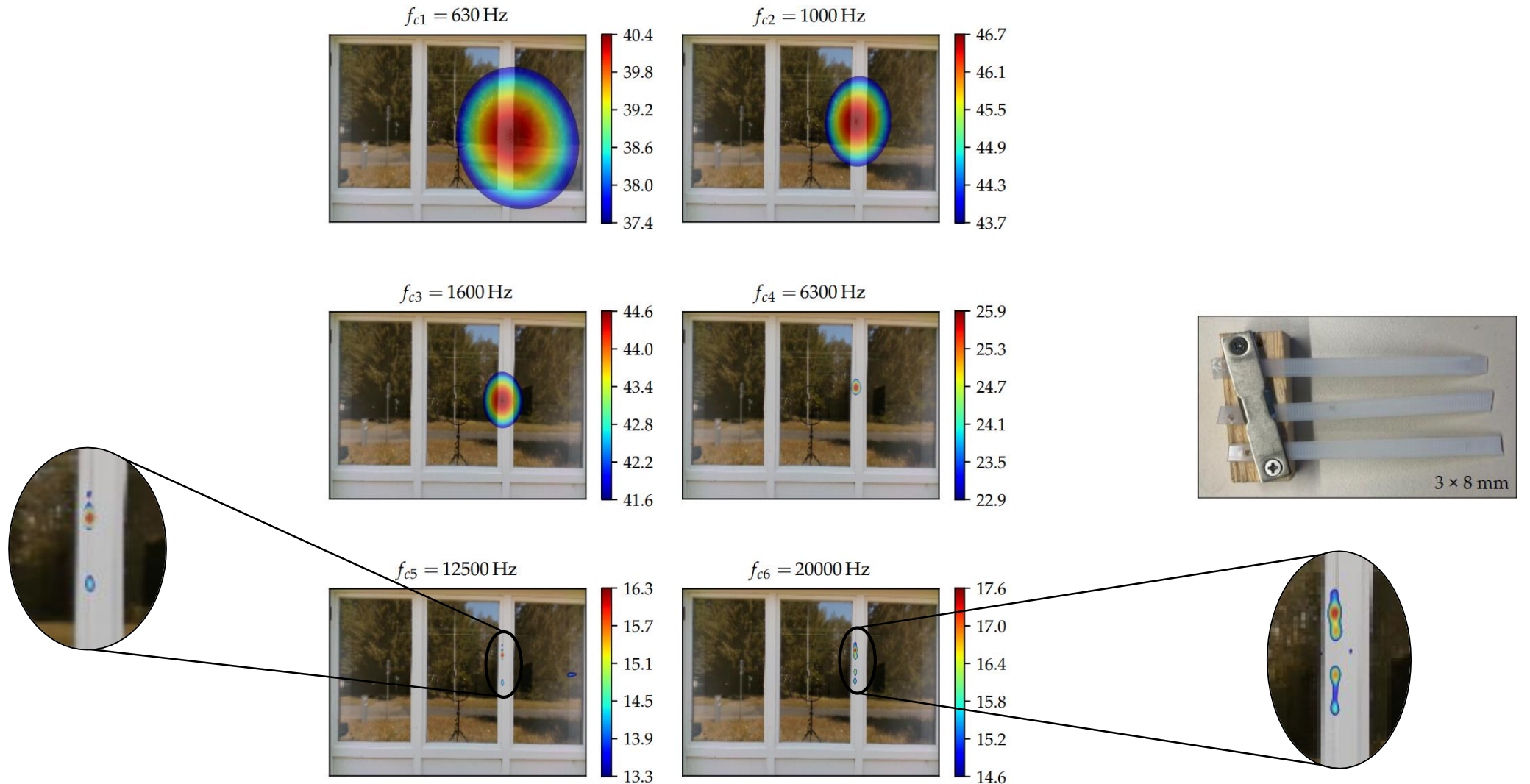
Mesure acoustique : Fenêtre oscillo-battante



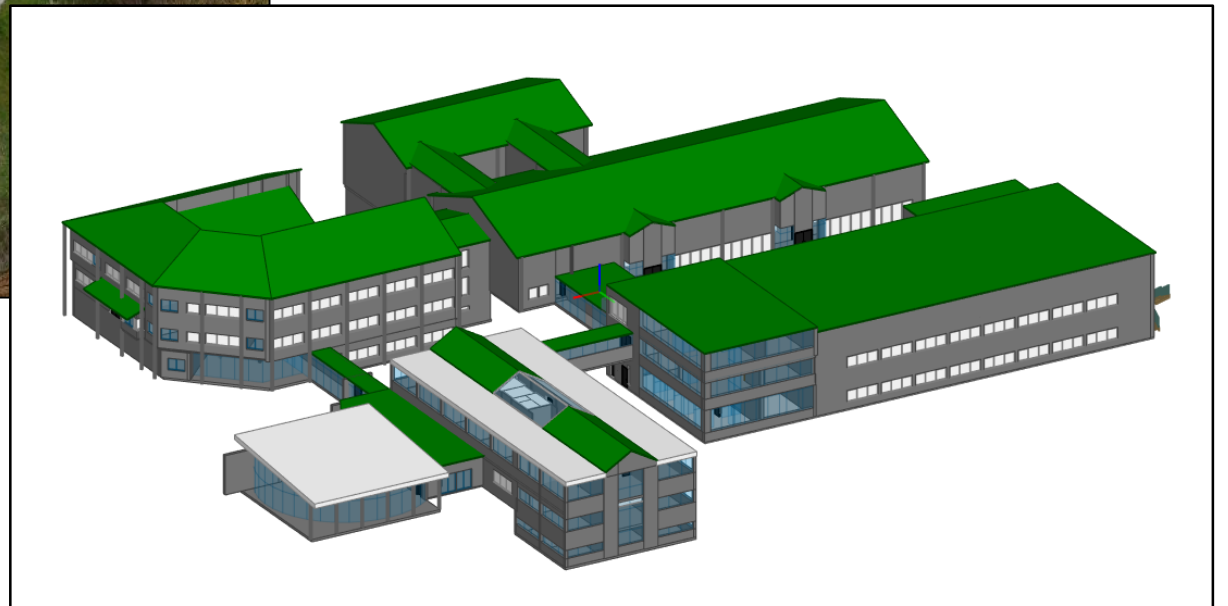
Mesure acoustique : fenêtre avec fuites additionnelles volontaires



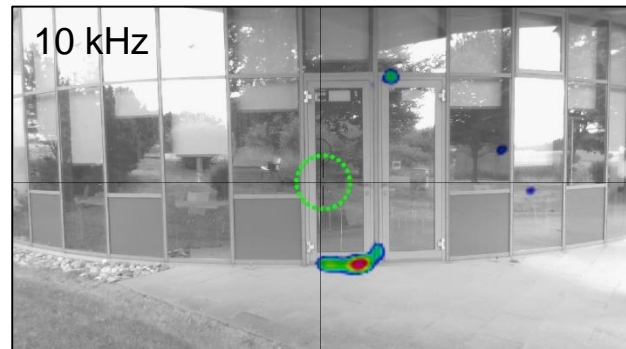
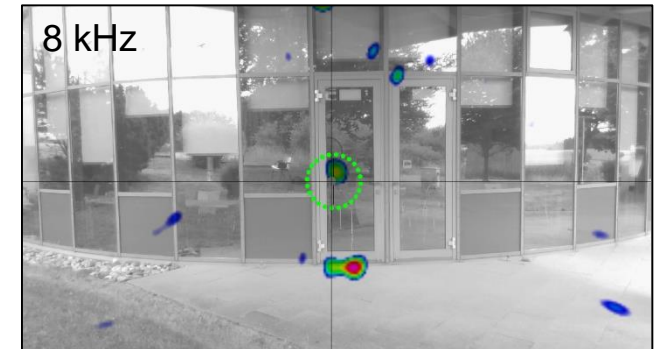
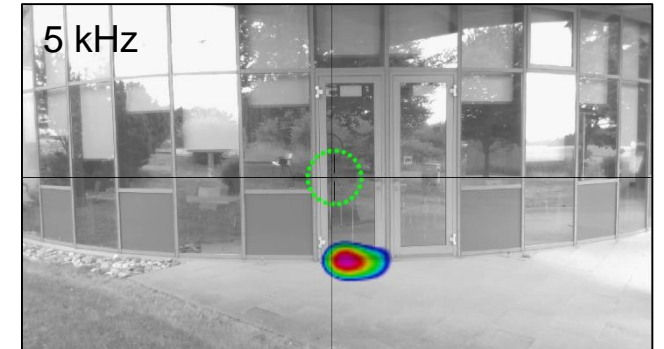
Mesure acoustique : fenêtre avec fuites additionnelles volontaires



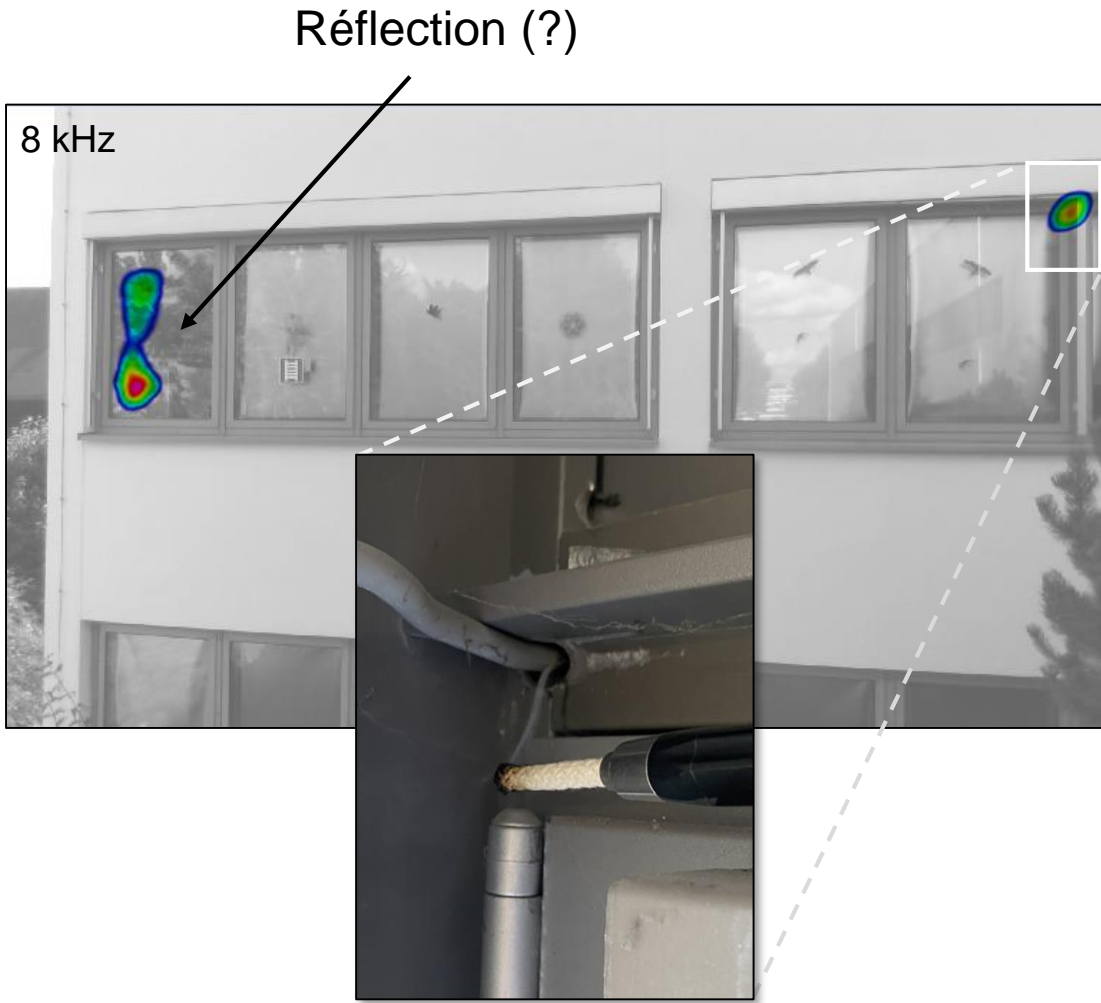
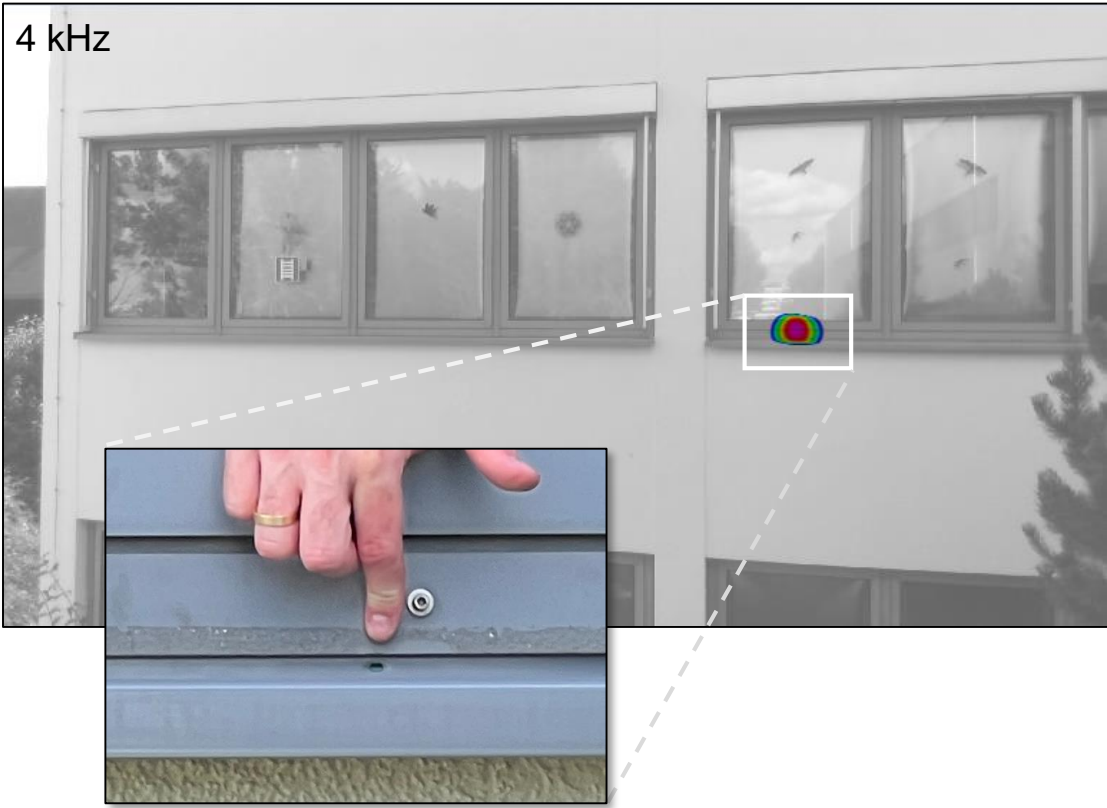
Mesure acoustique : Etude à grande échelle



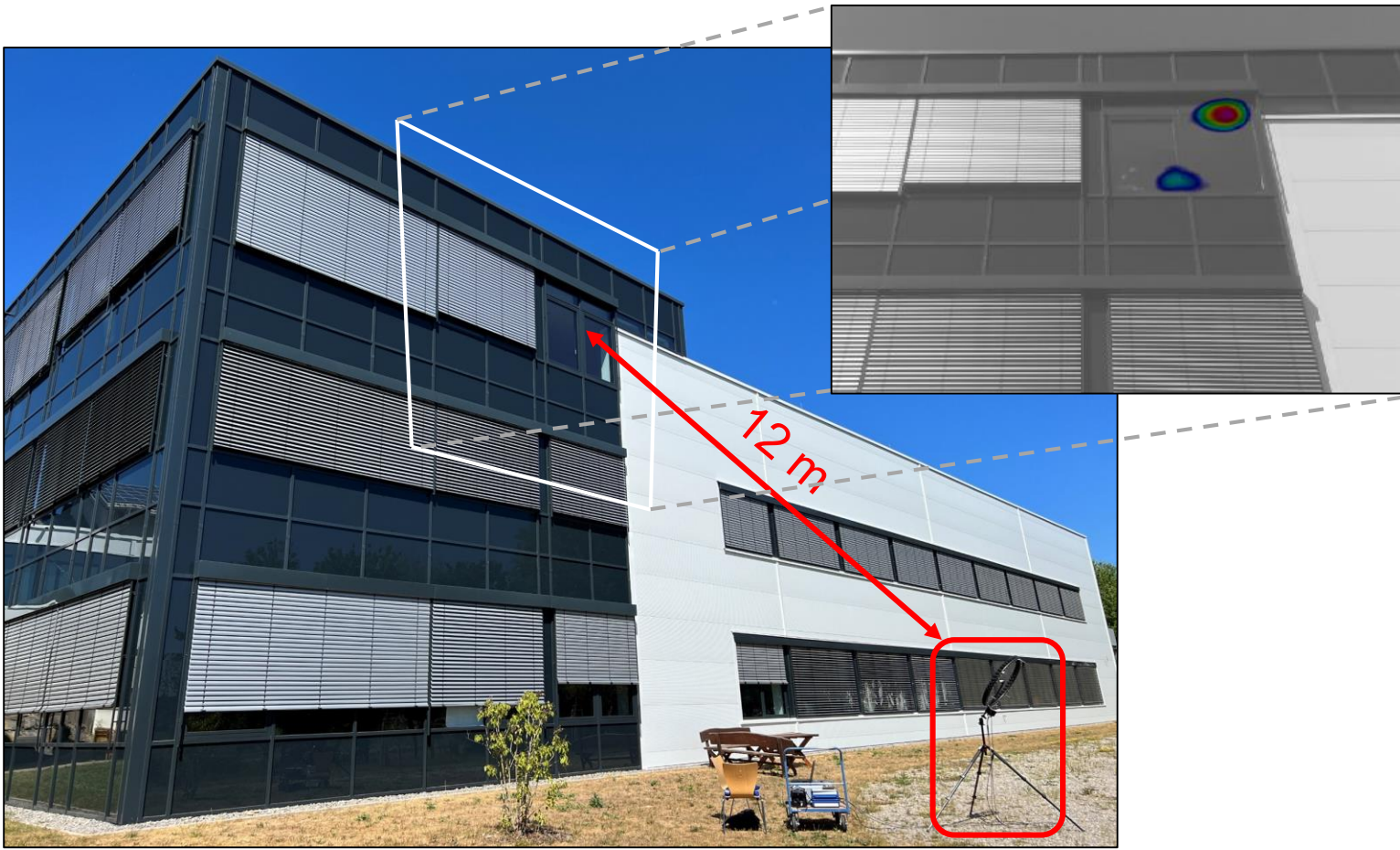
Mesure acoustique : detection de fuites sur une façade entière



Mesure acoustique : confirmation visuelle des fuites détectées

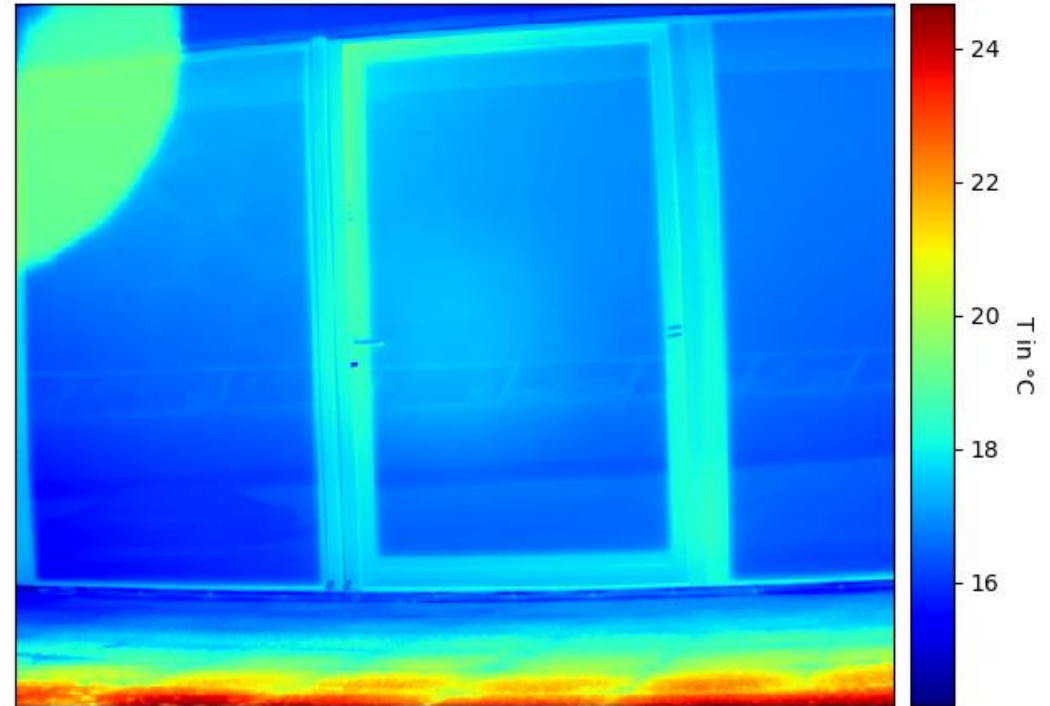


Mesure acoustique : réalisable à longue distance



Mesure Infra-rouge par l'extérieur

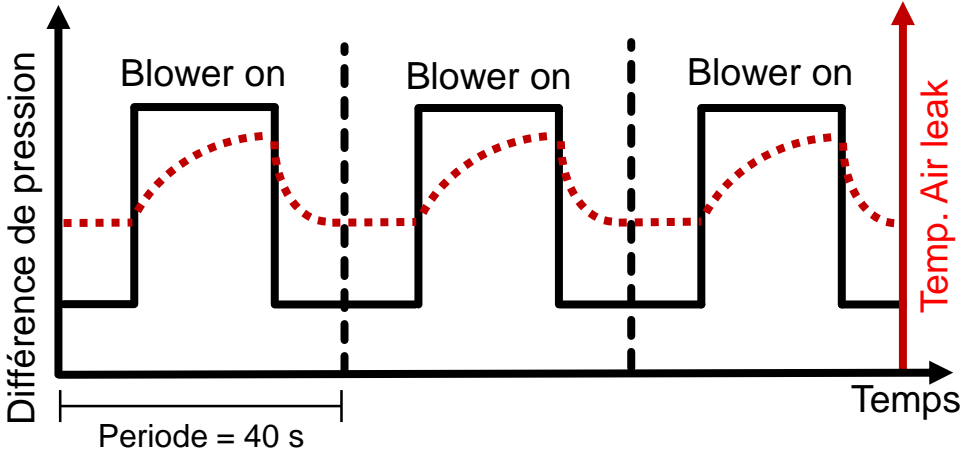
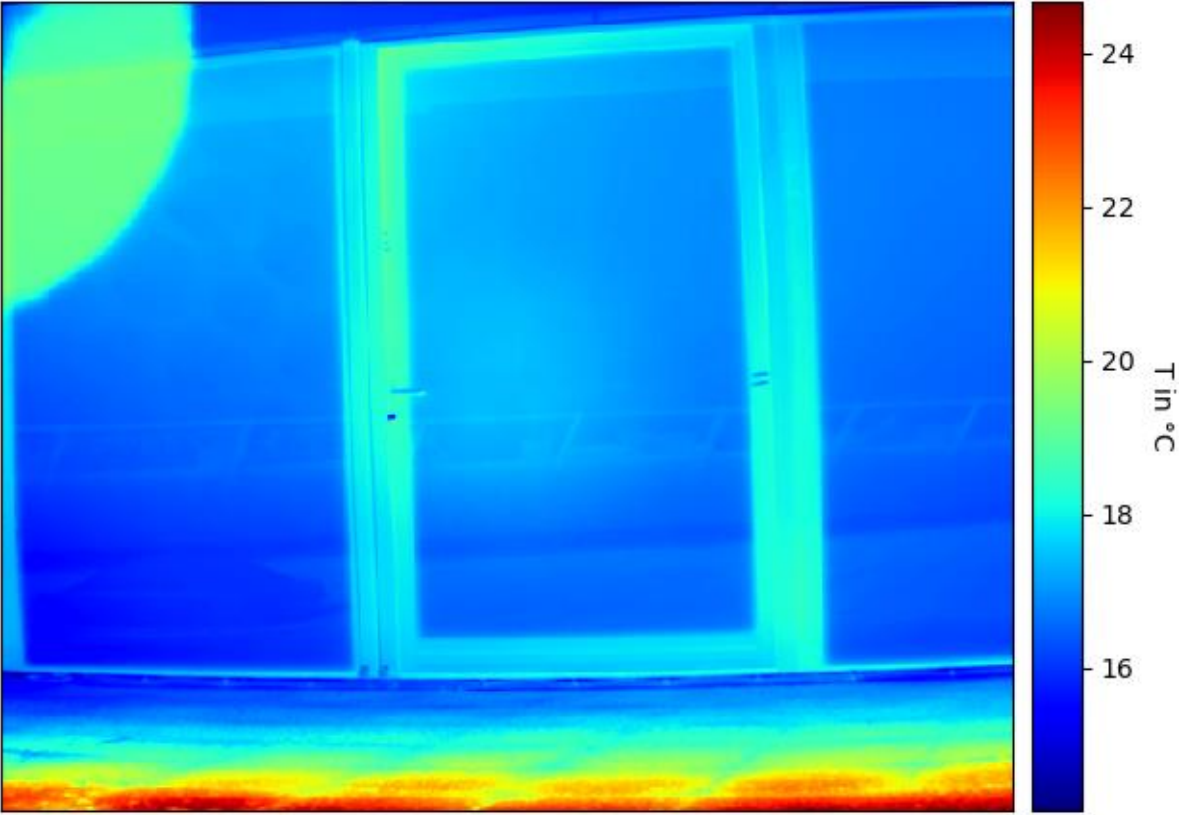
- Autre méthode possible pour détecter les fuites : **Thermographie Infra-rouge**
- Contraintes pour les mesures IR :
 - Importantes différences de température entre l'intérieur et l'extérieur
 - Différences de température stables
 - Pas de radiation solaire
 - Vitesse de vent faible



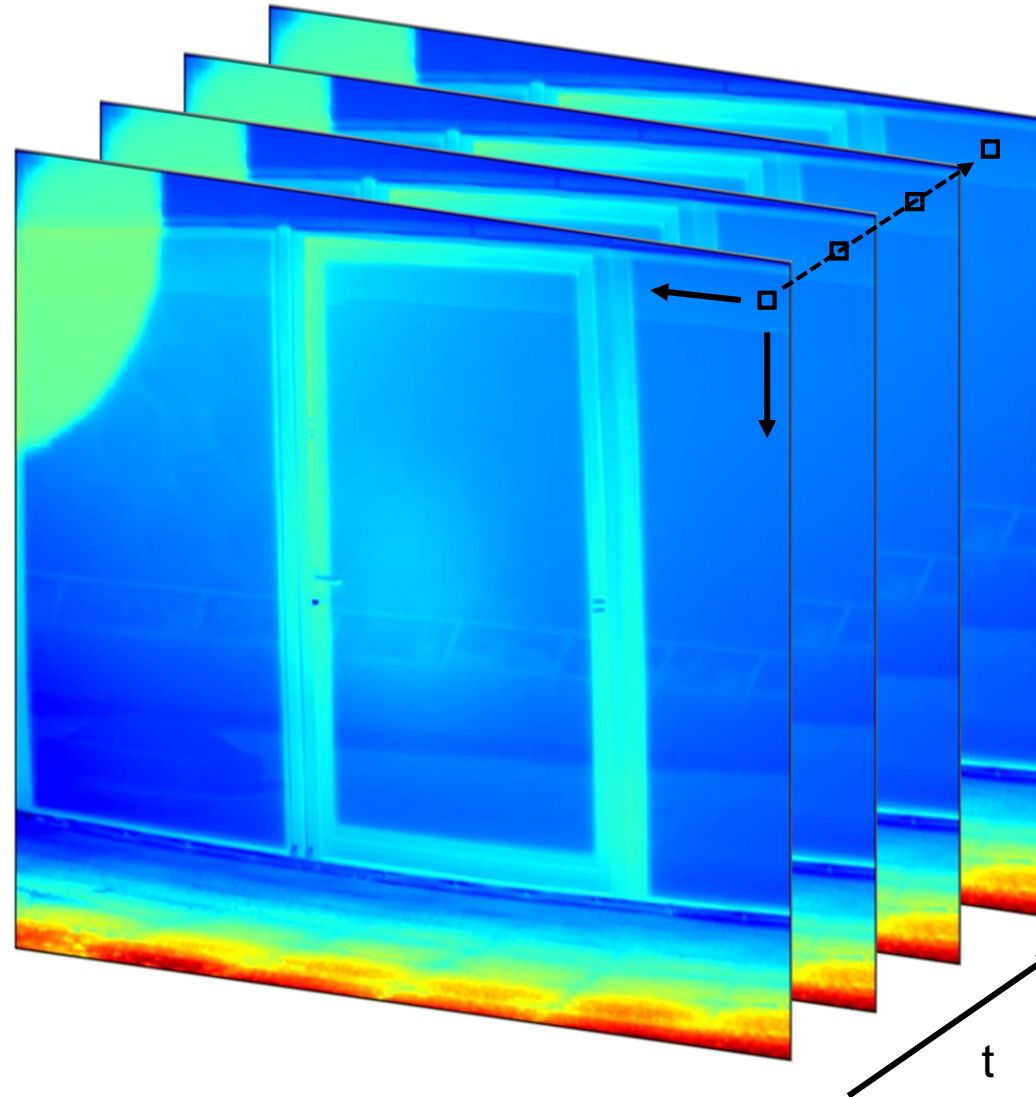
Configuration de la mesure infrarouge



Mesure Infra-rouge par l'extérieur



Série temporelle de mesures infrarouges



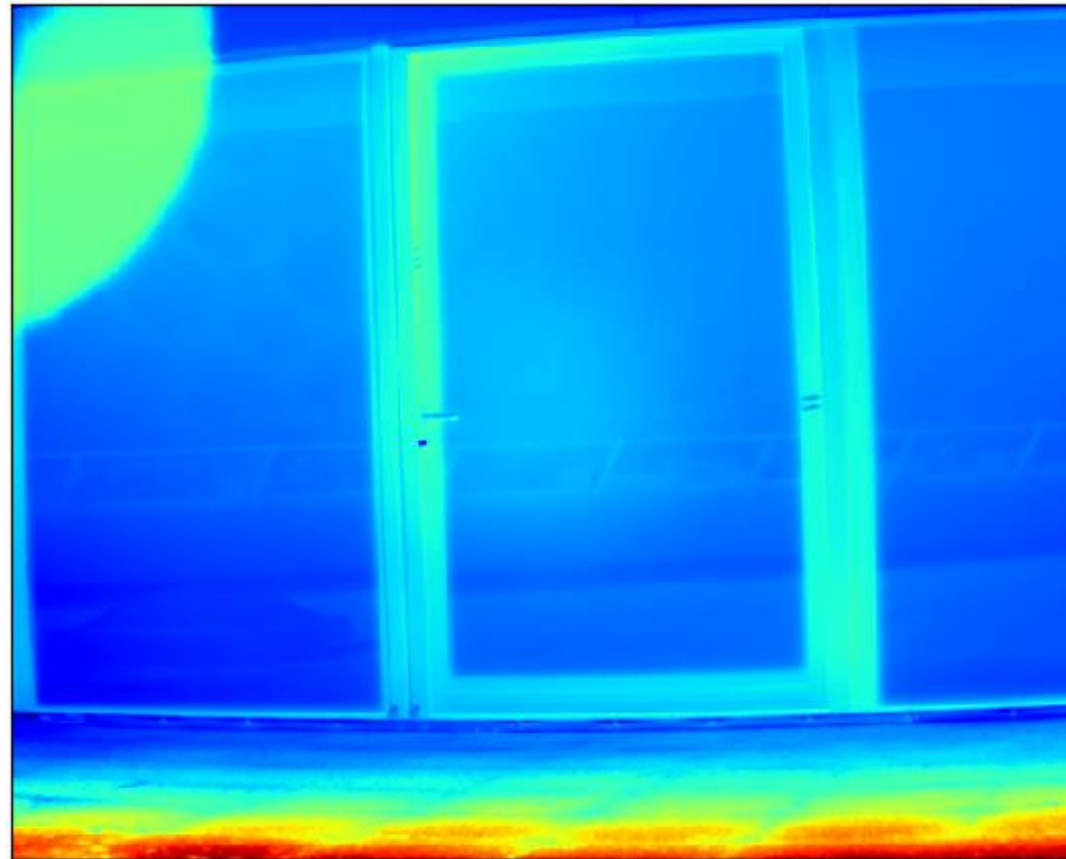
Transformation de Fourier

$$\tilde{T}_k = \sum_{n=0}^{N-1} T_n e^{-i 2\pi n k / N} = \text{Re}_k + i \text{Im}_k$$

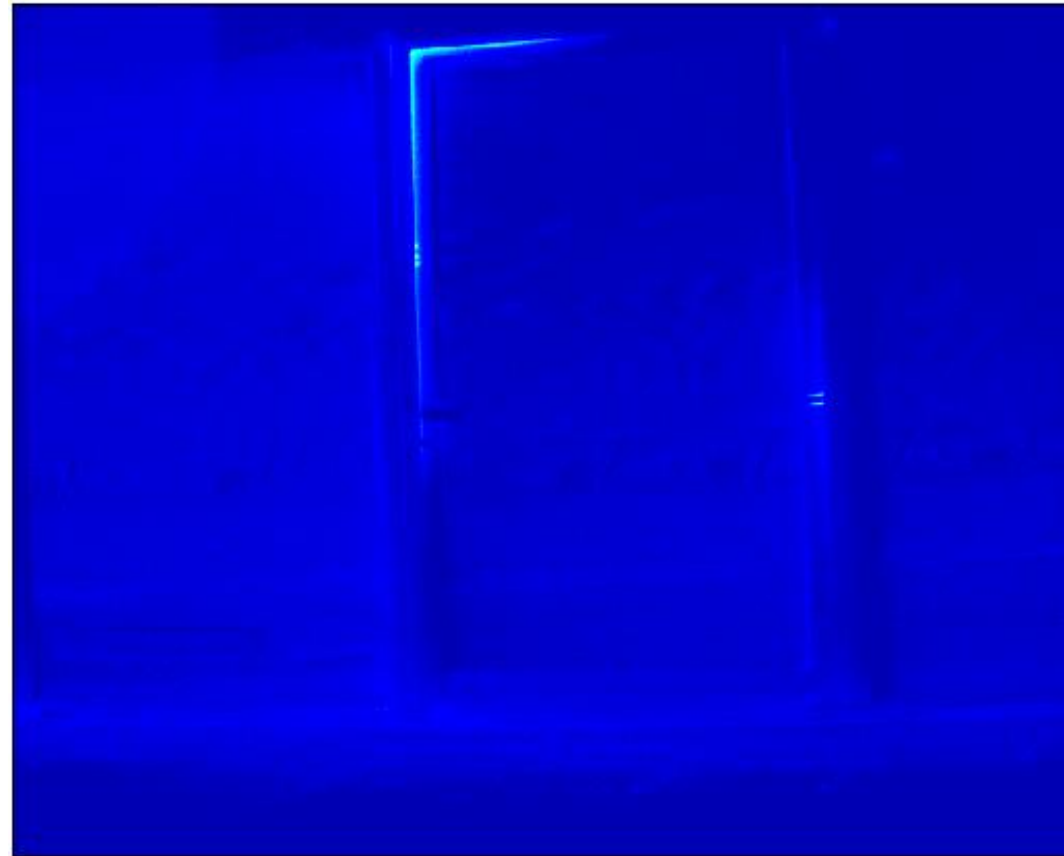
Amplitude et Phase

$$A_k = \sqrt{\text{Re}_k^2 + \text{Im}_k^2}$$
$$\varphi_k = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im}_k}{\text{Re}_k} \right)$$

Mesure par thermographie active “lock-in”

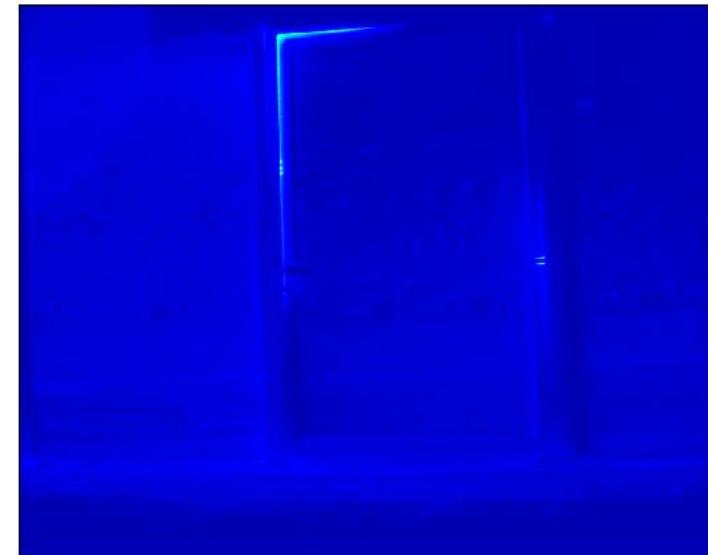


Mesure par thermographie active "lock-in"



Synthèse

- **Nouvelles méthodes acoustique et thermographie active** sont développées et appliquées pour la visualisation des fuites
- Possible **identification rapide des fuites** sur toutes les façades d'un bâtiment
- Méthodes **moins sensibles** aux changements des conditions ambiantes
- Travaux en cours pour **combinaison des deux méthodes**





Thank you!

Dr.-Ing. Benedikt Kölsch
Cerema
benedikt.koelsch@cerema.fr

