



Étude de la transmission sonore à travers les protecteurs auditifs et application d'une méthode pour évaluer leur efficacité effective en milieu de travail.

Partie 2 : étude préliminaire d'une modélisation des protecteurs auditifs par éléments finis ■

Franck Sgard, Hugues Nélisse, Jérôme Boutin

Marc-André Gaudreau, Jérémie Voix, Frédéric Laville

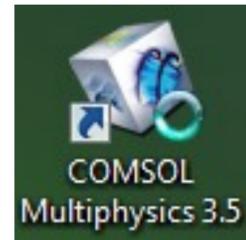
Objectifs

1.
Effectuer
un modèle
éléments

2. Evaluer
le modèle
numérique
par

3. Identifier
les
principales
difficultés

Démarche scientifique



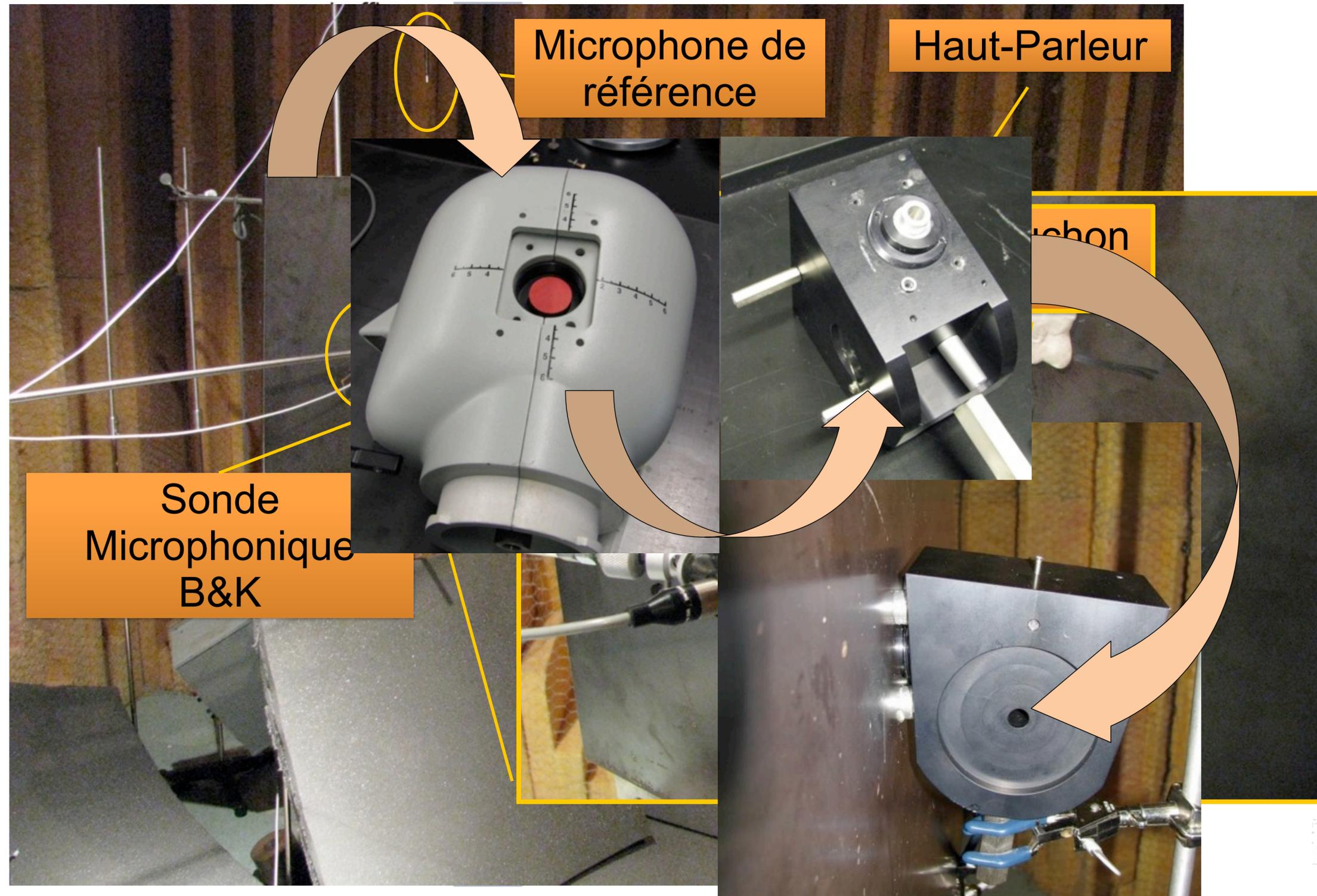
Utilisation
du logiciel
éléments

Evaluation du
modèle avec
ces dispositifs

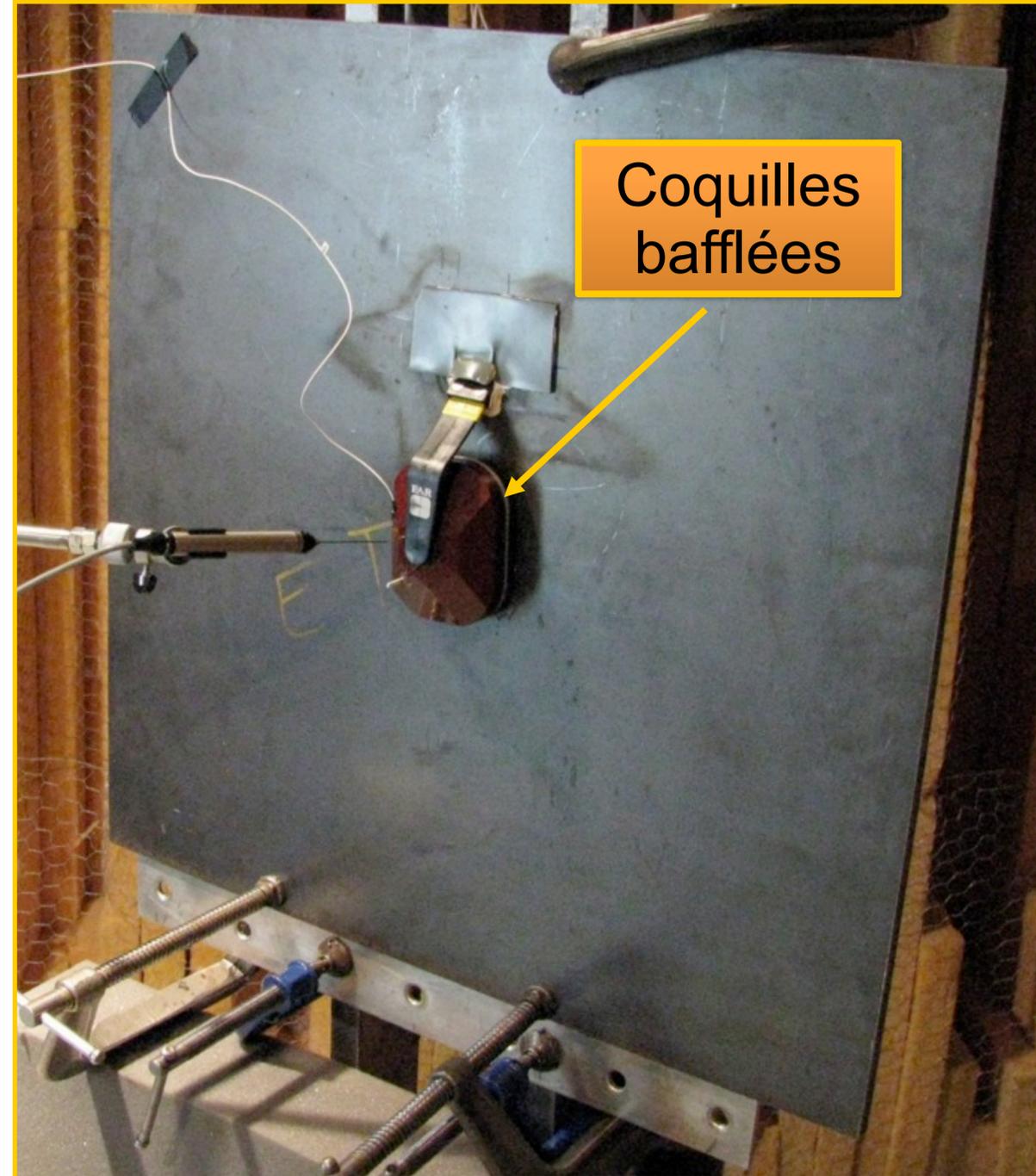
Mise au point
des dispositifs
expérimentaux
de validation

Dispositif expérimental (bouchons)

Bouchon excité acoustiquement dans une chambre semi-anéchoïque



Dispositif expérimental (coquilles)

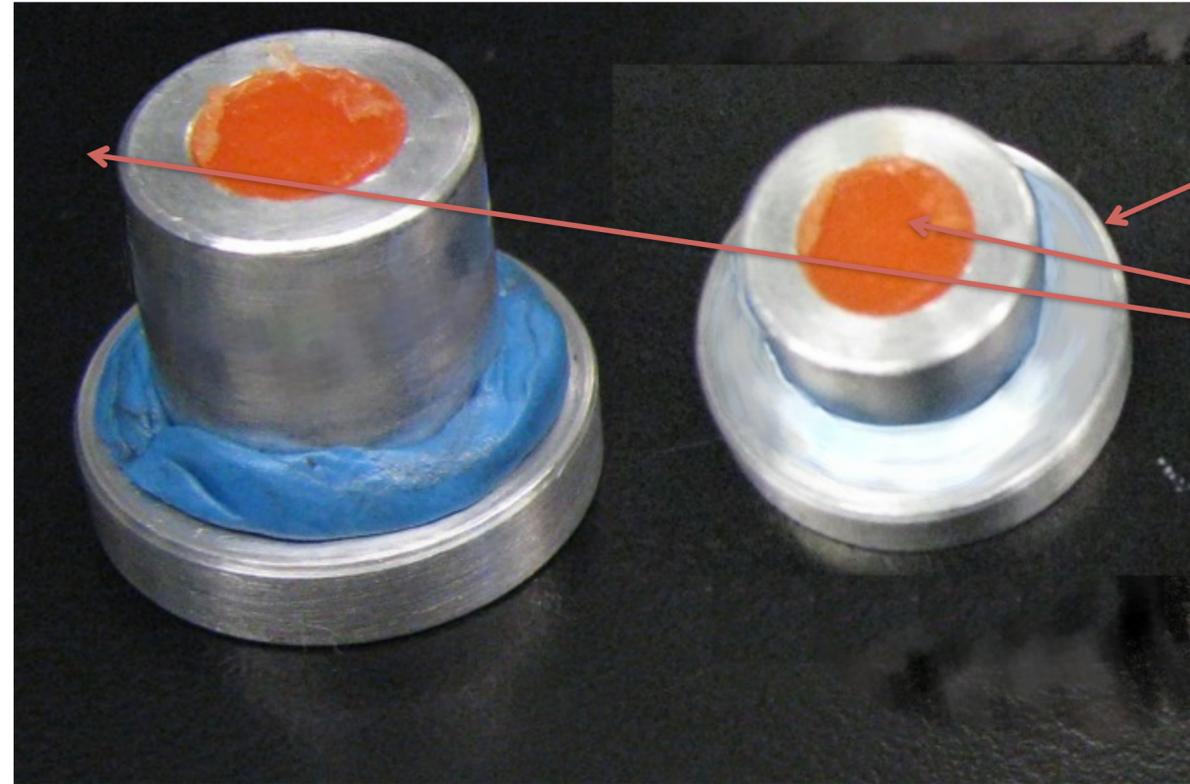


Coquilles
bafflées

Coquilles excitées acoustiquement dans une chambre semi-anéchoïque

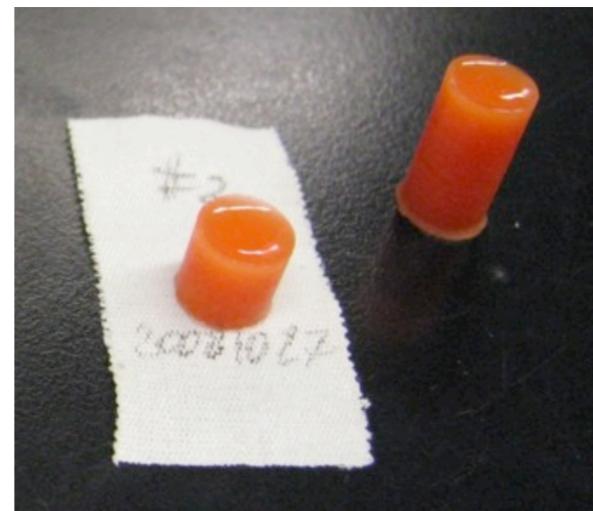
Modélisation (bouchons) (1)

Cylindre
acier



Cylindre
aluminium

Bouchons moulés
silicone
LSR5-9700-5



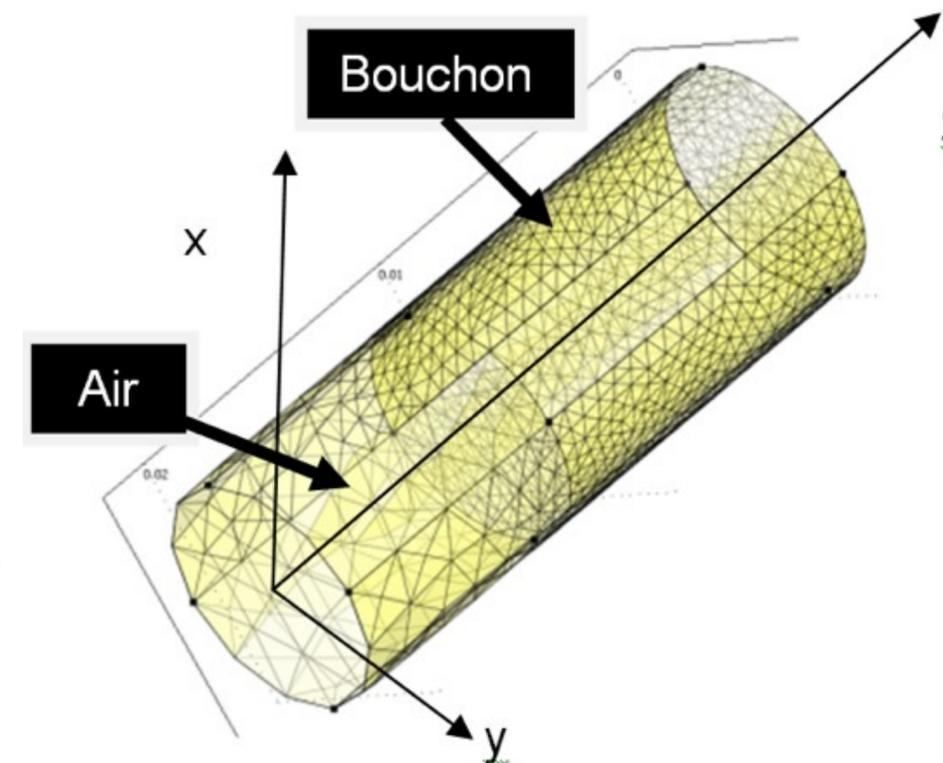
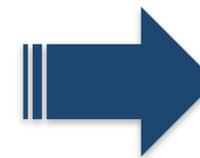
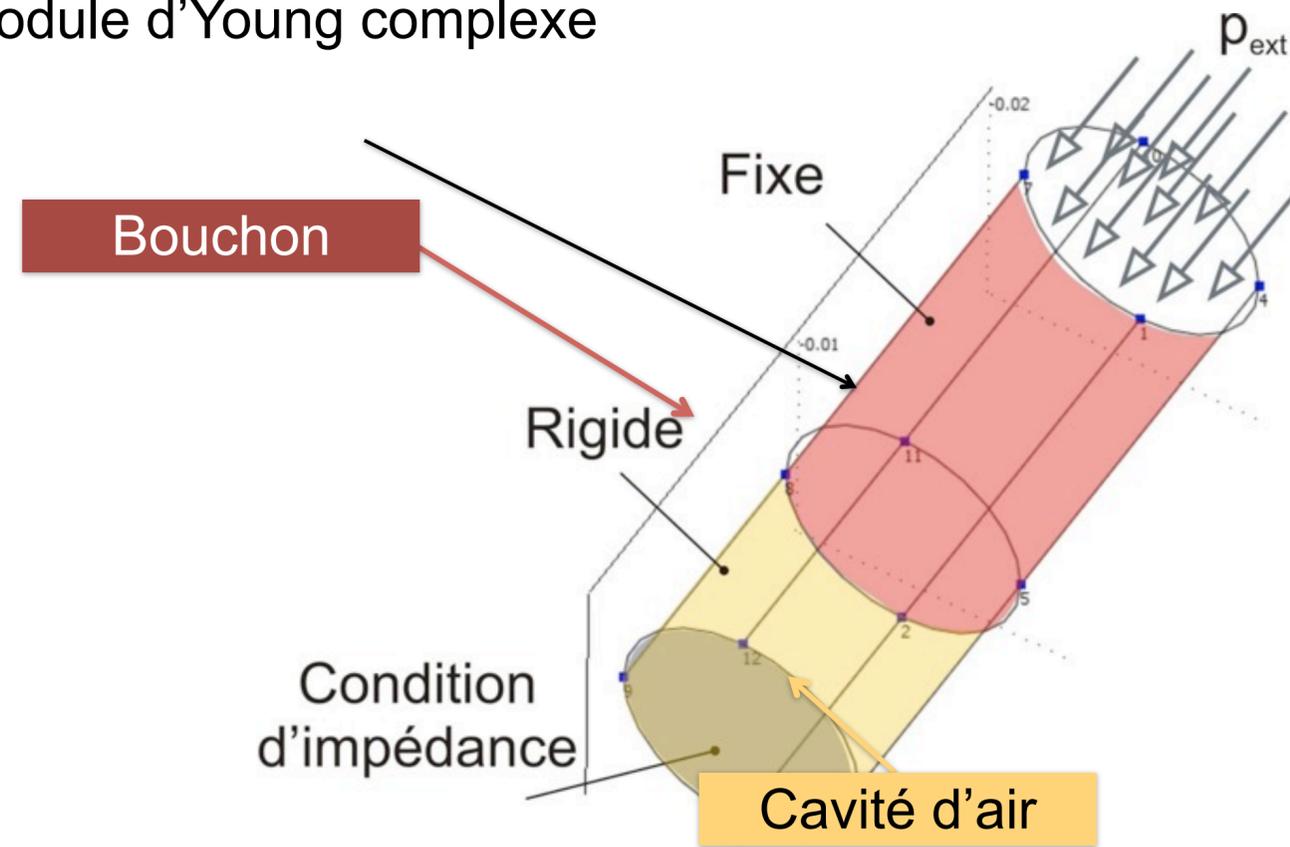
Bouchons
après démoulage

Modélisation (bouchons) (2)

2 sous-domaines

Discrétisation
éléments finis

Module d'Young complexe



- Éléments quadratiques viscoélastiques solides et acoustiques

- Approche itérative pour identifier les propriétés du silicone à température de la pièce

Modélisation (coquilles) (1)

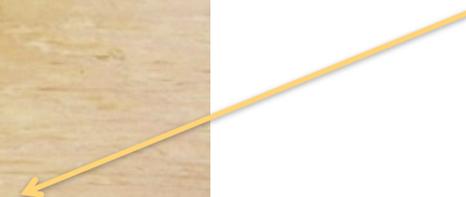
Mousse
acoustique



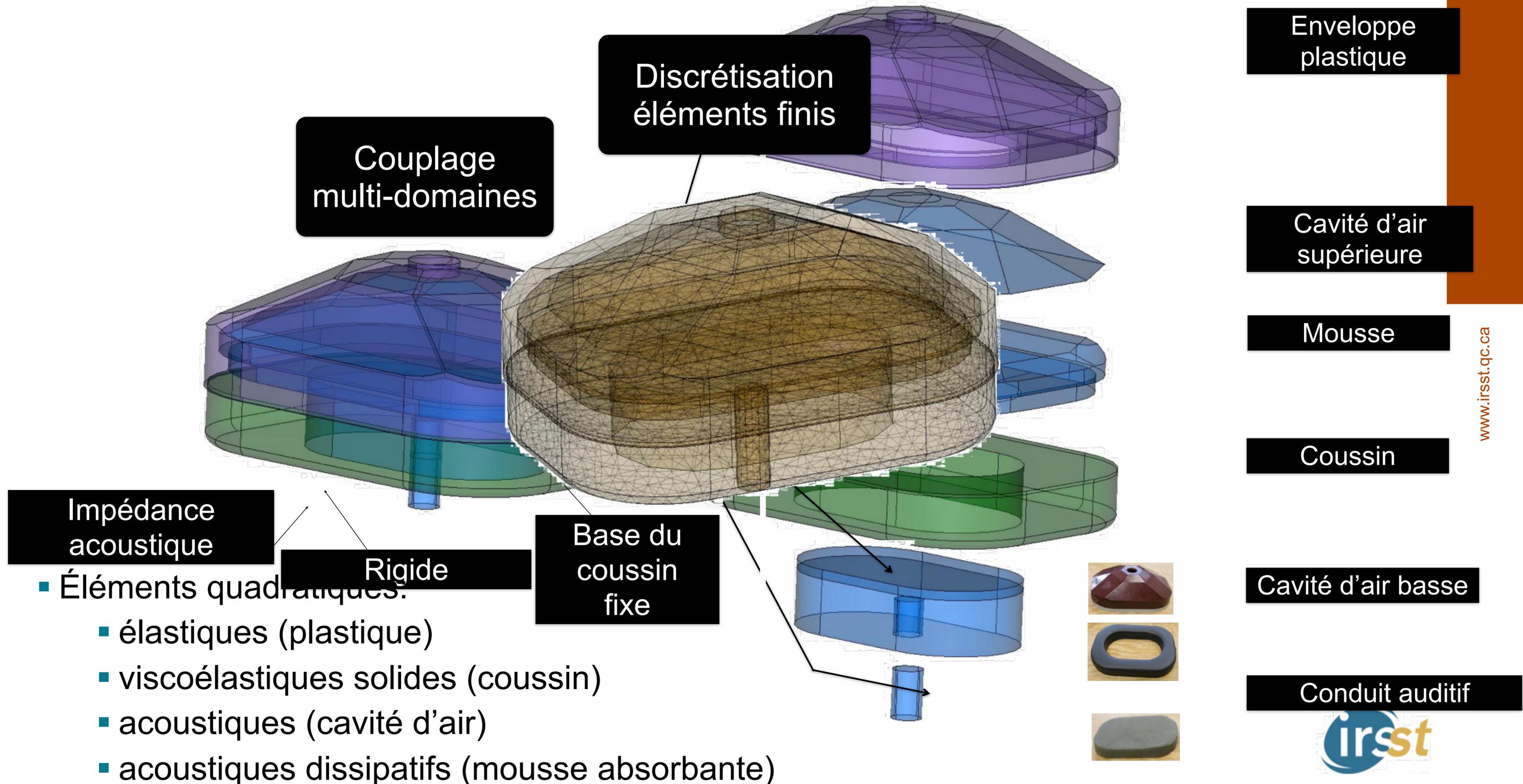
Enveloppe
plastique



Coussin



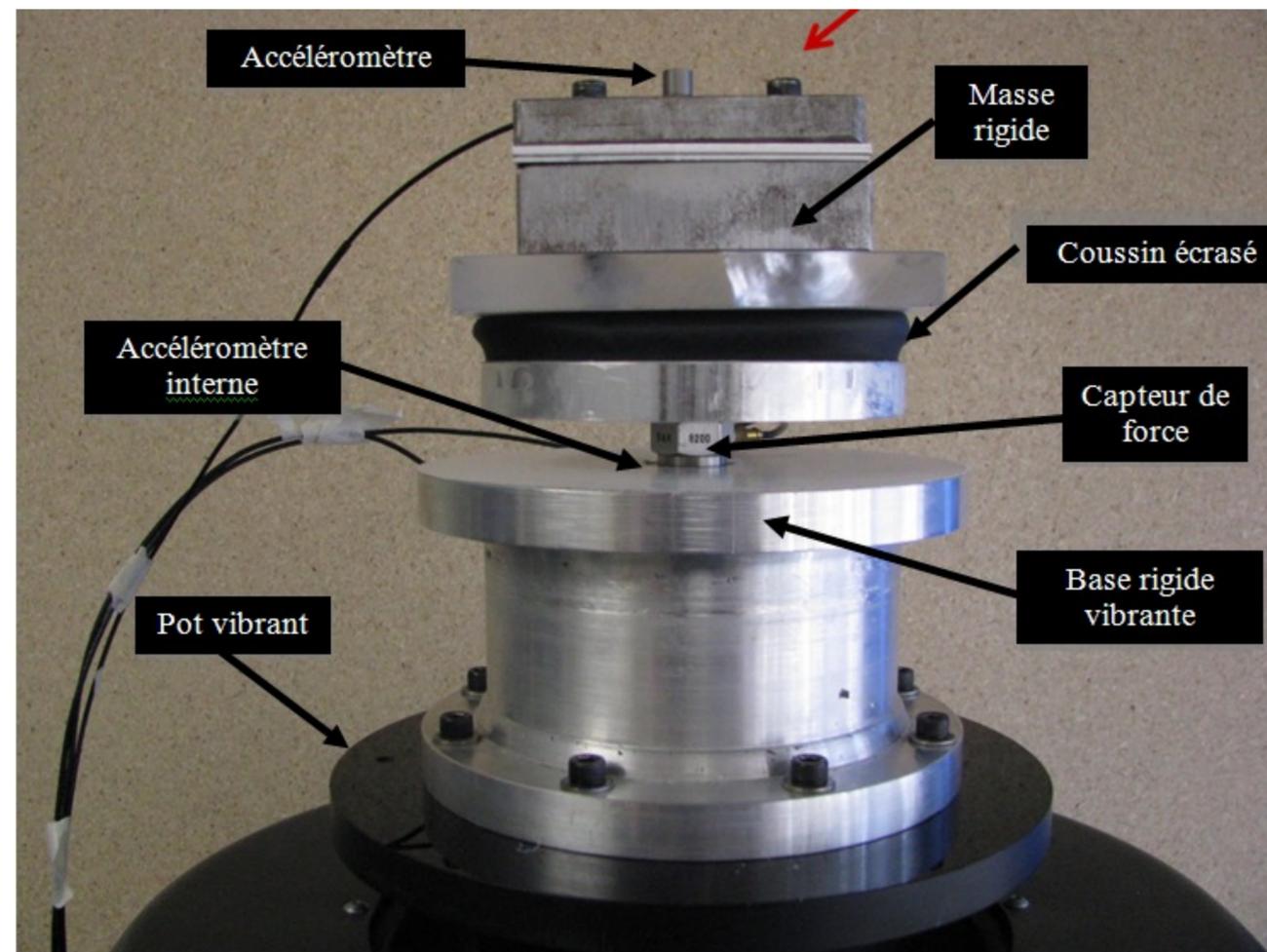
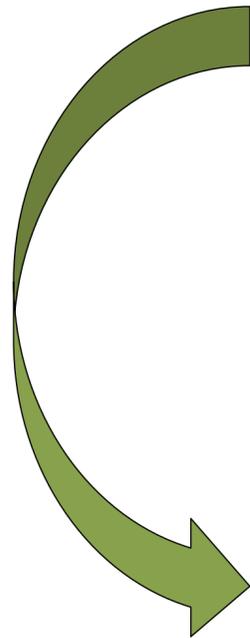
Modélisation (coquilles) (2)



Modélisation (coquilles) (3)

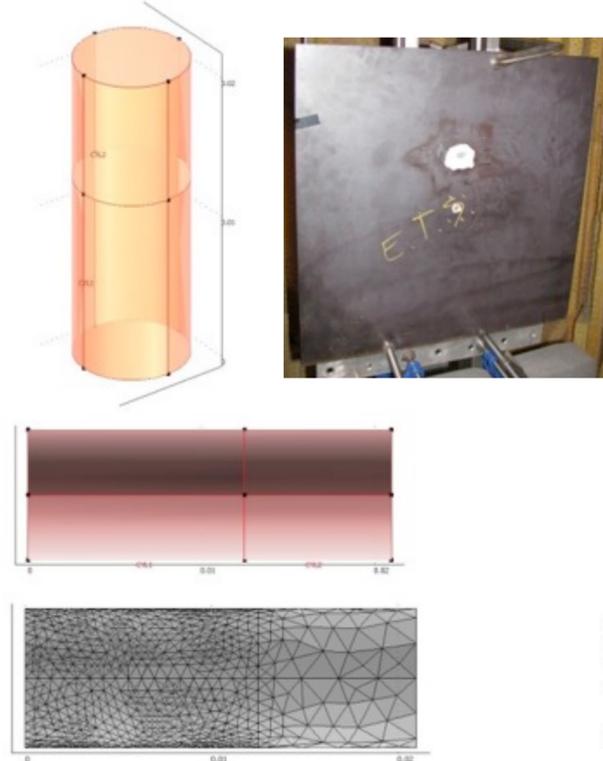
■ Propriétés des matériaux issues

- de la littérature (enveloppe thermoplastique)
- de caractérisation en laboratoire (mousse absorbante)
- d'une méthode de recalage basée sur un test de compression dynamique



Résultats – Bouchons (1)

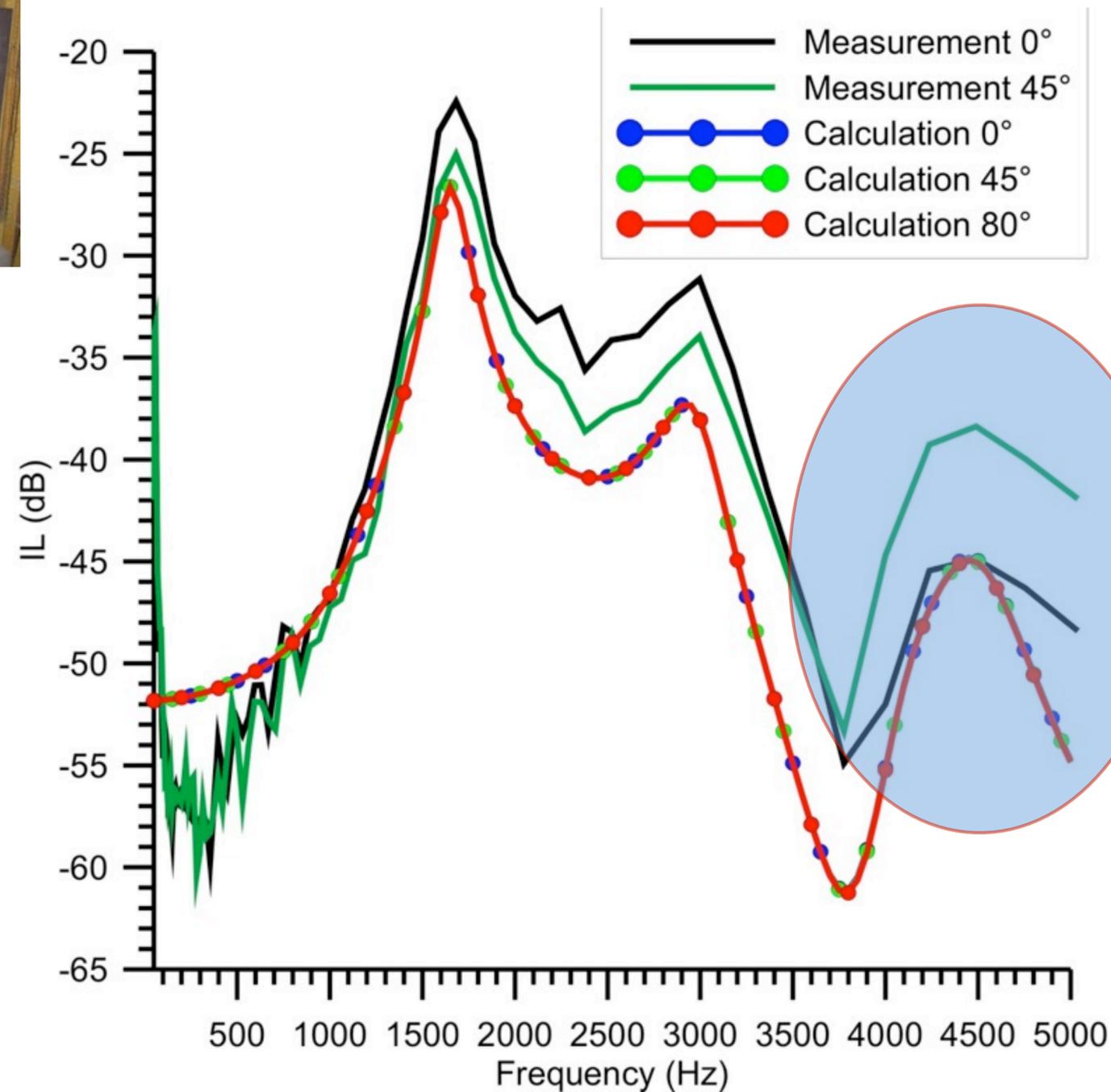
■ Bouchon silicone 3



Longueur = 12.5mm



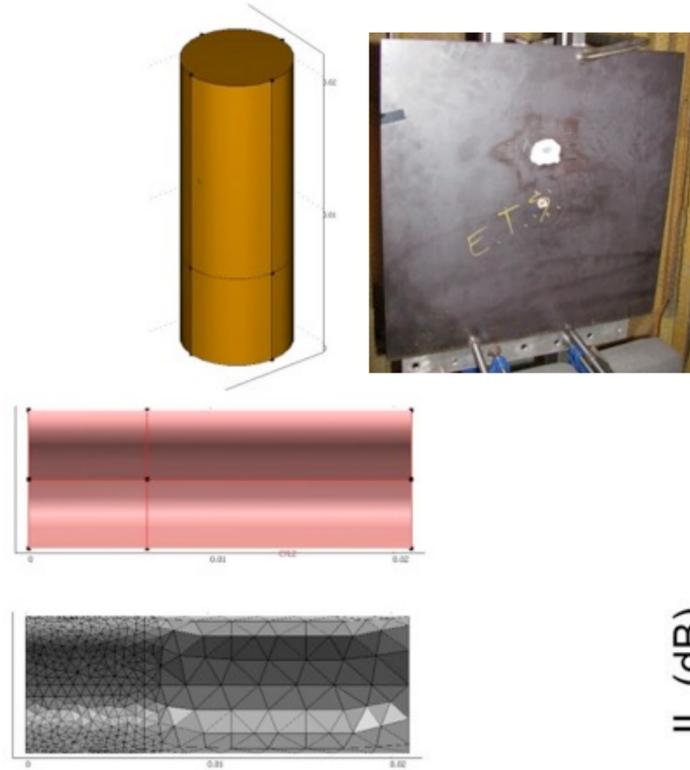
Calcul non sensible
à l'angle d'incidence



Différences
observées dans
le cas des
mesures

Résultats – Bouchons (2)

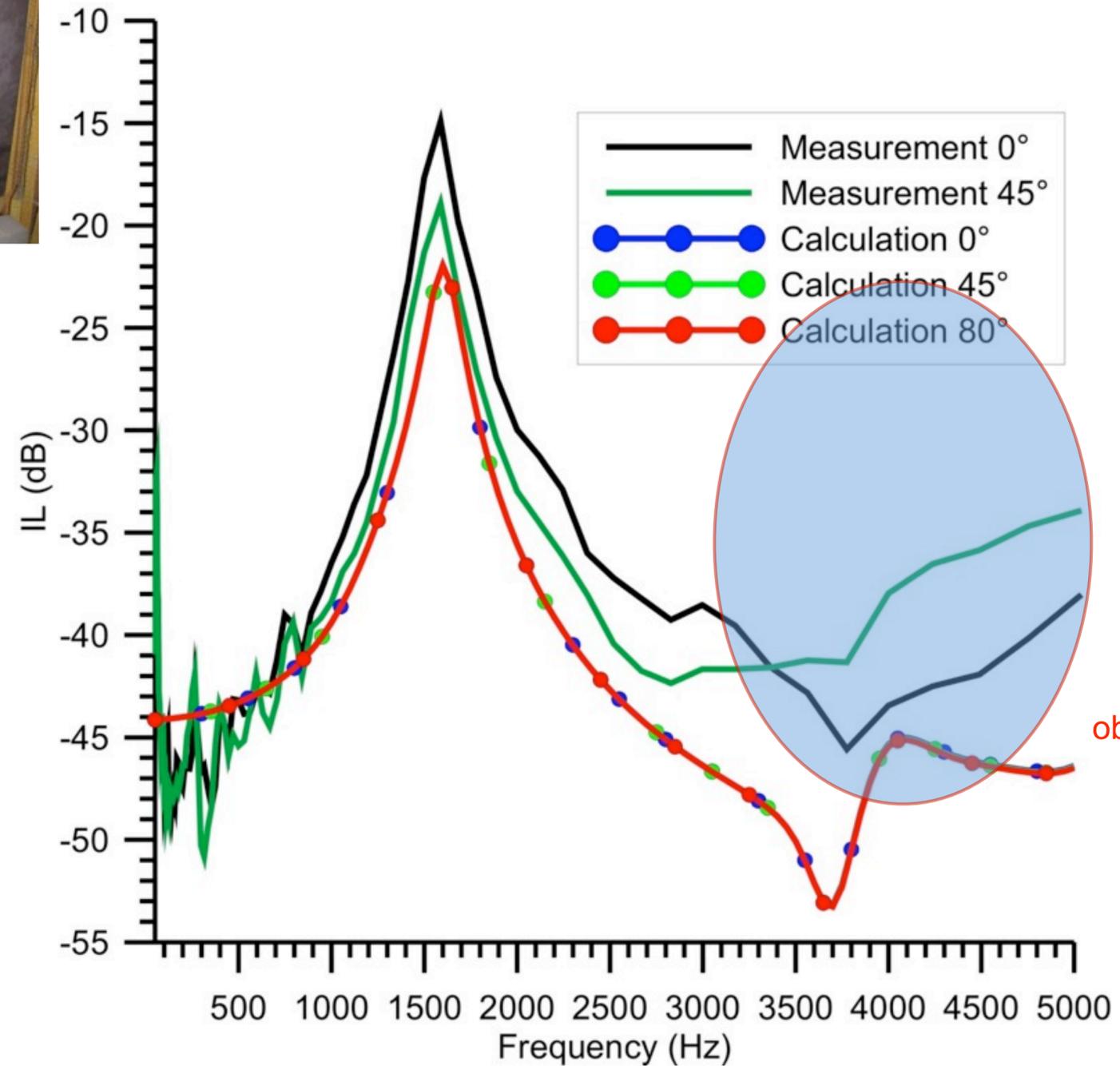
■ Bouchon silicone 4



Longueur = 6.5mm



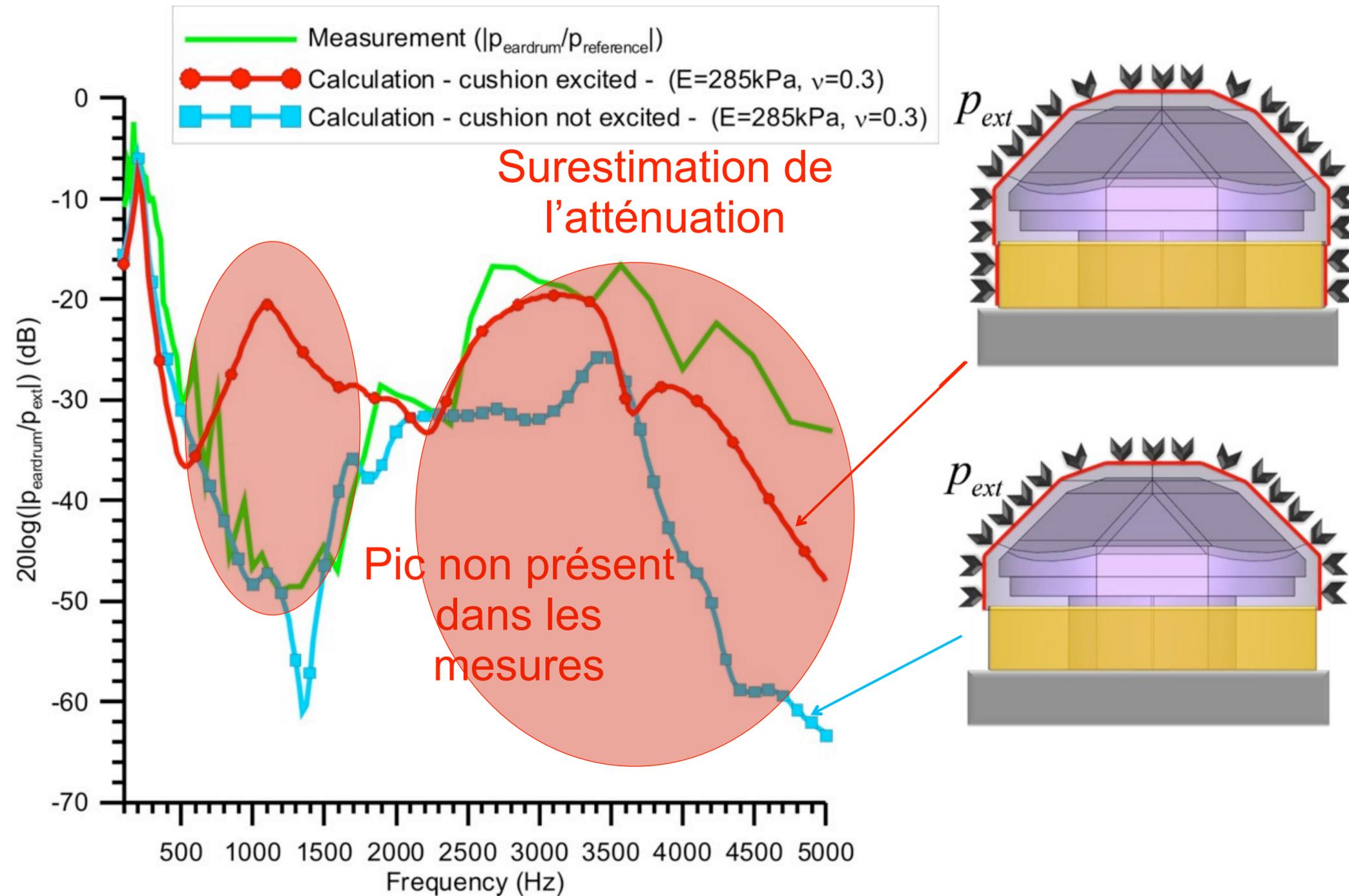
Calcul non sensible
à l'angle d'incidence



Différences
observées dans
le cas des
mesures

Résultats – Coquilles

- Effet de l'excitation du coussin sur la réponse du système coquille+conduit auditif artificiel



Conclusions - Bouchons

- Approche de modélisation
 - Modèle éléments finis permet de prédire de façon satisfaisante la fonction de transfert entre le microphone au tympan et le microphone extérieur
 - Modèle éléments finis montre que la réponse acoustique est n'est pas influencée par l'angle d'incidence de l'onde acoustique incidente
 - Caractérisation directe des propriétés viscoélastiques du silicone (à partir d'un DMA) en fonction de la température est requise
- Mesures/validation
 - Précautions à prendre lors des mesures
 - Transmission sonore parasite à travers le préampli du simulateur d'oreille possible
 - Incertitude à propos du champ sonore excitateur (onde plane ?)
validation avec un champ acoustique diffus

Conclusions – Coquilles (1)

■ Approche de modélisation

- Méthode des éléments finis est prometteuse
 - Difficulté de calculer la charge acoustique appliquée au système dans le cas d'une excitation acoustique avec COMSOL **modèle**
BEM requis 
- Etude paramétrique indique que la réponse vibroacoustique est particulièrement sensible à
 - Détails géométriques
 - Force de serrage (raideur du coussin)
 - Modèle du coussin (comportement en suspension mécanique et transmission acoustique à travers le coussin) **Modèle de coussin approprié est requis**



■ Mesures/validation

- Précautions à prendre lors des mesures
- Ne pas utiliser d'excitation mécanique (structure très légère, très grande sensibilité aux conditions de montage)
 - Incertitude à propos du champ sonore excitateur (onde plane ?)



validation avec un champ acoustique diffus

Conclusion (II): PISTES DE DÉVELOPPEMENTS FUTURS

- Projet 099-763 « Développement d'outils et de méthodes pour mieux évaluer et améliorer la protection auditive individuelle des travailleurs »
- Effet de la directivité sur la performance du protecteur
- Positionnement optimal des capteurs
- Effet d'occlusion