

Calculs de la performance d'écrans ferroviaires complexes

Méthode et résultats

Julien MAILLARD

CSTB

23 Juin 2026

1. Contexte

2. Méthode hybride

- 2.1. Principe général
- 2.2. Approche
- 2.3. Synthèse

3. Résultats

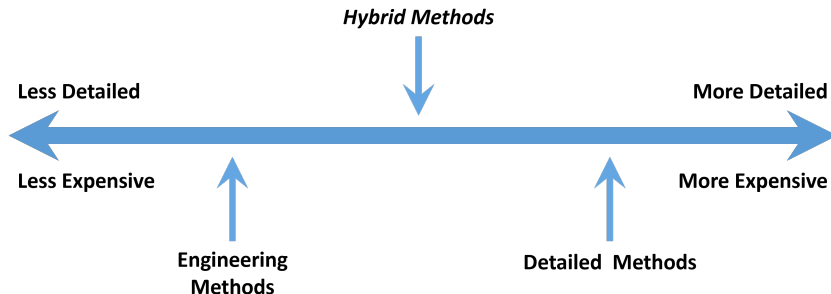
- 3.1. Calculs BEM
- 3.2. Calculs MithraSIG

4. Conclusion

- Par rapport à un écran droit équivalent
 - Protection acoustique plus performante
 - Calcul prévisionnel imprécis avec les méthodes standardisées

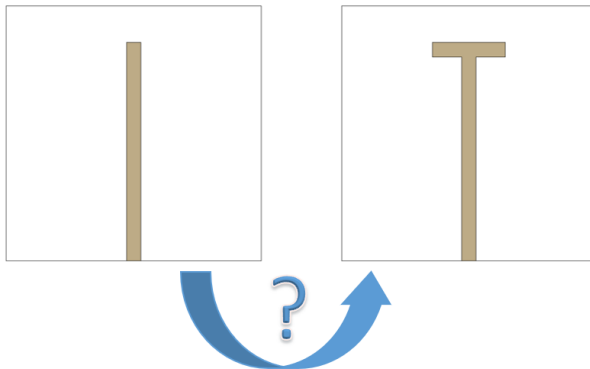


- Les méthodes prévisionnelles en acoustique sont
 - soit couteuses en temps de calcul (ex. *BEM*)
 - soit inadaptées aux géométries complexes (*méthodes standardisées*)



© M. Kamrath

- Les méthodes d'ingénierie sont très efficaces mais ne peuvent modéliser que les géométries simples

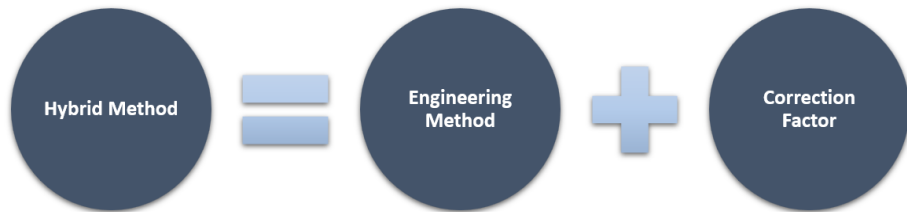


© M. Kamrath

Méthode hybride (*)

Principe général

- La méthode hybride étend les méthodes d'ingénierie en ajoutant un facteur correctif à chaque trajet impactant l'écran

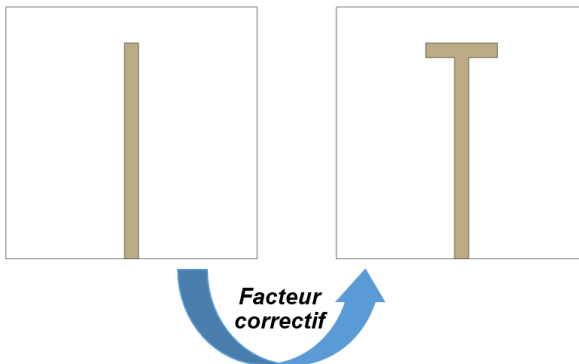


(*) M. Kamrath, P. Jean, J. Maillard, J. Picaut, and C. Langrenne, 'Extending standard urban outdoor noise propagation models to complex geometries', *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 143, no. 4, pp. 2066–2075, Apr. 2018, doi: 10.1121/1.5027826.

Méthode hybride

Principe général

- La méthode hybride modélise les cas complexes à partir de ce facteur correctif



© M. Kamrath

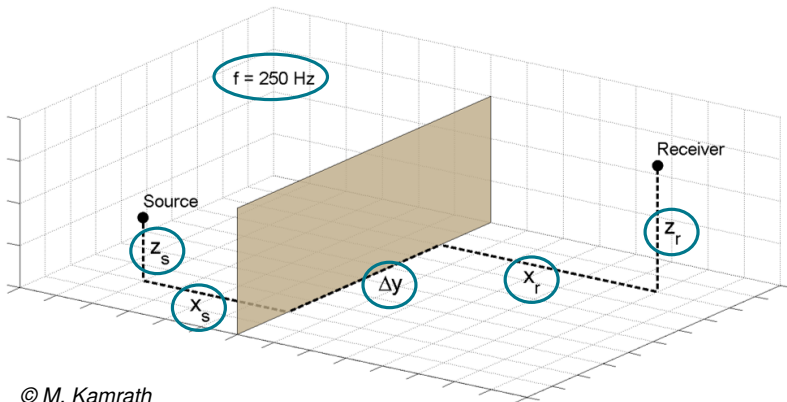
Méthode hybride

Facteur correctif

- Le facteur correctif est la différence d'atténuation issue d'un calcul BEM entre l'écran complexe et l'écran simple



- Les deux calculs BEM fournissent une **Table 6D de facteurs correctifs**
 - 👉 BEM 2.5D (**MICADO**) : géométrie uniforme ou périodique suivant **y**

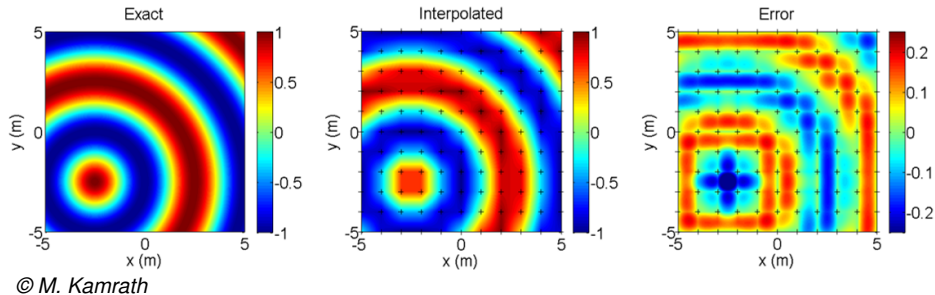


© M. Kamrath

Méthode hybride

Interpolation

- Interpolation linéaire 5D (en dB) donne les valeurs pour toute position de source, récepteur et fréquence

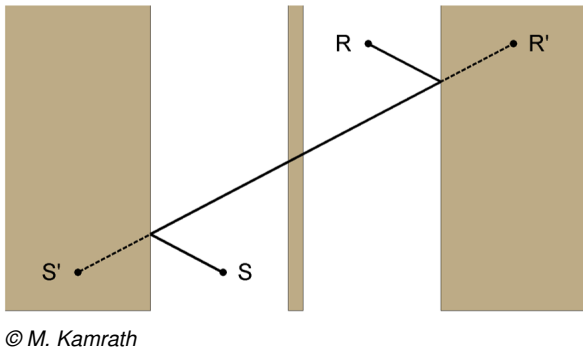


- Positions hors zone de calcul extrapolées à l'aide d'une fonction exponentielle décroissante configurable

Méthode hybride

Trajets effectifs

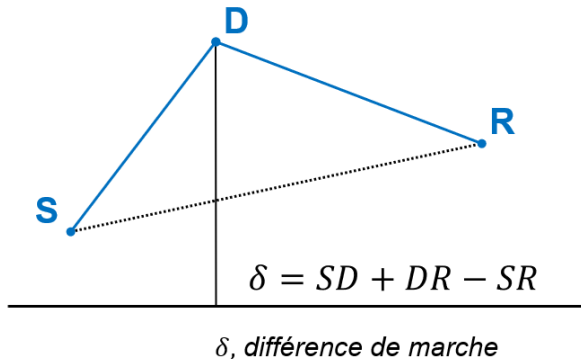
- Les réflexion et diffractions modifient les positions des sources et récepteurs effectifs



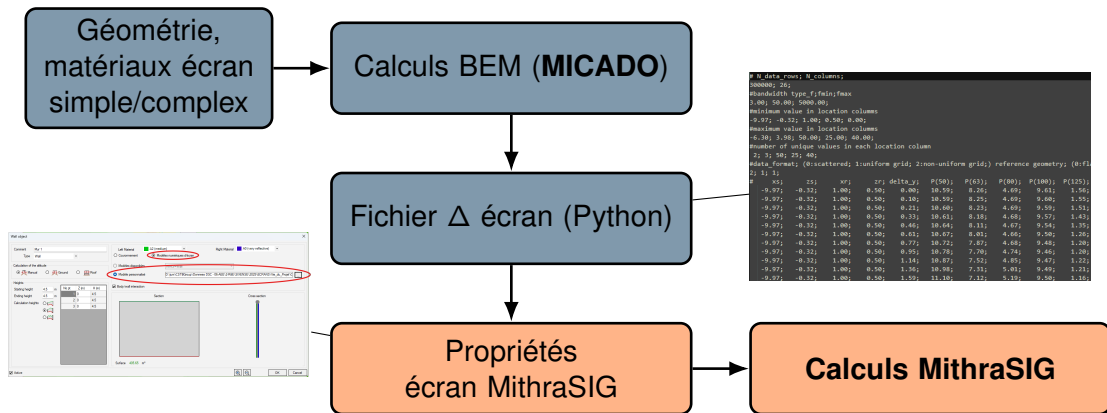
Méthode hybride

Diffractions multiples

- Les diffractions multiples sont ordonnées en fonction de la différence de marche



Processus



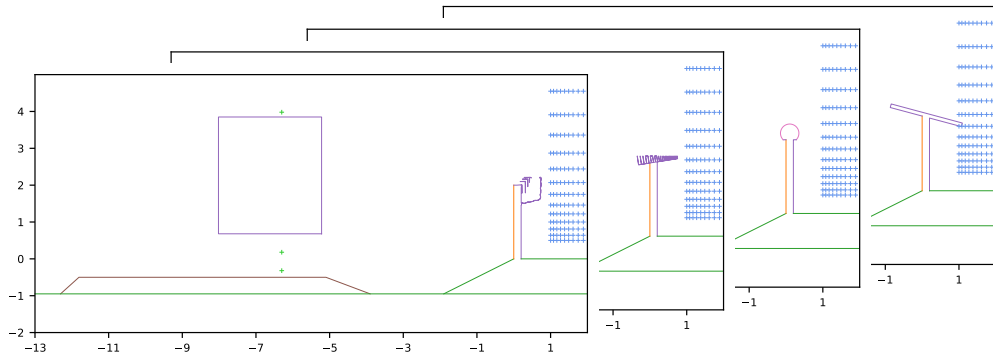
Contexte

- Projet SNCF Réseau - Expérimentation de solutions innovantes pour la réduction du bruit ferroviaire
 - **PCM Ingénierie** (mandataire)
 - **Sixense Engineering** - Acoustique
 - **CSTB** (sous-traitant) - Modélisation acoustique
- 👉 Étude des performances de différents écrans ferroviaires complexes
 - Calculs prévisionnels (**MICADO/MithraSIG**) / CSTB
 - Expérimentations sur site / Sixense Engineering

Exemple de résultats

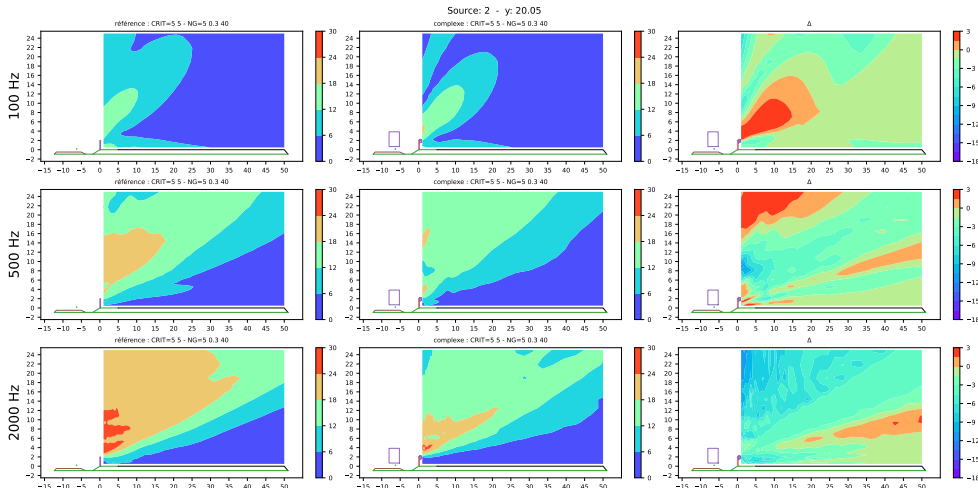
Quelques géométries étudiées

Plan de coupe (x,z) - y = 0



Exemple de résultats - Calculs BEM (MICADO)

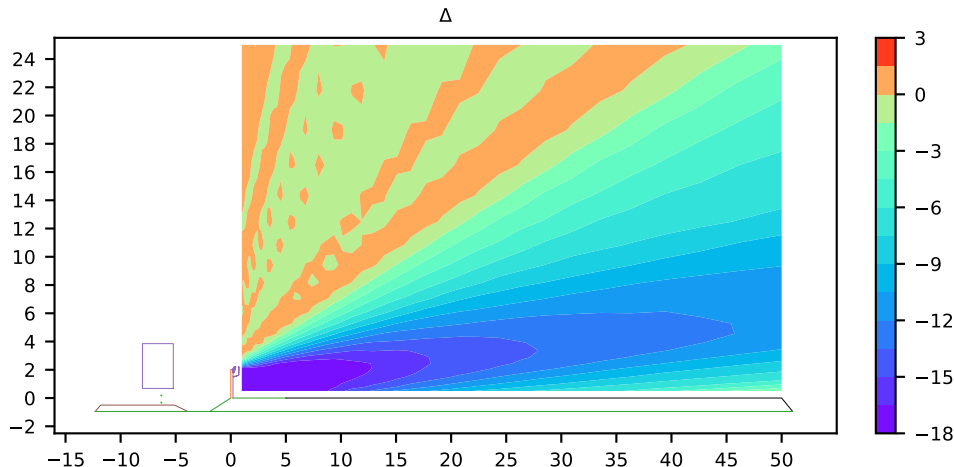
Écran droit vs écran complexe - S2 - y=20



Exemple de résultats - Calculs BEM (MICADO)

Gain dB(A) - voie proche (sources combinées) - $y=0$

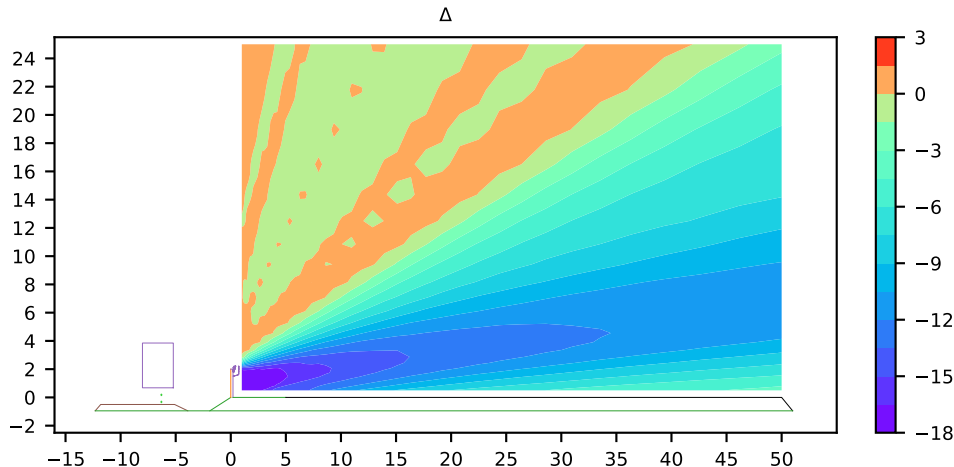
Niveaux en dBA - $y: 0.0$



Exemple de résultats - Calculs BEM (MICADO)

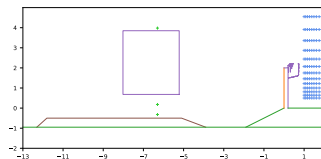
Gain dB(A) - voie proche (sources combinées) - ligne source incohérente

Niveaux en dBA



Exemple de résultats - Calculs MithraSIG

Perte par insertion vs écran droit - Voie proche



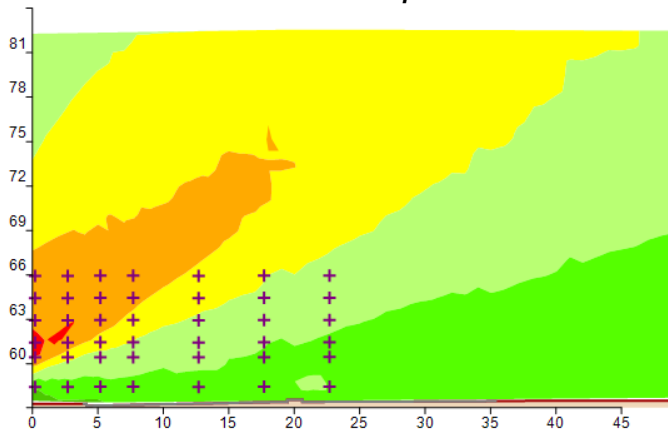
Perte par insertion en dB(A)

H 9.0 m	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.5	0.7	0.8
H 7.5 m	-0.2	-0.1	-0.2	0.4	0.8	0.8	0.8
H 6.0 m	-0.3	-0.3	0.4	0.8	1.0	0.9	0.9
H 4.5 m	-0.2	0.5	1.3	1.3	1.1	1.3	1.2
H 3.5 m	-0.2	1.7	1.8	1.4	1.5	1.4	1.4
H 1.5 m	3.3	1.9	3.0	2.3	1.8	1.9	1.9
	D7.5m	D10m	D12.5m	D15m	D20m	D25m	D30m

Exemple de résultats - Calculs MithraSIG

Carte de niveaux plan vertical - Voie proche

Écran complexe



Niveaux sonores

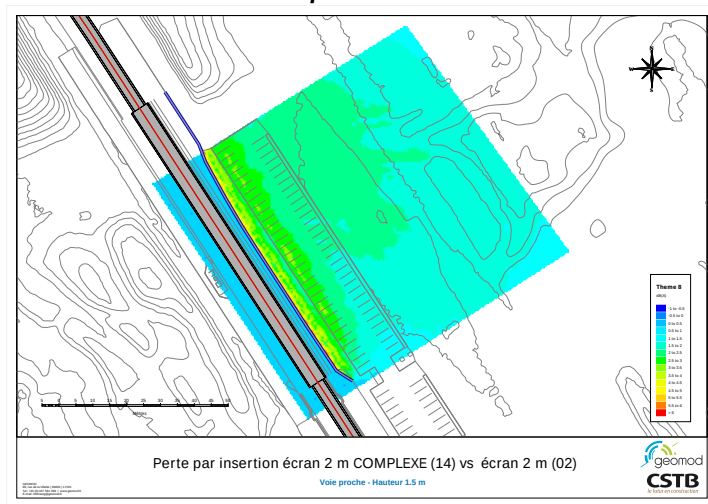
Norme NFS 31.130 (dB(A))

- < 45
- 45 à 50
- 50 à 55
- 55 à 60
- 60 à 65
- 65 à 70
- 70 à 75
- >= 75

Exemple de résultats - Calculs MithraSIG

Carte de perte par insertion - 1.5 m - Voie proche

Écran complexe vs écran droit



Conclusion

Le calcul des écrans complexes avec MithraSIG

