

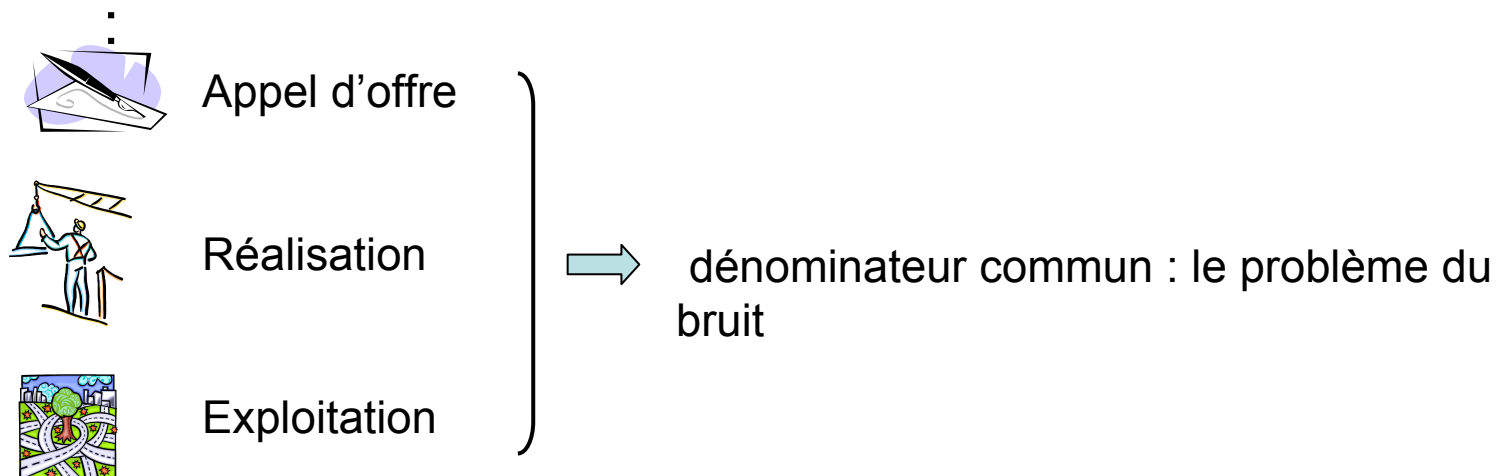


La prévision des nuisances sonores

Approches quantitative et qualitative

Jacques MARTIN – j.martin@cstb.fr

- Plusieurs phases dans la vie d'un projet



Nécessité d'anticiper le problème pour concevoir et communiquer

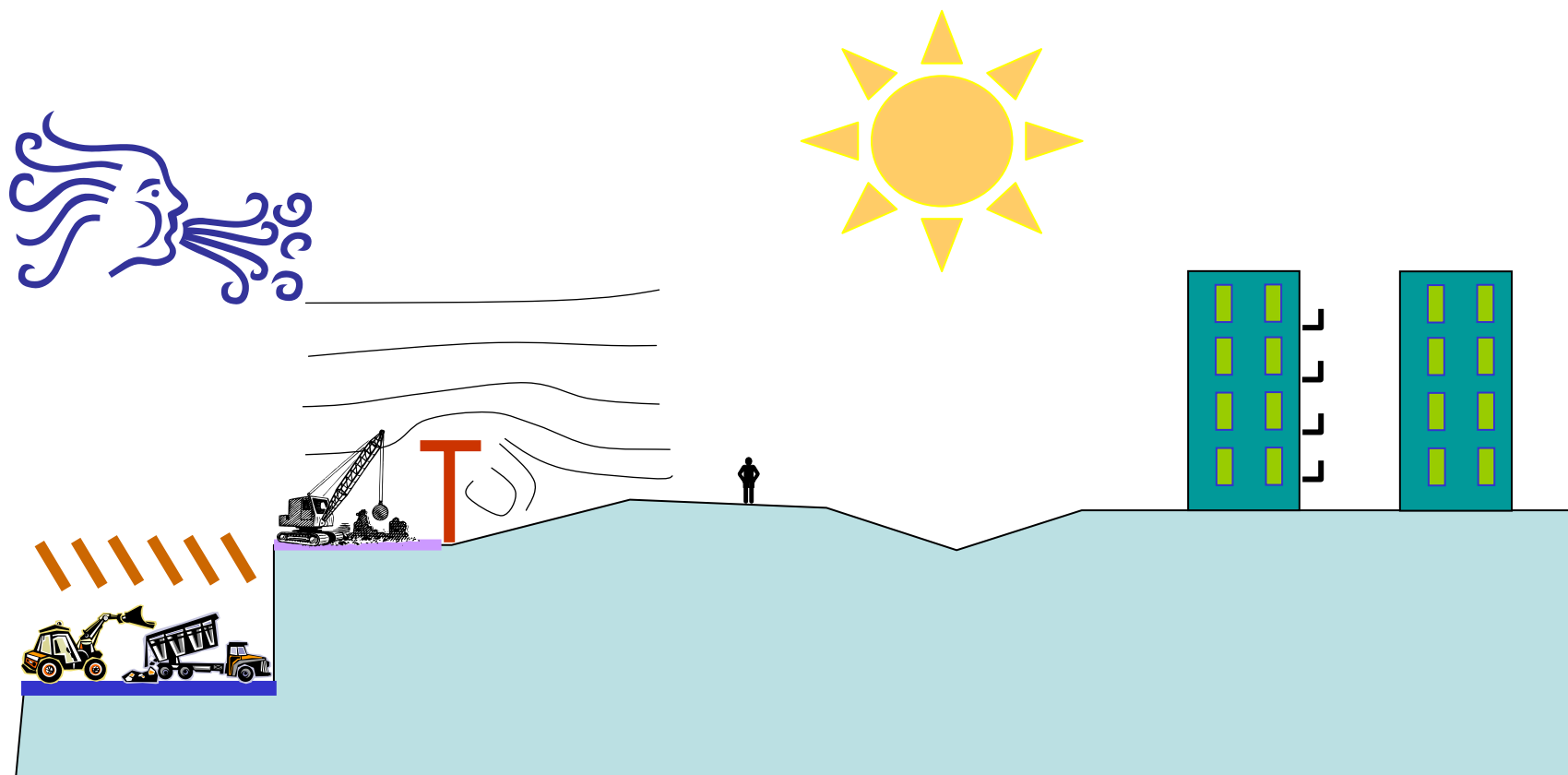
Méthodes et outils
prévision / communication

Quantitatif - Qualitatif

- Introduction
- Les phénomènes physiques
- Les données d'entrée
- Les méthodes prévisionnelles disponibles
- Concentrons-nous sur les méthodes d'ingénierie
- Les orientations du CSTB :



les outils de communication sur le bruit



- Divergence géométrique (d)
- Absorption atmosphérique (d, f)
- Effet de sol / topo (d, θ, Z, f)
- Diffraction (δ, f)
- Réflexions/Absorption ($Z, f, S_{\text{eff}},$)
- Effets météorologiques ($\Delta T, \Delta V, \text{turbulence}$)

- topographie
- géométrie des plateformes routières, ferroviaires
- nature du sol / impédances
- géométrie des bâtiments
- écrans acoustiques / absorbants
- protections anti-bruit complexes
- forêts
- tunnels

- **typologie : ponctuelle, linéaire, surfacique**
- **Dh, Dv**
- **modèle de sources équivalentes**
- **Lw(f), enregistrement audio**
 - vitesse, position, trajectoire
 - densité
 - régimes de fonctionnement
 - enregistrement audio

➤ Profils aérodynamiques :

- vitesse du vent
- direction du vent

➤ Profils climatiques :

- température, % humidité

➤ Pression

➤ Types de sol (herbe, terre, sol gelé, enrobé...)



***Propagation acoustique
en milieu extérieur complexe***



***Couplage des effets de frontières
et des effets atmosphériques***

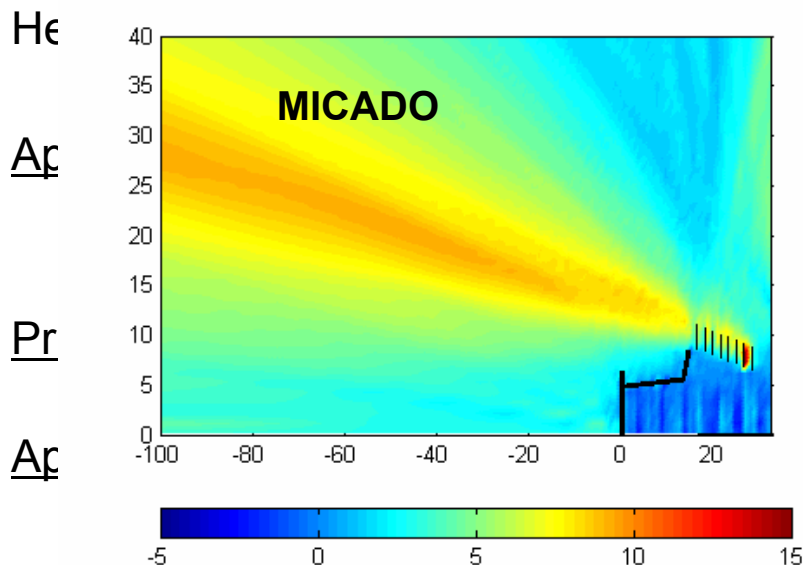
Trois familles :

- Méthodes Numériques Complexes
- Méthodes de « Mesures Prévisionnelles »
- Méthodes d'Ingénierie

LES METHODES PREVISIONNELLES : Méthodes numériques complexes

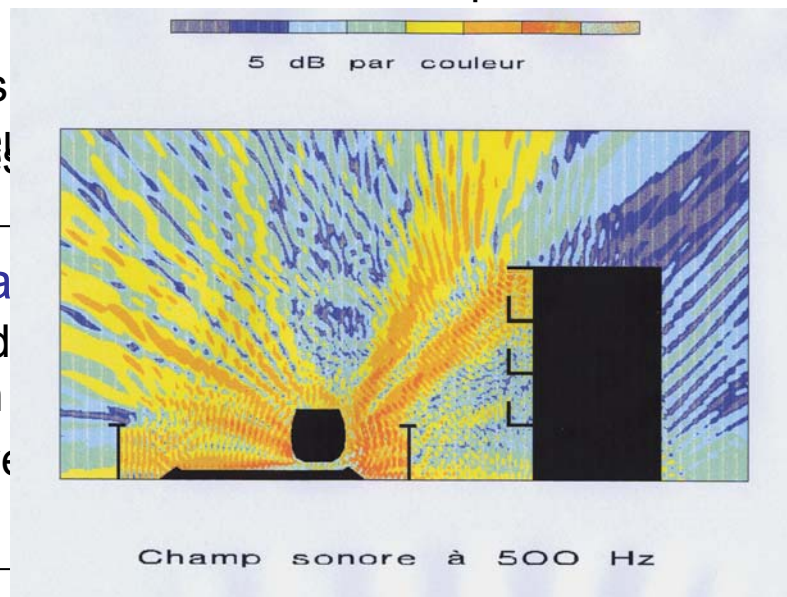
- Méthodes de type éléments finis :

Principe : pour des milieux homogènes et linéaires, on résout l'équation de



etits
isiel
exel

para
ond
s on
e ave



BILAN :

- méthodes « complexes »
- gourmandes en temps de calcul
- demande une « pratique » régulière

Effet d'une couverture ajourée
(A86 – Vélizy)



- non adaptée à phase appel d'offre
- utilisation marginale en phase réalisation
- réservées à des cas particuliers en phase d'exploitation

LES METHODES PREVISIONNELLES : Méthodes de « mesures prévisionnelles »

- Méthodes de mesure sur modèles réduits :

Principe : mesure par sinus glissant ou MLS
effets météo par courbure du sol ou en soufflerie

Application : couvertures ajourées complexes par exemple.

BILAN :

- méthodes lourde à
- mise en œuvre de
- moyens de mesure



phase appel d'offre
cile en phase réalisation
s cas particuliers en phase

- Méthodes asymptotiques de type lancers de rayons / faisceaux :

Principe : méthodes d'identification géométrique des chemins de propagation par lancers de rayons / faisceaux. Puis calcul physique le long de chaque chemin.

Application : propagation en milieux complexes avec effets météo globaux.

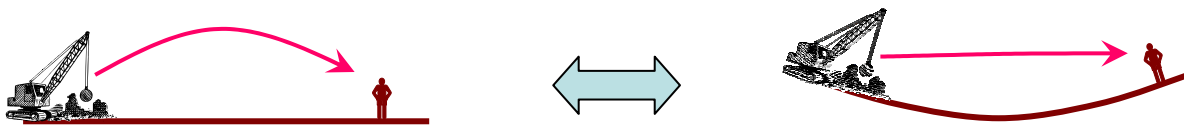
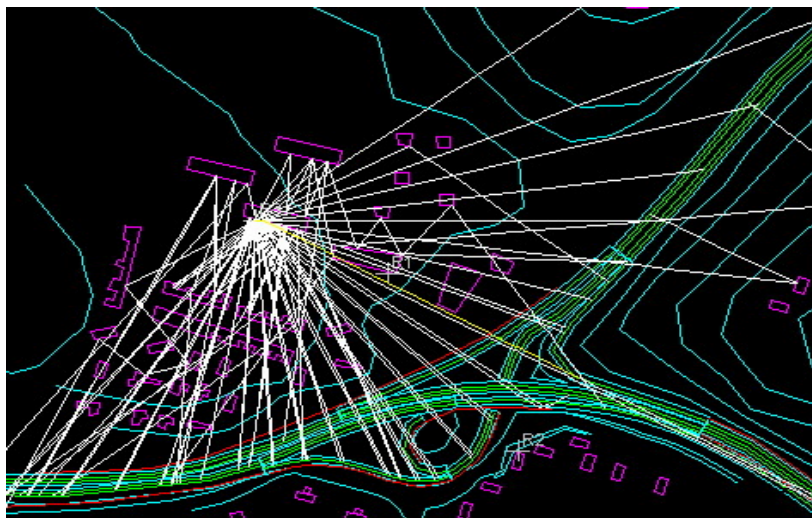
BILAN :

- méthode « rapide »
- souplesse d'utilisation
- résultats « robustes »

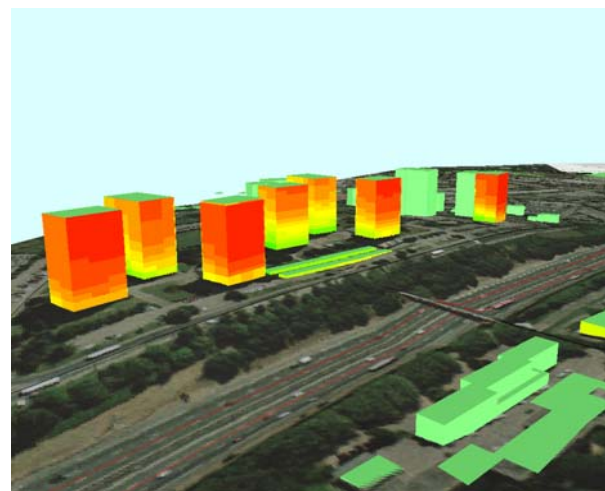
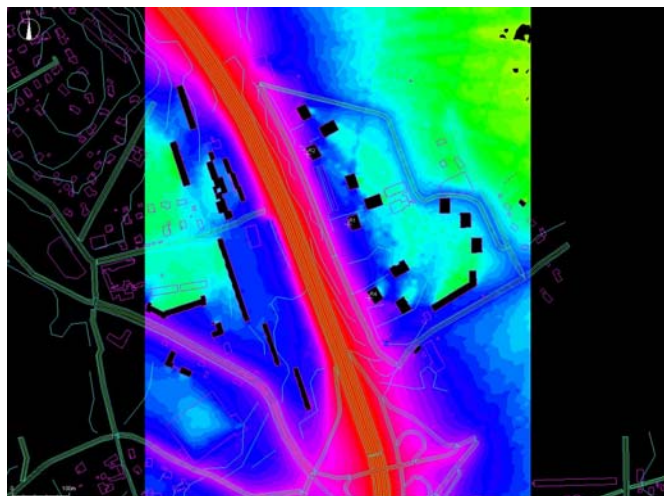


- Un plus en phase appel d'offre
- Déjà utilisée en phase réalisation
- très largement utilisée en phase d'exploitation

- Identification géométrique : méthode 2D, 2.5D ou 3D (MITHRA, ICARE)



- **Calcul physique** : méthode NMPB (méthode française) ou ISO 9613
méthode Harmonoise (future méthode européenne)
DLL écrite par le CSTB
- **Prédiction niveaux en dB / octave ou en dB(A) (cartes de niveaux)** :
 - exposition du personnel sur le chantier
 - exposition des riverains



- **Le Décibel (approche quantitative)** : communication difficile vers les non spécialistes



- **Approche qualitative** : évaluation directe par l'écoute en 3
+
Association à une représentation visuelle du projet

La gestion d'un environnement sonore 3D – l'acoustique virtuelle

- • savoir spatialiser une source sonore en 3D
- • intégrer l'information spatiale dans la simulation du milieu
- • restituer le signal à l'auditeur sans dégrader la spatialisation

- **savoir spatialiser une source sonore en 3D**

➡ Simulation aux oreilles des auditeurs des différences interaurales (brevet CSTB)

- **intégrer l'information spatiale dans la simulation du milieu**

➡ On introduit l'information spatiale sur les contributions de chaque source

- **restituer le signal à l'auditeur sans dégrader la spatialisation**

➡ Différents systèmes mis en œuvre



- Les méthodes lancers de faisceaux / rayons nous semblent les mieux adaptées au contexte bruit de chantier ➡ elles peuvent être couplées aux méthodes plus complexes sur des cas particuliers.
- Elles sont utilisables dans toutes les phases d'un projet.
- Les outils de communication basés sur la Réalité Virtuelle Sonore sont déjà utilisés (nuisances liées aux infrastructures, évaluation qualitative d'une protection, d'un produit, ambiance intérieure, ambiance urbaine, ...)
- Ils ont fait leurs preuves sur des cas difficiles en réunion publique.
- Ils peuvent être couplés à d'autres représentations : poussière, pollution, lumière, ...

• Leur application à la problématique chantier est livrée à votre expertise de professionnels du domaine...