JOURNEES TECHNIQUES ACOUSTIQUE ET VIBRATIONS

Etude paramétrique numérique de la propagation du son en forêt

Alexis Chopard, David Ecotière, Guillaume Dutilleux, Pierre Chobeau, Judicaël Picaut
Cerema Est – Laboratoire de Strasbourg

Introduction

- Propagation en forêt

  - Zones calmes potentielles (directive 2002/49/EC)

  - Protection contre le bruit (?)

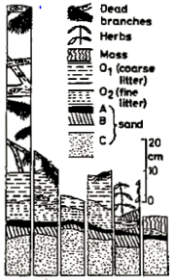
  - Bruit et biodiversité

Introduction

- Spécificités de la propagation en forêt

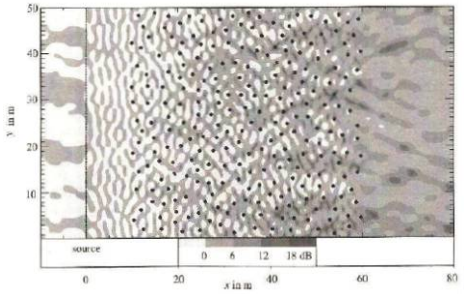
  - **Effets de sol** [Huisman,1990],[Attenborough, 2012]

    - sol multicouche complexe
    - sol poreux



  - **Diffusion et réflexions multiples**

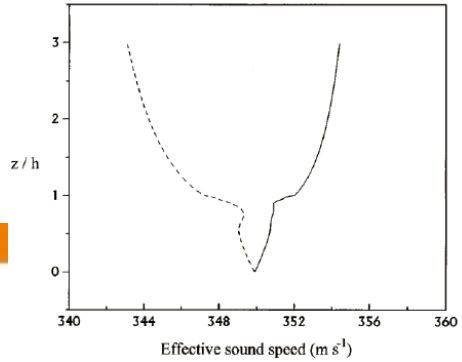
    - troncs [Price,1988] [Heimann, 2003] [Swearingen, 2007]
    - branches et feuilles [Martens,1980] [Yang, 2013]



[Heimann, 2003]

  - **Effets météorologiques**

    - gradients de température et de vent [Tunick,2003]



Introduction

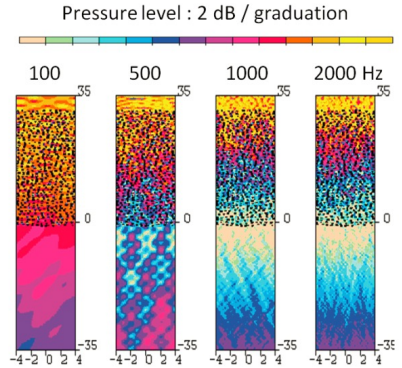
- Codes de calcul

  - **Fréquentiels**

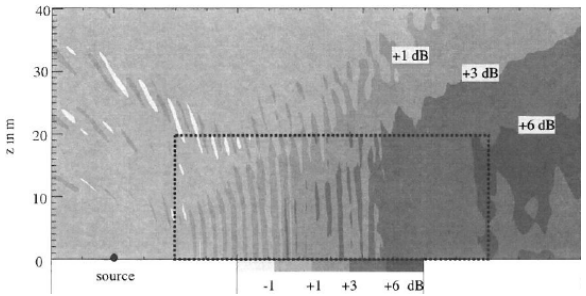
    - GFPE [Barriere, 1999]
    - periodic BEM / GFPE [Jean, 2011, 2015]

  - **Temporels**

    - FDTD [Price,1988][Heimann, 2003][Swearingen, 2007]
    - TLM [Chobeau, 2014, 2015]



[Jean, 2011]

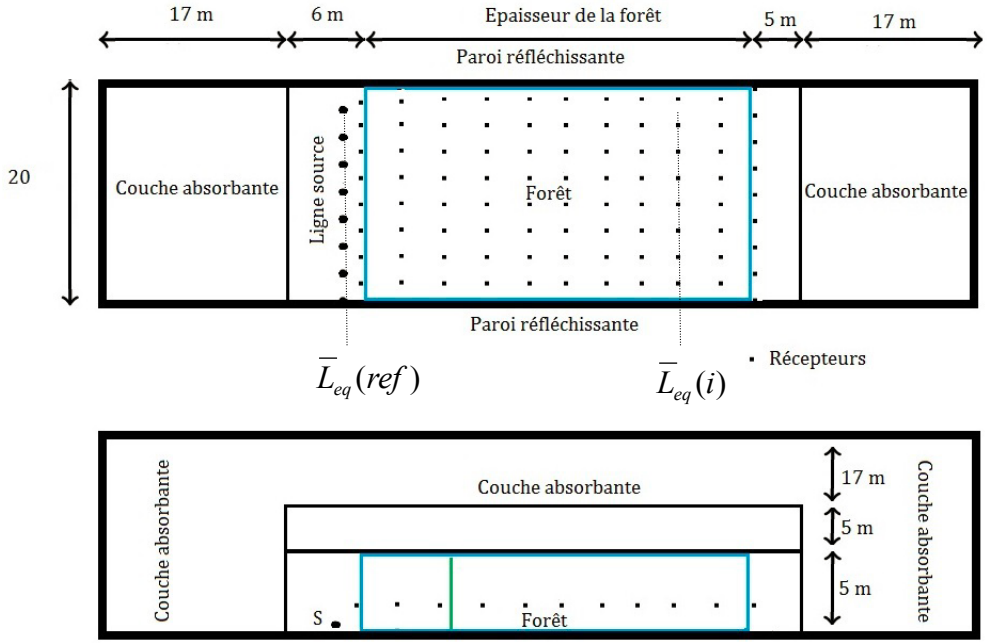


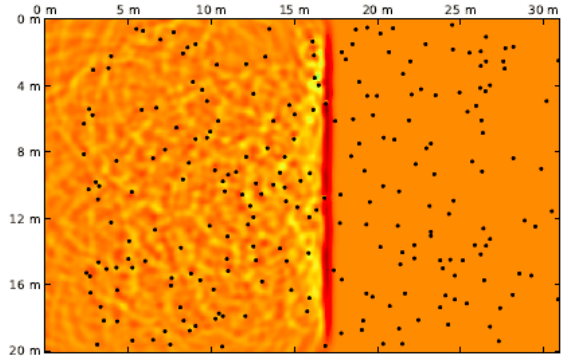
[Heimann, 2003]

Etude paramétrique : méthodologie

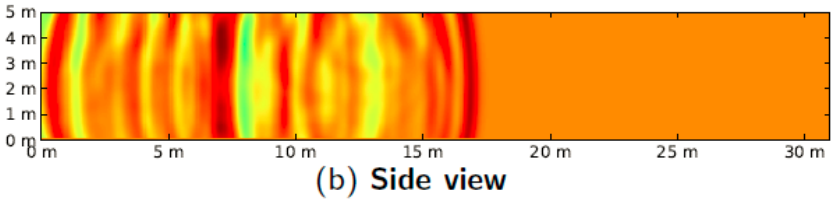
Méthodologie

- Configuration





(a) Top view



(b) **Side view**

$$\Delta L_{eq}(i) = \overline{L}_{eq}(i) - \overline{L}_{eq}(ref)$$

Méthodologie

- Calculs

-Méthode TLM 3D [Guillaume, 2013, 2014]

- Discrétisation : spatiale $\lambda/8$ m, temporelle : $6{,}8.10^{-5}$s
- Durée simulée : 0,5s

- Sol : coefficient de réflexion unique (0,3 [Chobeau, 2014])
- Troncs d'arbres parfaitement réfléchissants [Reethof, 1976]
- Pas d'effets météorologiques
- Source : impulsion gaussienne (100Hz-1kHz)
- Paramètres étudiés :
  - Diamètre des troncs [0,2m ; 0,5m]
  - Distribution spatiale des troncs : régulière, aléatoire, agrégée
  - Profondeur de la forêt : max 30m

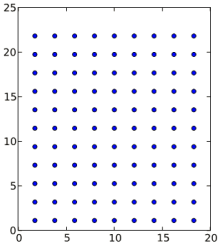
➔ Quelle précision doit-on avoir sur la modélisation de la structure de la forêt ?

Résultats

Influence du diamètre des troncs

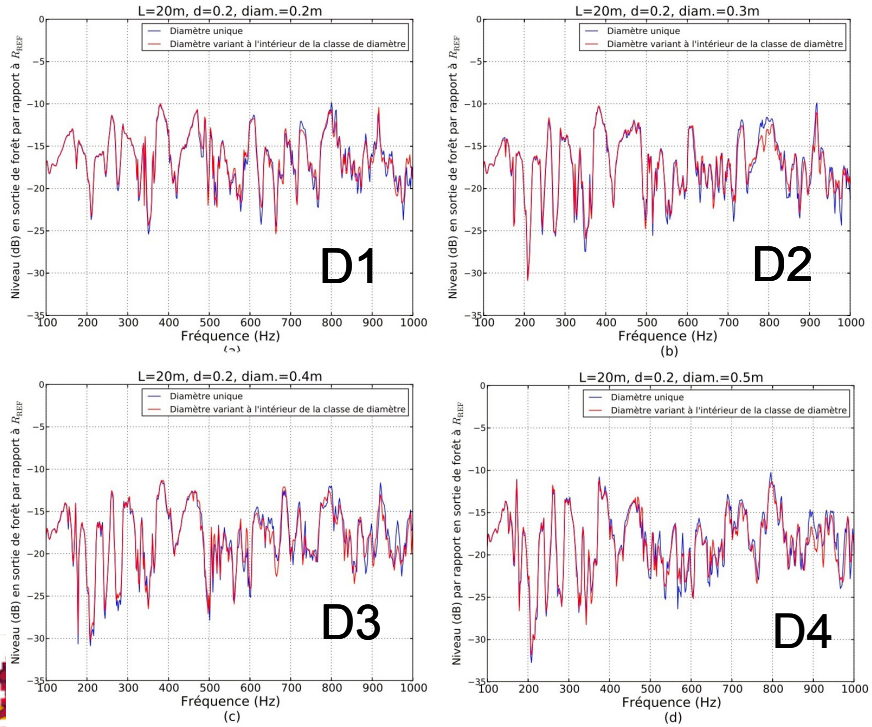
- Influence de la distribution des diamètres

Classe	D1	D2	D3	D4
Diamètre	15-24 cm	25-34 cm	35-44 cm	45-54 cm

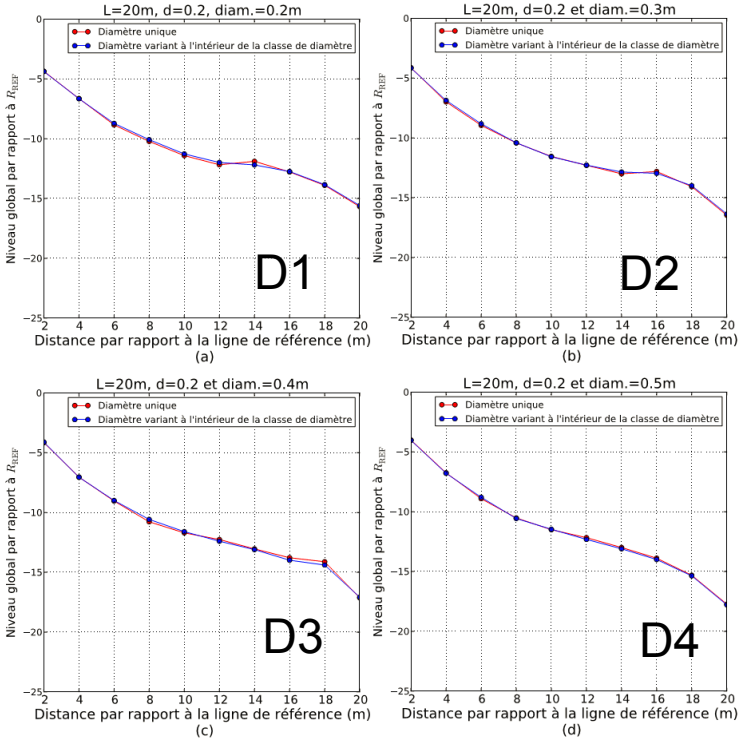


Distribution uniforme dans chaque classe de diamètre

d=0,2 arbre/m^2
L=20m



En sortie de forêt

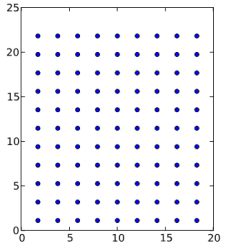


Dans la forêt

Influence du diamètre des troncs

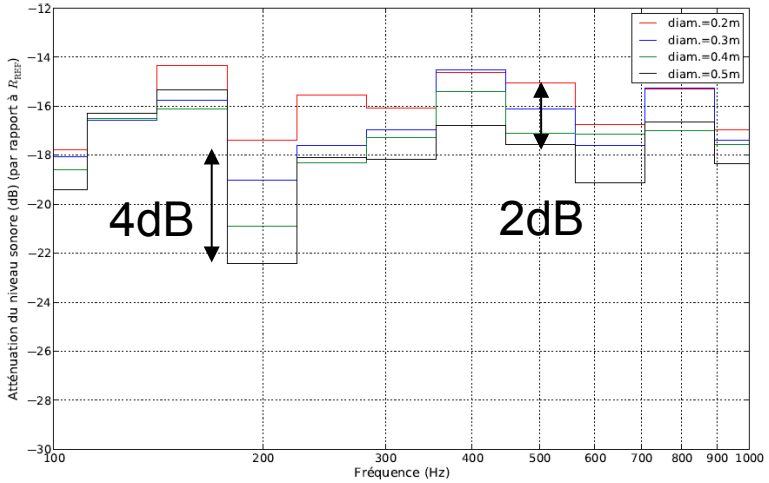
- Influence des diamètres médians

Classe	D1	D2	D3	D4
Diamètre	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm

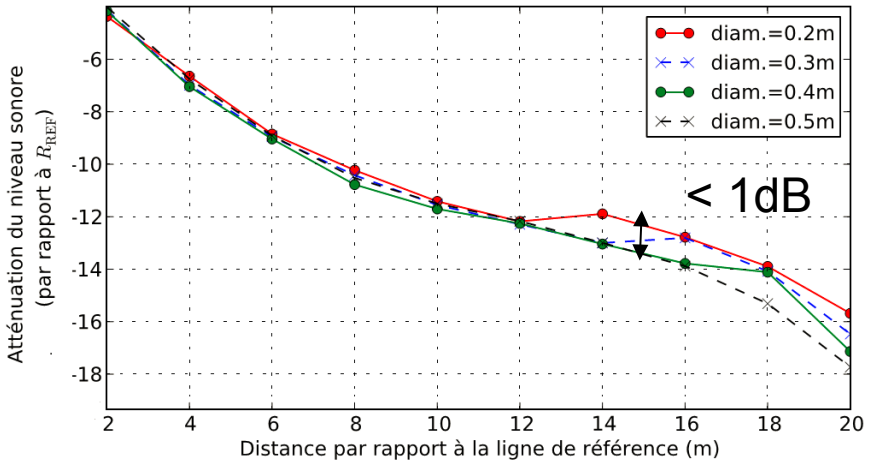


Diamètre constant dans chaque classe de diamètre

d=0,2 arbre/m^2
L=20m



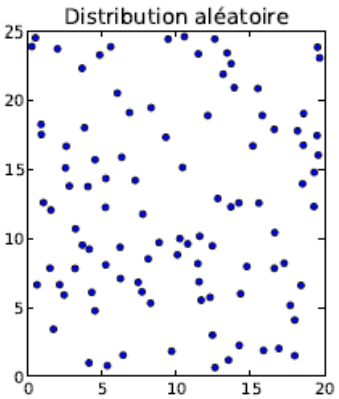
En sortie de forêt

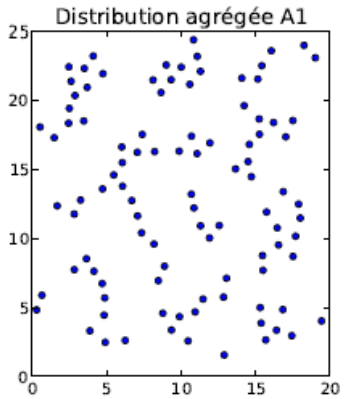


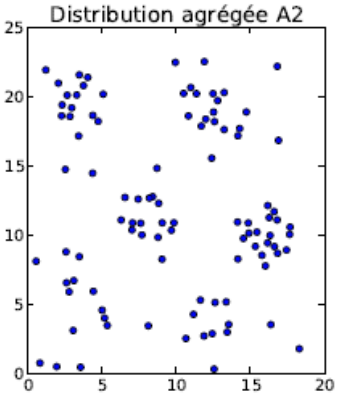
Dans la forêt

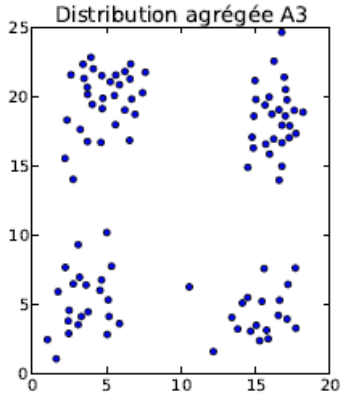
Résultats

- Influence de la distribution spatiale des troncs







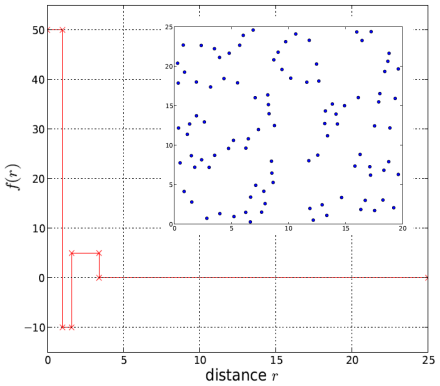


- Aléatoire : processus de Poisson

$$P(N(S)=n)=\frac{S^n d}{n!}e^{Sd}$$

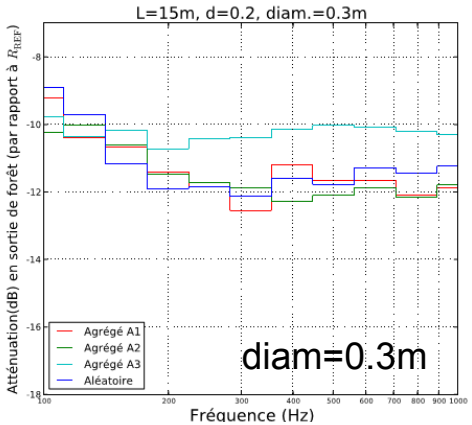
- Agrégé : processus de Gibbs [Goreaud 2000]

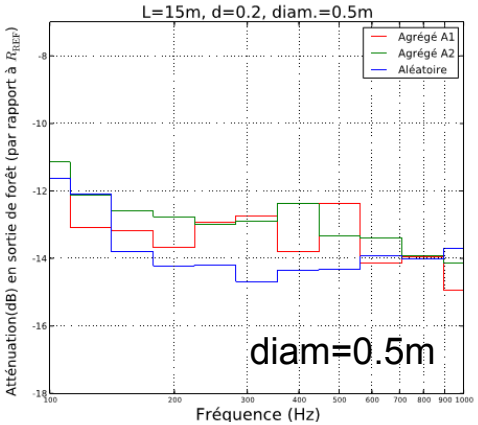
Fonction coût sur les distances inter-points



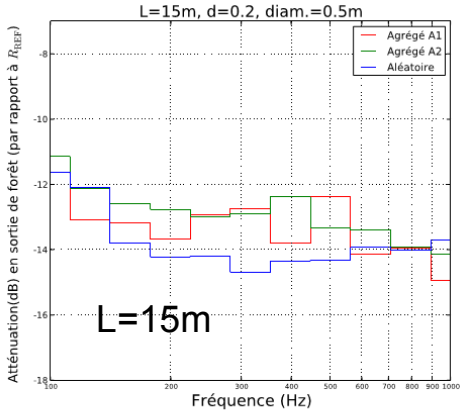
Résultats

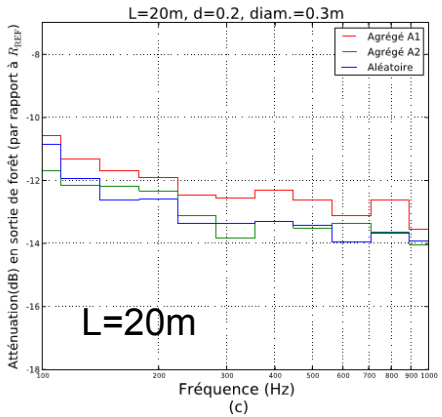
- Influence de la distribution spatiale des troncs

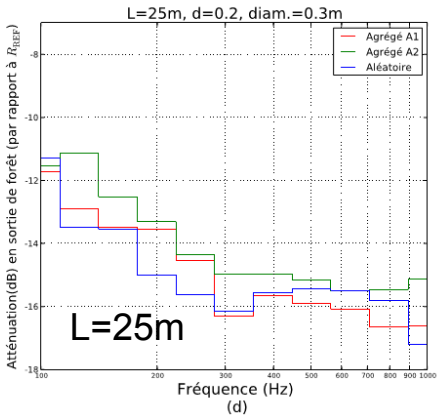




L=15m
d=0.2 a/m^2





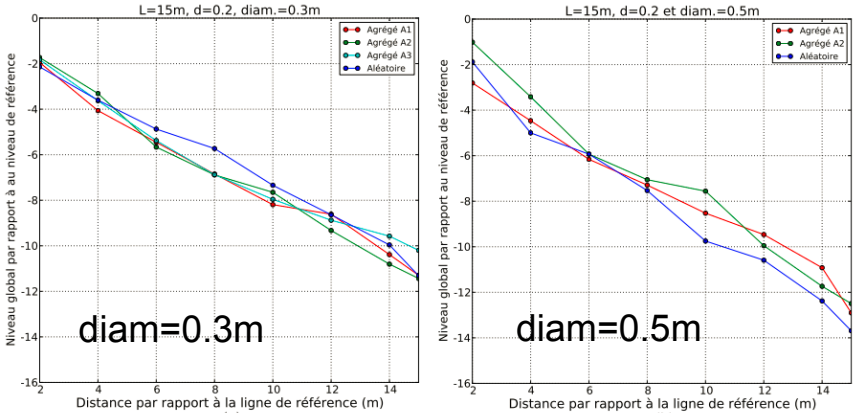


diam=0.3m
d=0.2 a/m^2

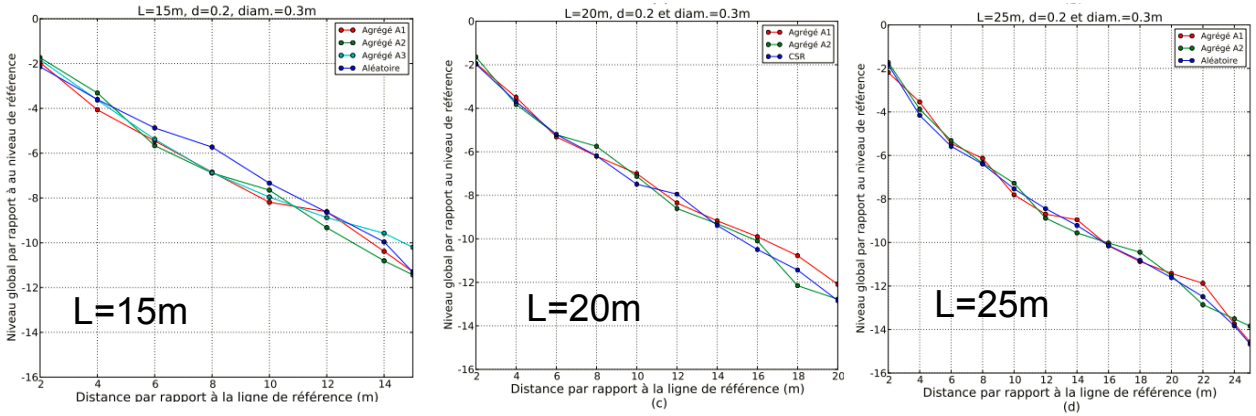
En sortie de forêt

Résultats

- Influence de la distribution spatiale des troncs



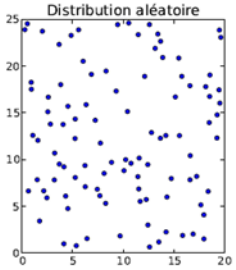
L=15m
d=0.2 a/m^2



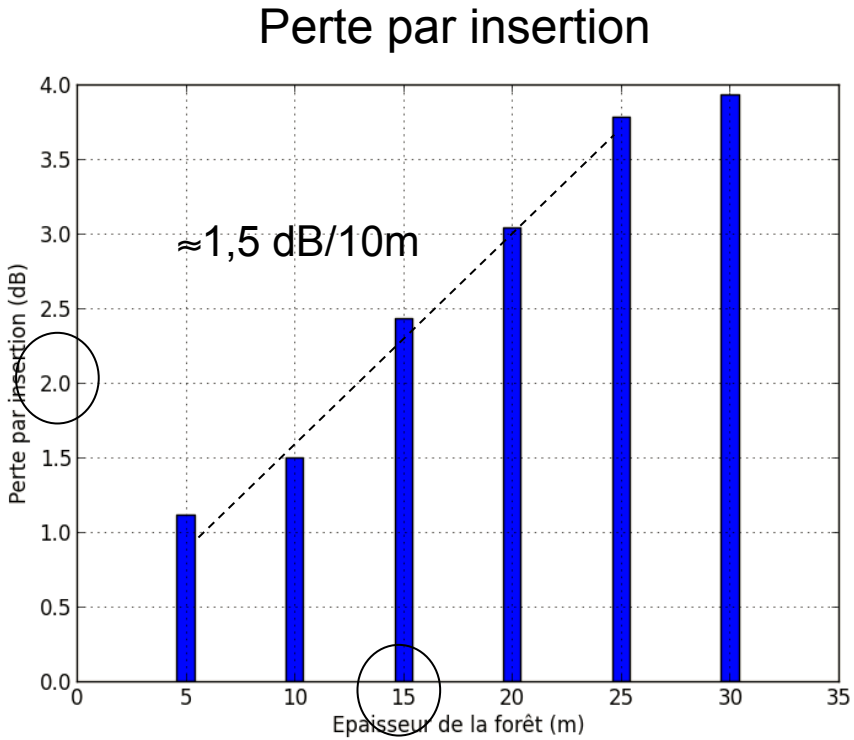
diam=0.3m
d=0.2 a/m^2

Résultats

- Influence de la profondeur de la forêt



d=0,2 arbre/m^2
diam=0,3m



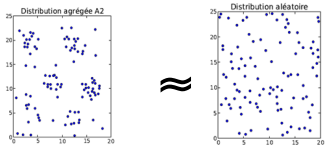
Perte par insertion significative : L > 15-20m

Conclusions

- Etude paramétrique préparatoire

- La dispersion des diamètres des troncs dans une classe de diamètre n'a pas d'influence significative sur la propagation acoustique

- Une distribution agrégée a la même influence qu'une distribution totalement aléatoire.



➔ La modélisation de la forêt ne nécessite pas une connaissance fine de sa structure spatiale

- La perte par insertion de la forêt n'est significative qu'à partir de 15-20m d'épaisseur

Perspectives

- Etude paramétrique plus complète

  - Influence densité / diamètres / profondeur de forêt
  - Hauteur de récepteur

- Prise en compte d'effets supplémentaires :

  - effets météorologiques
  - effets de sol à l'aide d'une impédance de sol

Merci !

Guillaume Dutilleux
+33 (0)3 88 77 46 07
Guillaume.dutilleux@cerema.fr