

*Diplôme d 'Etudes Approfondies
Images et Systèmes.*

La Planification de réseaux W-LAN :

*Formulation et
Présentation d'un Algorithme
Déterministe*

Katia Runser

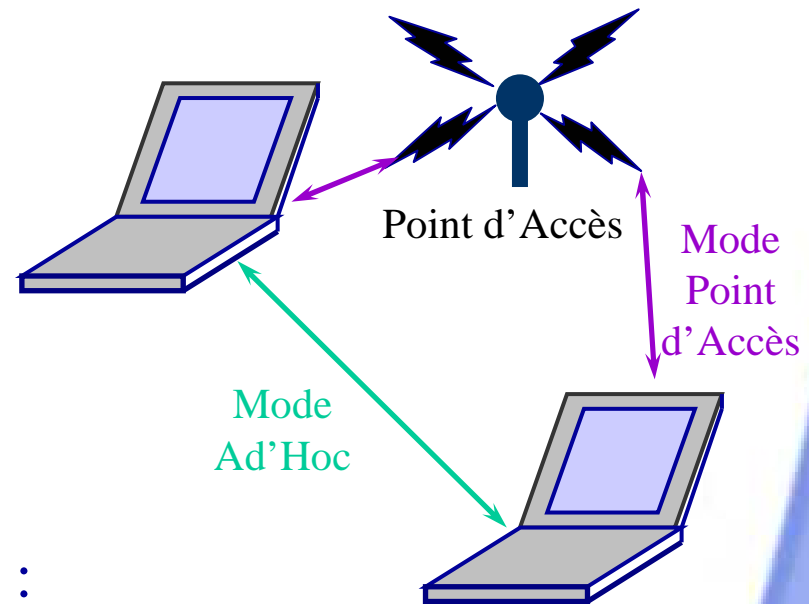
*Directeur de Recherche : M. Jean-Marie Gorce
Laboratoire CITI, INSA de Lyon*

Plan

- Les Réseaux Locaux sans fils.
- Présentation du Problème de Planification.
- Formulation Matricielle.
- Description et Comportement d'un Algorithme Déterministe.
- Perspectives.
- Conclusion

Les réseaux locaux sans fils

- Environnement **Indoor**
 - Bâtiments ...
- Deux modes :
 - Ad'Hoc / *Point d'Accès*
- Deux normes :
 - 802.11b et a (USA)
 - HIPERLAN 1 et 2 (EU)
- Bandes de Fréquences ISM :
2.4GHz et 5.2GHz.
- Débit maximum :
 - De 1 à 11 Mbits/sec (1^{ère} Gen.)
 - De 6 à 54 Mbits/sec (2^{ème} Gen.)



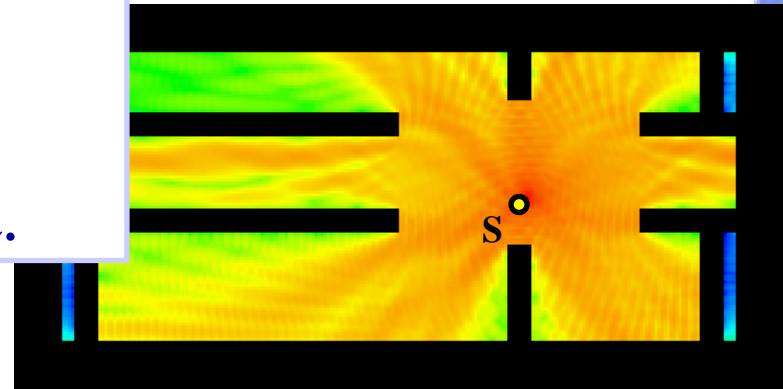
Support Partagé !

*La Planification d'un Réseau
Sans Fils :*

Présentation du Problème.

La Planification en Indoor

- *Recherche des caractéristiques des Points d'Accès (**positions, puissance d'émission...**) permettant d'accéder au réseau en tout point du plan.*



- Canal Radio Indoor **Complexe.**
- Problème d'Optimisation **Difficile.**
- Problème **Mal Posé** au sens de Hadamard

La Problématique

- **Définition d'un scénarios d'optimisation :**
 - *Plusieurs paramètres sont possibles :*
 - la position des sources,
 - le nombre de sources,
 - la puissance d'émission...
 - *Différents objectifs :*
 - Couverture Homogène
 - Minimisation des Interférences
 - Introduction de la Qualité de Service, ...
 - *Définition d'un critère mathématique d'évaluation d'une solution.*

Le Scénario Choisi.

- Un seul paramètre :

– *la Position des sources.*

- Objectif :

– *Une Couverture Homogène*

Critère d'évaluation retenu :

$$(1) \quad Q = \sum_{(i,j)} \|\text{Max}(0, ((P)_{\text{dB}} - (P_{ij})_{\text{dB}}))\|^2$$

$(P)_{\text{dB}}$: Puissance Moyenne

$(P_{ij})_{\text{dB}}$: Puissance au Point (i, j).

*La Planification d'un Réseau
Sans Fils :*

Formulation Matricielle.

Hypothèses.

- *Soit un plan P de taille N donné, N le nombre de points de mesure.*
- *Soit M le nombre de positions de sources potentielles dans ce plan.*
- *Si on est capable de calculer la contribution des toutes les M sources potentielles en chacun des N points du plan P , on peut regrouper ces résultats sous la forme d'une matrice.*

Formulation

La Matrice Descriptive :

(2) $M = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{1j} & P_{1M} \\ P_{i1} & P_{ij} & P_{iM} \\ P_{N1} & P_{Nj} & P_{NM} \end{pmatrix}$

Contribution de chaque source potentielle au point i

Contribution de S_j pour tous les points

Avec :

- N : le nombre de points du plan.
- M : le nombre de positions de sources possibles.
- N_S : le nombre de sources à positionner.

Application à la Planification

- *Comment exploiter cette matrice pour résoudre un problème de planification donné où seule la position des sources est paramétrable ?*
- On cherche à placer N_S sources sur le plan.
- Une solution est décrite par le vecteur suivant :
 - $S = \{S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_M\}$,Où $S_j = 1$ si une source se trouve au $j^{\text{ème}}$ point, et $S_j = 0$ sinon avec

$$\sum_i S_i = N_S.$$

Application à la Planification

- Couverture d'une solution : $\mathbf{E} = \{E_1, \dots, E_i, \dots, E_N\}$
- Résolution d'un **scénario d'optimisation simple** :
 - Recherche d'une *couverture homogène* avec $N_S = 1$.

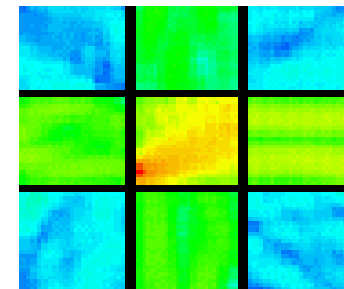
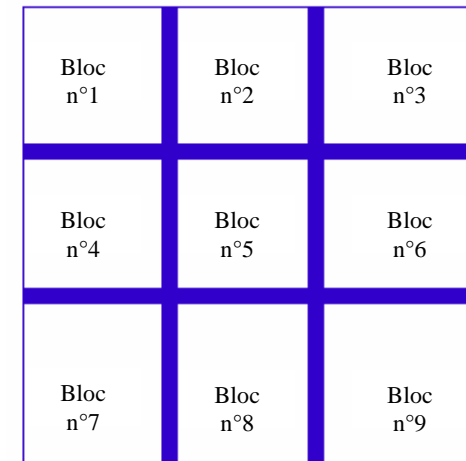
- Sélection de la solution \mathbf{S} tel que :

$$\mathbf{S}^* = \text{Argmin } Q(\mathbf{E})$$

*où Q représente le critère (1) sélectionné auparavant
et $\mathbf{E} = \mathbf{M}^* \mathbf{S}$ est la couverture obtenue avec le vecteur
source \mathbf{S}^* .*

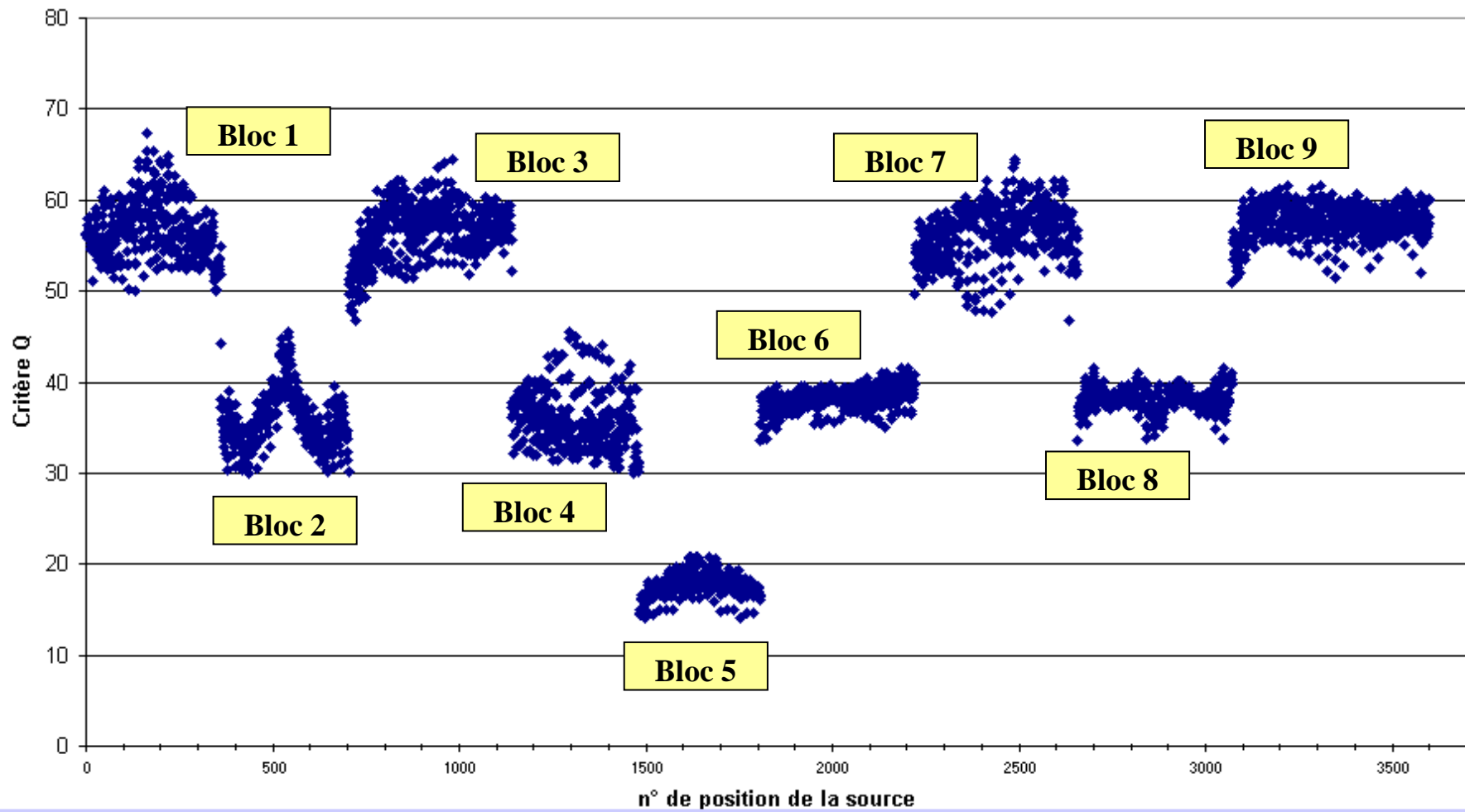
Mise en Œuvre

- Application au positionnement d'une source.
 - Environnement taille **64*64 pixels** (surface de 10 m²)
 - **3600 positions de Sources.**
- Utilisation du moteur de calcul de couverture "parFlow" pour effectuer un *regroupement par Blocs* des points de mesure.



Meilleure Solution : (21,36)

Critère Q en fonction de la position de source



*La Planification d'un Réseau
Sans Fils :*

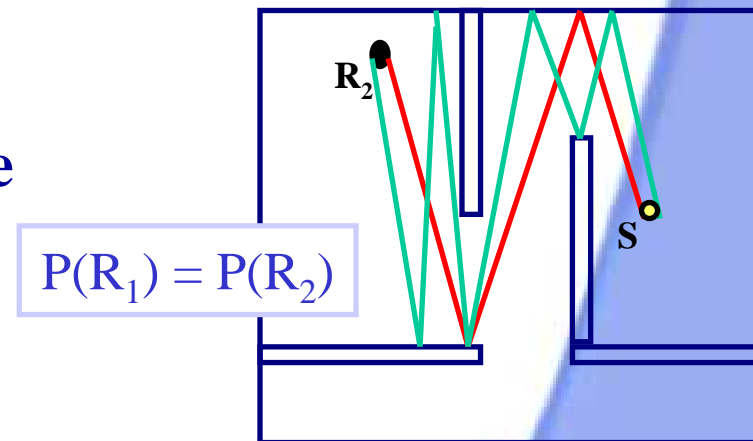
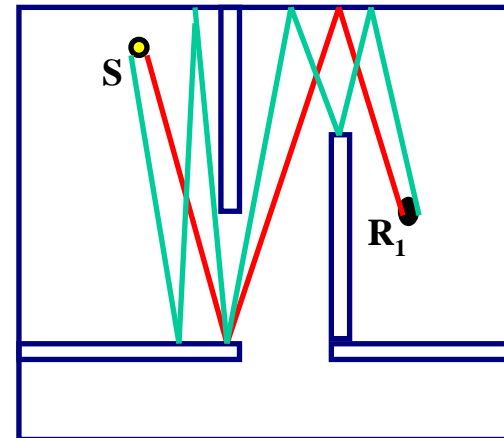
Description et Comportement d'un
Algorithme Déterministe.

Méthodes d'Optimisation

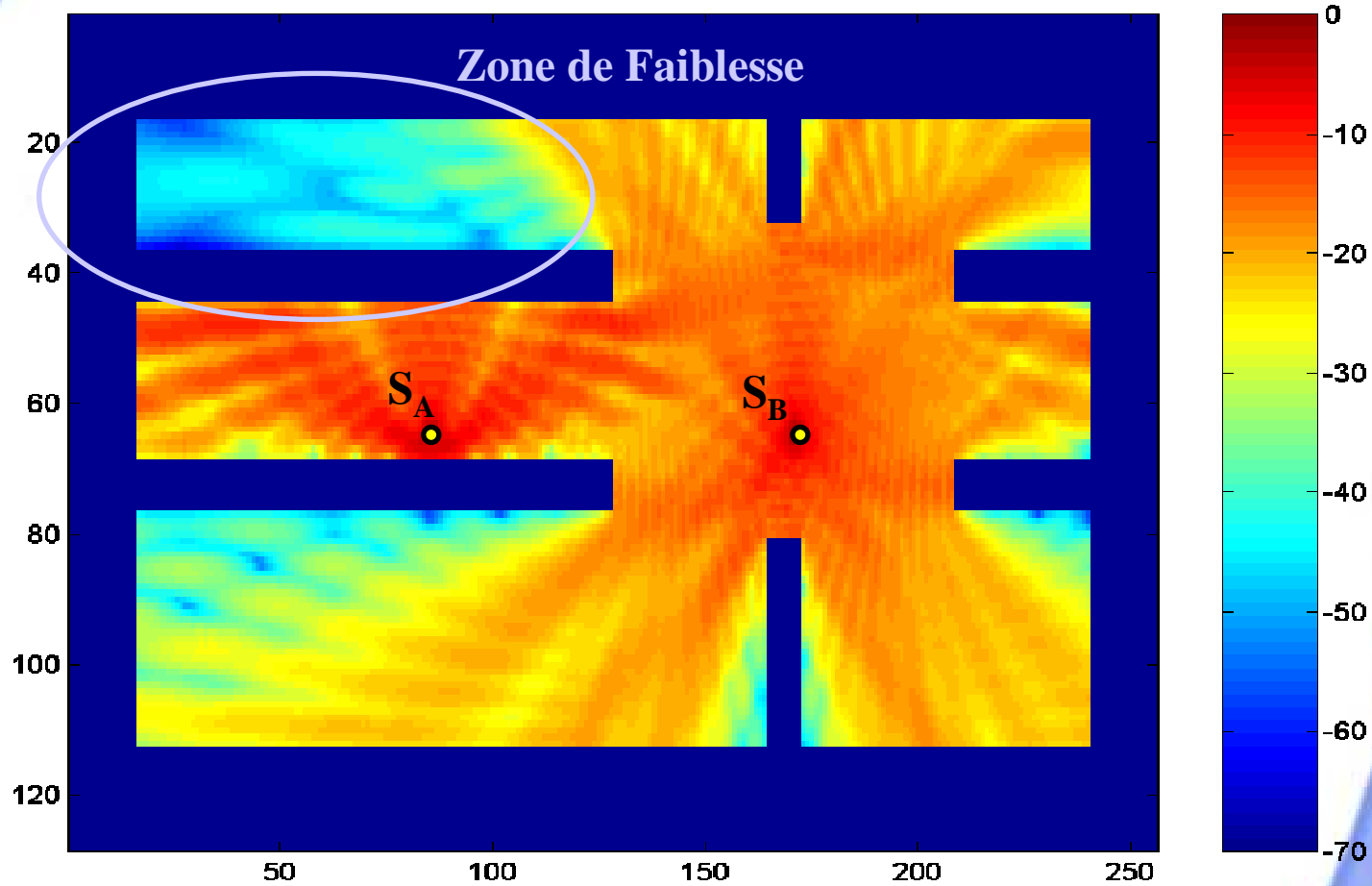
- Méthodes Déterministes :
 - *Algorithmes Gloutons.*
 - *Simplex Search Method.* [Fortune et al., 1995]
 - *Algorithmes de Descente.*
 - Recherche par Gradients Conjugués [Sherali et al., 1996]
- Méthodes Génétiques. [Tang, 1997]
- Méthodes Stochastiques.
 - *Recuit Simulé.*

Caractéristiques de l'Algorithme

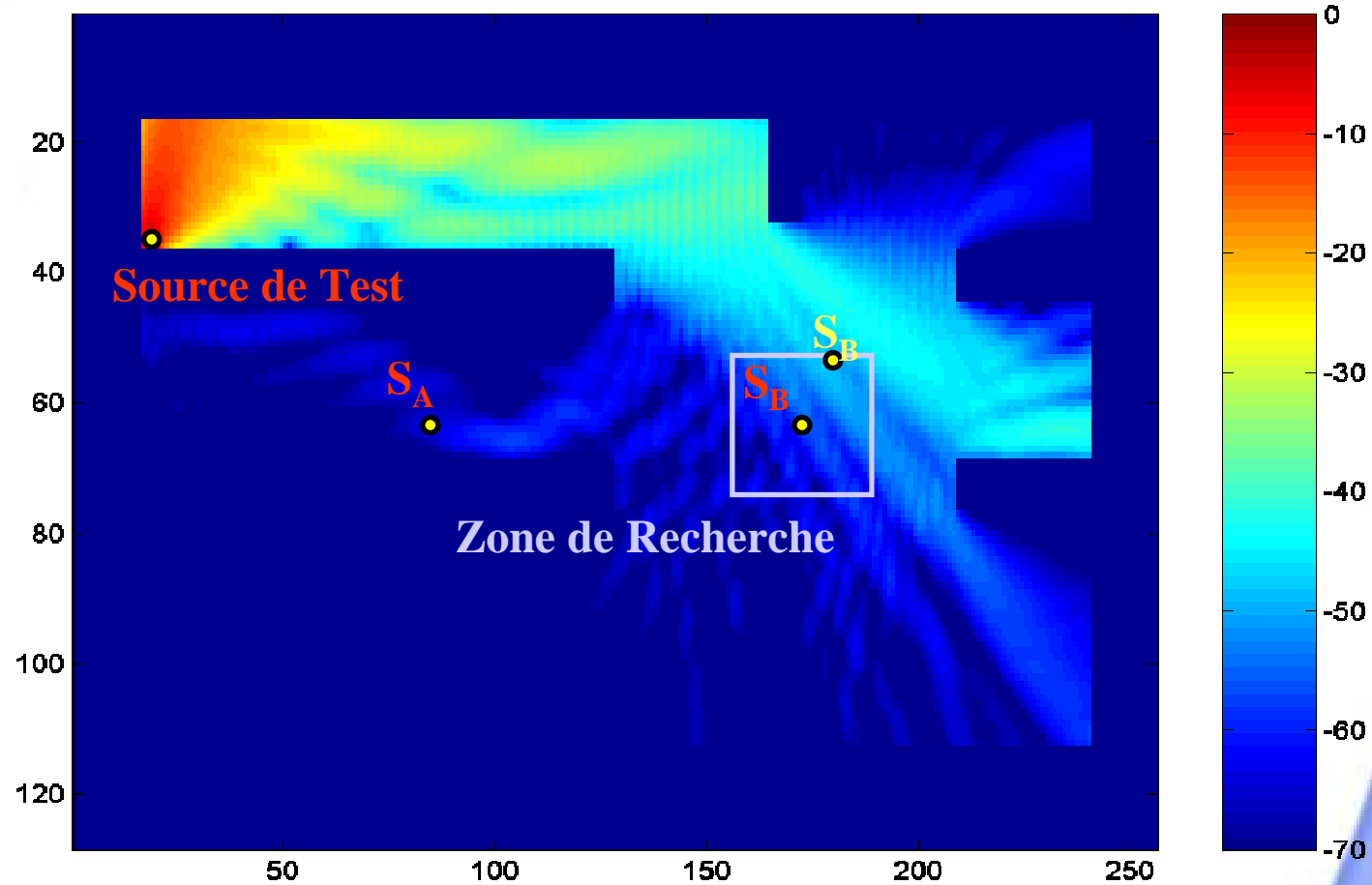
- A chaque itération, il y a **déplacement** d'une des sources de façon à **combler la faiblesse** de couverture la plus importante.
- La **Propriété de Réciprocité** permet de déplacer une source en améliorant **de façon certaine** le niveau de champs dans la faiblesse.



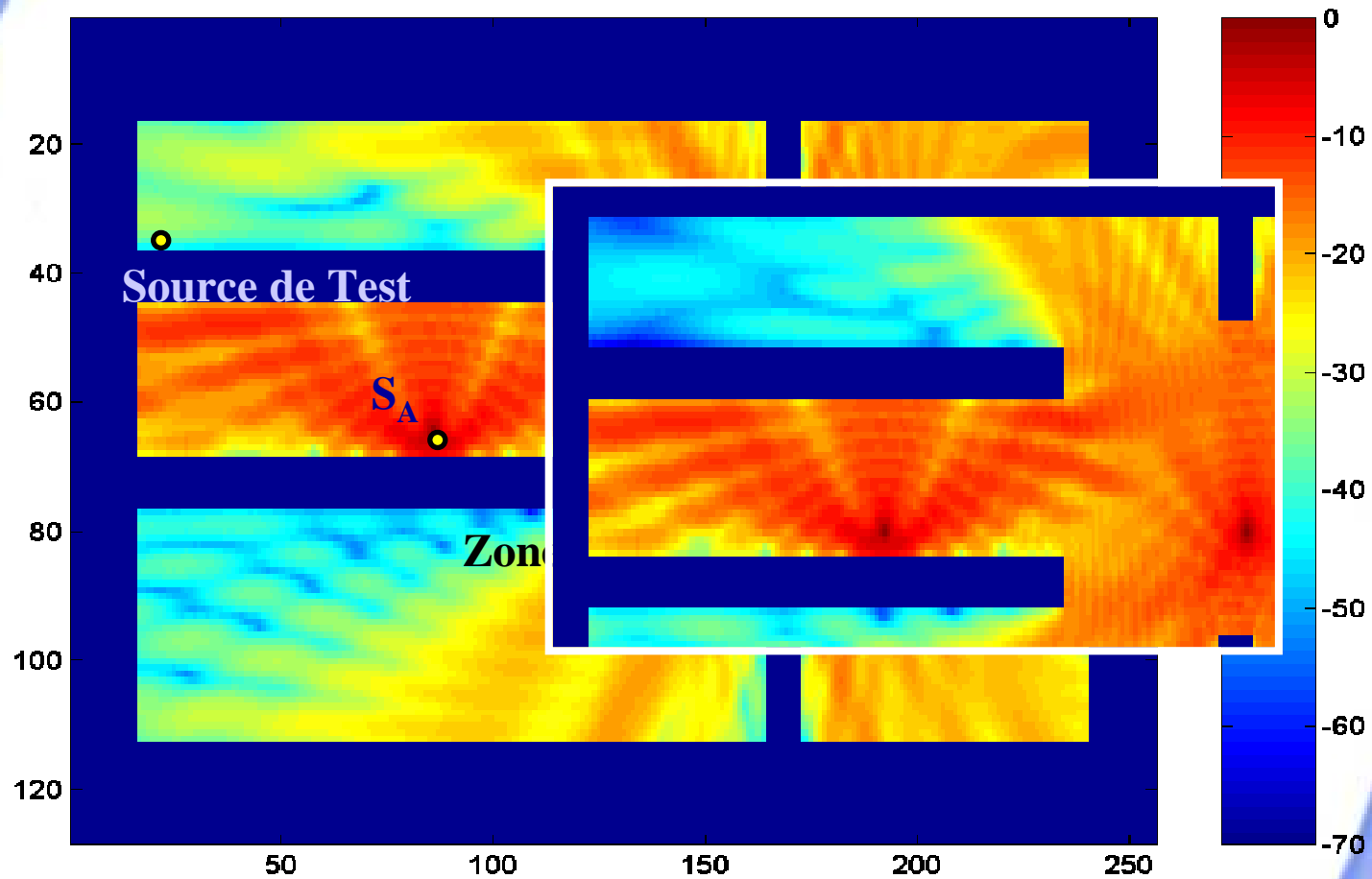
Déplacement d'une source



Déplacement d'une source

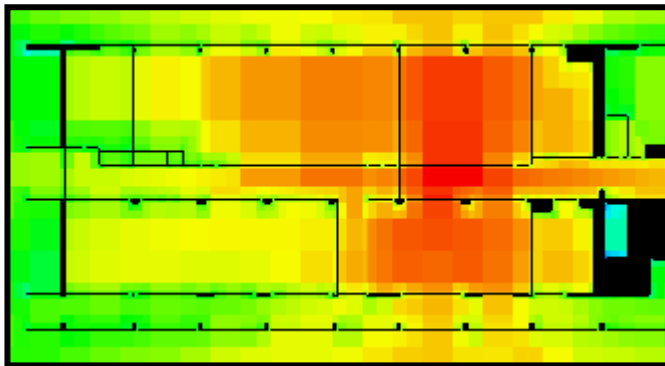


Déplacement d'une source

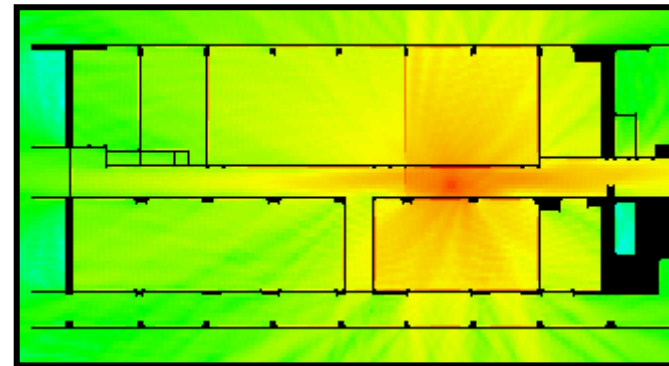


Caractéristiques de l'Algorithme

- **Simulations** de Couvertures effectuées à **deux résolutions** grâce au moteur de propagation "ParFlow".



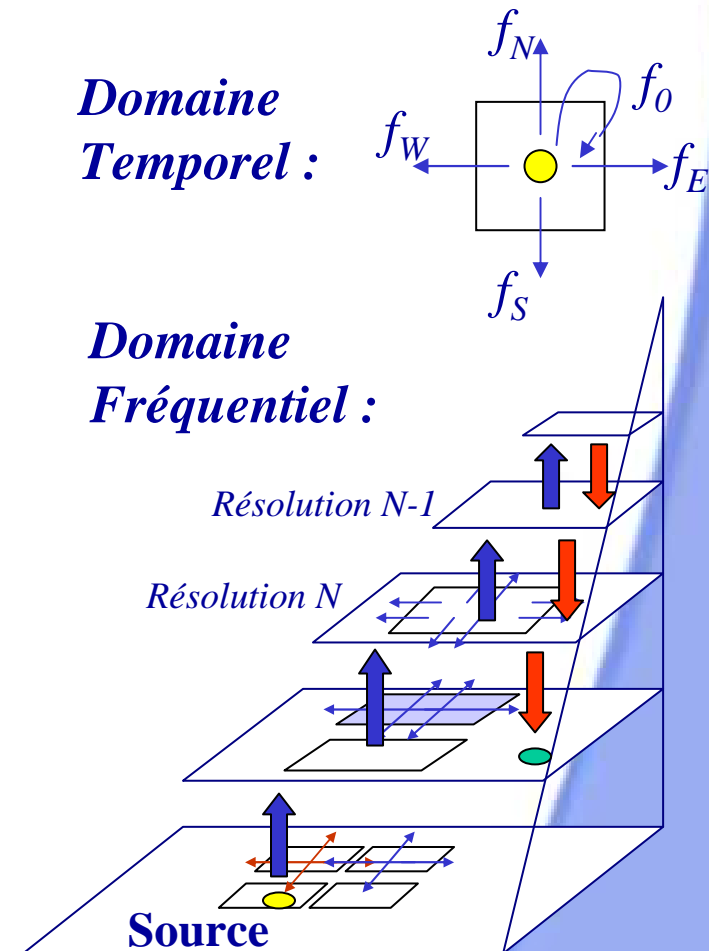
*Résolution par Blocs
Homogènes pour les cartes de
Couvertures Complètes*

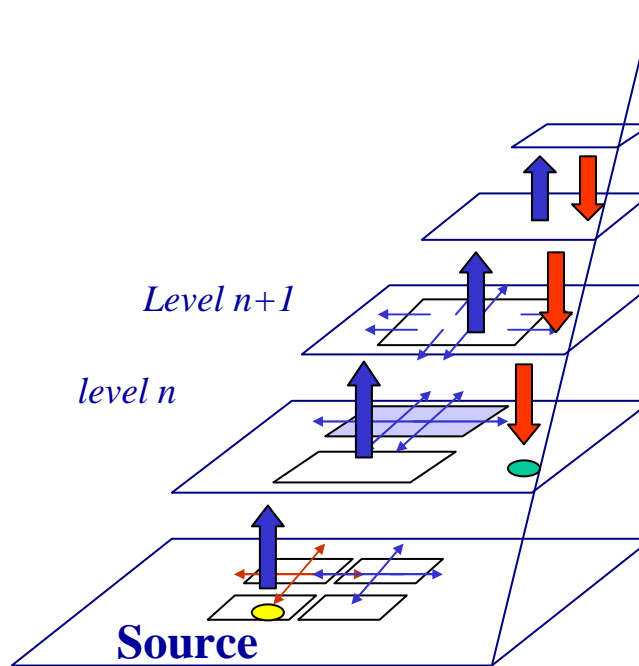


*Résolution de Recherche
pour une Couverture Précise à
l'intérieur des blocs*

Le Moteur "ParFlow"

- Méthode Discrète
- Résolution dans **le plan fréquentiel** [Gorce, 2001] :
 - Regroupement des cellules.
 - Obtention d'une Structure Pyramidale **Multi-Résolution**.
- **Propagation** d'une source à travers la Pyramide et non à résolution fixe.
- Obtention d'une couverture à **différentes résolutions**.



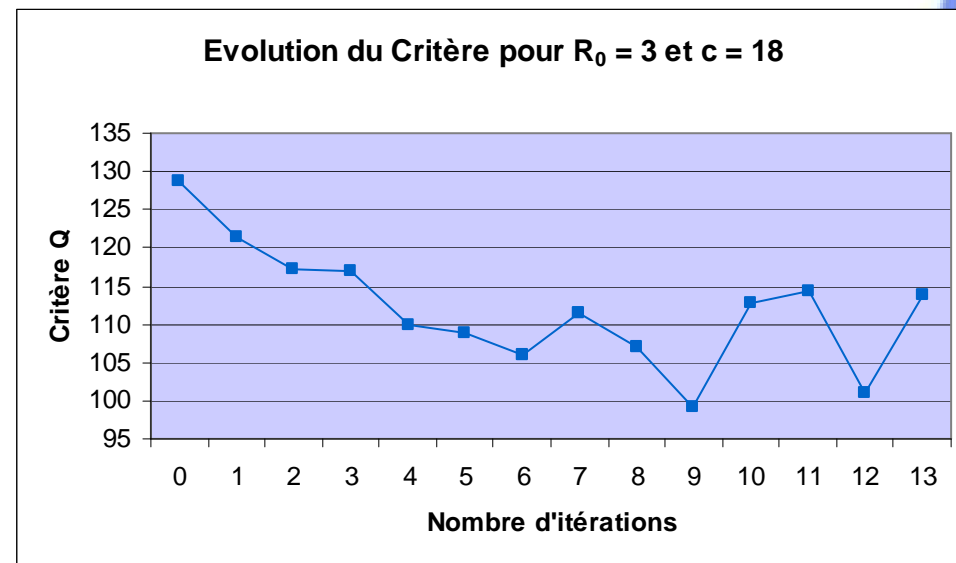
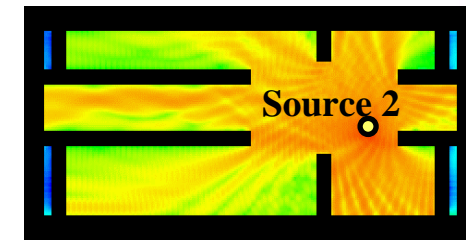
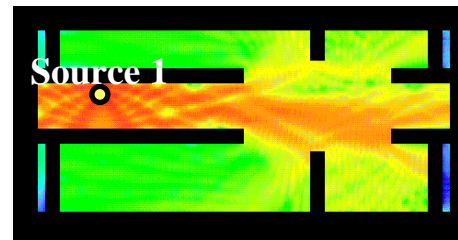


Description d'une Itération.

- **Calcul de la Couverture globale** à la résolution R_{hom} .
- **Repérage** de la zone de faiblesse la plus importante à la résolution R_{hom} .
- **Positionnement** de la **source de Test** à l'intérieur de la faiblesse à la résolution R_0
- Calcul de la couverture de la source de test à la résolution R_{hom} .
- **Recherche de la Source** S_D la plus apte à compenser la faiblesse.
- **Calcul du déplacement optimal** de S_D à l'intérieur de la zone de recherche Z_R à la résolution R_0 .
- Déplacement de S_D .

Comportement de l'Algorithme

- Obtention d'un **minimum local**.
- Limitation Principale :
Sensible aux **discontinuités** du plan.
 - *Oscillations entre deux solutions.*
- Amélioration du Critère avec l'homogénéisation de la couverture.



Perspectives.

- Introduction d'une dimension probabiliste
 - *Pondération du déplacement par une probabilité.*
 - *Adaptation d'une méthode de Recuit Simulé.*
- Mise en place d'un maillage inter-sources.
 - *Déplacement relatif des autres sources du maillage.*
 - *Limitation du phénomène d'oscillations.*

Conclusions

- *J'ai acquis une vue d'ensemble du problème de Planification.*
- *J'ai proposé :*
 - Une approche sous forme matricielle permettant de formuler le problème de planification.
 - Une méthode permettant de combler une faiblesse de couverture par déplacement d'une source.
- *Il reste à :*
 - **Améliorer les performances de l'algorithme** en introduisant une dimension stochastique.
 - Exploiter au mieux les caractéristiques du moteur "ParFlow".

Questions ?

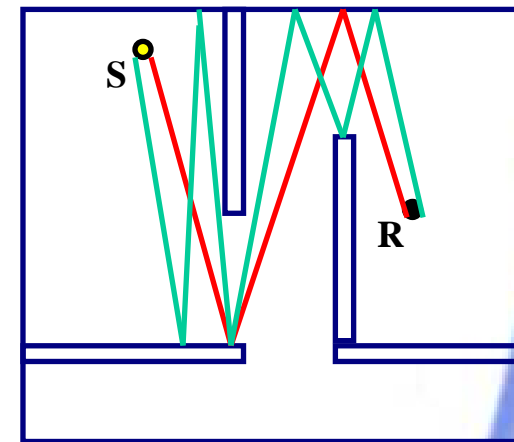
Merci de votre Attention.

Références.

- [Gorce, 2001] J.M. Gorce et al. *Propagation simulation with the ParFlow method : fast computation using a multi-resolution scheme*. In : IEEE 54th Vehicular Technology Conference, Fall 2001, Atlantic City, NJ, USA, October 2001.
- [Tang et al. 1997] K.S. Tang, K.F. Man, K.T.Ko. *Wireless LAN Design using hierarchical genetic algorithm*. In : Proceedings of the 7th International Conference on Genetic Algorithm, East Lansing, MI, July 19-23, 1997, (San Mateo, California : Morgan Kaufman Publishers, 1997), pp. 629-635.
- [Fortune et al. 1995] J.S. Fortune et al. *WISE Design of indoor wireless systems*. In : IEEE Computational Science and Engineering, 2, 1, pp. 58-68, Spring 1995.
- [Sherali, 1996] H.D. Sherali et al. *Optimal Location of Transmitters for Micro-Cellular Radio Communication System Design*. In : IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol 14, No 4, May 1996.
- [Cheung, 1998] K.W. Cheung et al. *Optimizing Indoor Base-station Locations in Coverage- and interference-limited indoor Environments*, IEEE Proceedings-Communications, 145 (6): 445-450, 1998.

Le Canal Radio Indoor

- **Impact accru** des phénomènes dus à la propagation (Diffraction, Interférences, Multi-Trajet)
- D'après Rappaport [1], il est caractérisé par un **modèle à Grande Echelle** :
 - *Variation temporelle Δt importante par rapport au temps de propagation moyen Emetteur-Récepteur.*
 - *Dégradation **lente** du signal.*



— Trajet 1 — Trajet 2

$$\Delta t = |t_2 - t_1|$$

t_1, t_2 : temps de propagation des trajets 1 et 2.