

L'INTÉGRATION DE RESEAUX DE CAPTEURS DANS LES RÉSEAUX AD HOCS

Régis LECOGE
- 29 Mai 2004 -

OBJECTIFS

→ Intégrer la gestion des antennes directives sous le simulateur Wilde

- Quelles sont les techniques de synthèse de diagramme?
- Quelles sont les méthodes à développer sous Wilde?

→ Étudier les intérêts potentiels des antennes adaptatives dans les réseaux ad hoc

- Quelles sont les améliorations potentielles?
- Quelles sont les méthodes à mettre en œuvre?

→ Contexte:

- CITI: Centre d'Innovations en Télécommunications et Intégration
- Stage de DEA Images & Systèmes

CAHIER DES CHARGES

- Définir les notions de réseaux ad hoc, de synthèse de diagramme, et d'antennes adaptatives
 - De quoi parle t'on?
 - Les différents types d'antennes adaptatives

- Étude de l'existant
 - Les articles IEEE
 - Secteur en plein essor

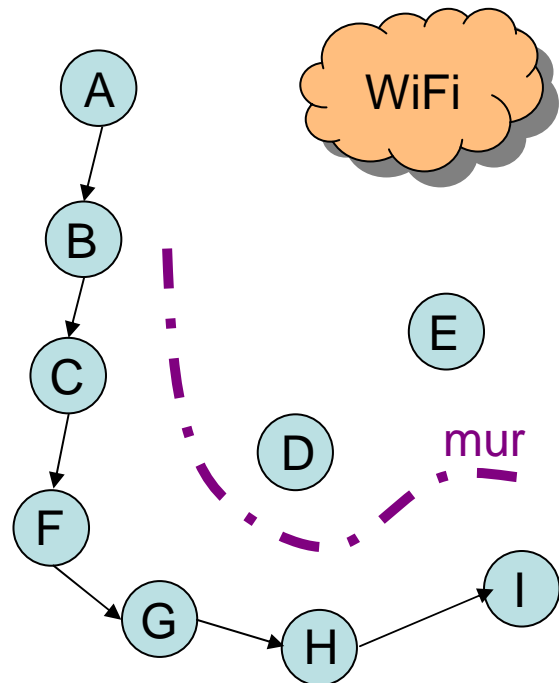
- Intégration au sein d'un simulateur
 - Quantifier les améliorations
 - Développement de modules d'extensions pour la synthèse d'antenne
 - Développement d'un simulateur d'antennes adaptatives en environnement ad hoc

- Exploitation
 - Évaluation de la directivité d'un réseau de capteur
 - Évaluation de l'augmentation des performances

DÉFINITION: RÉSEAUX AD HOCS

→ Principe

- Réseaux autonomes
- Réseaux de mobiles



Le canal radio est mal maîtrisé, instable et fortement partagé !

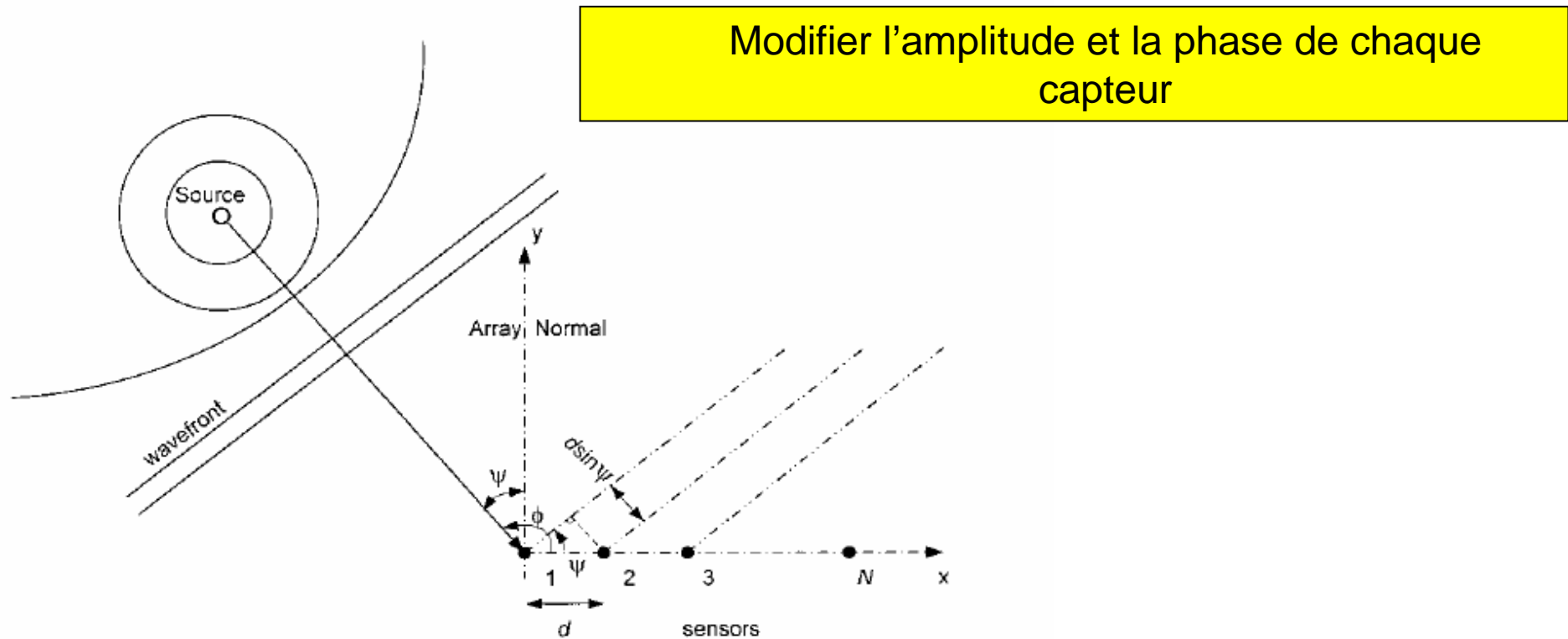


Avantages:

- Ne nécessite pas d'infrastructures
- Réseau auto configurable
- Utilisation militaire et premier secours

DÉFINITION: LES RESEAUX DE CAPTEURS

→ Principe de base



MÉTHODES DÉVELOPÉES

→ La synthèse d'antennes

- Approcher un diagramme précis grâce à un réseau de capteurs
- Problème inverse

$$F(\Theta) = \sum_{n=0}^N a_n e^{-j\beta n d \cos\Theta}$$

- Antenne adaptative « statique »

→ Fourier

→ Inversion régularisée

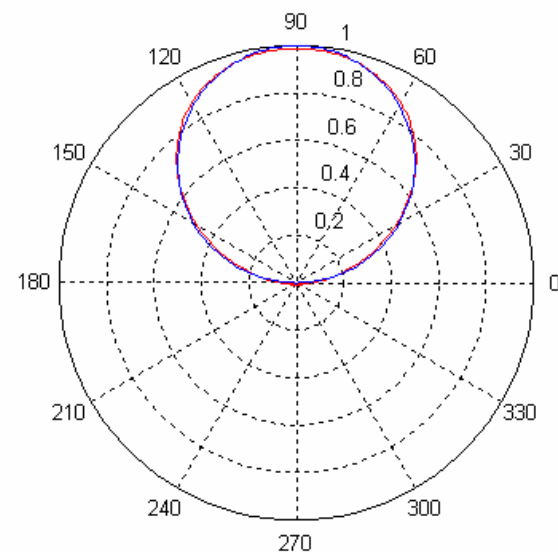
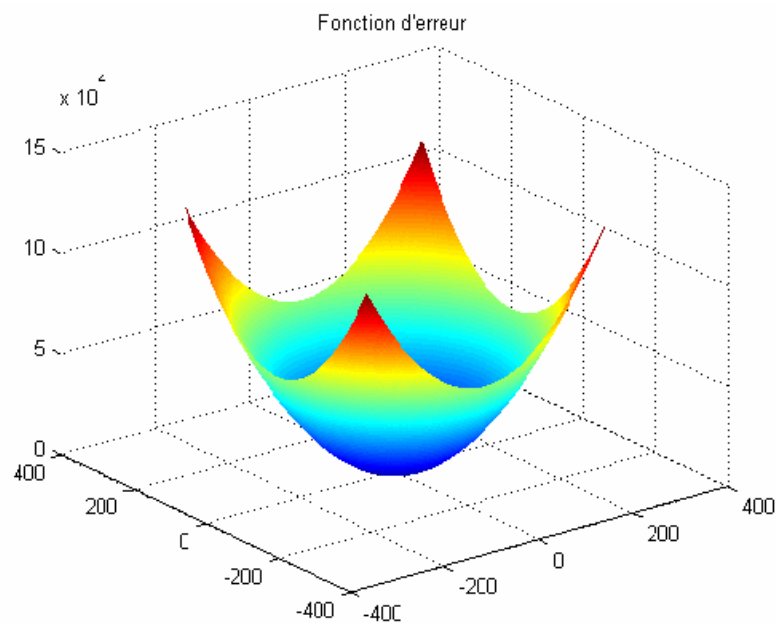
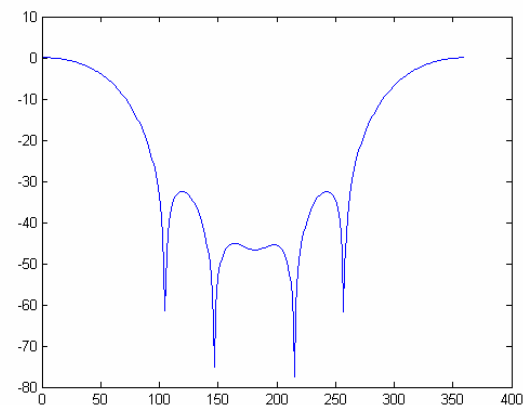
$$z = Hx$$

$$e = z - y = z - Hx$$

$$\hat{x}_{MC} = \frac{1}{\bar{H}^t H + \mu_0 D^t D + \mu_1 I} \bar{H}^t Z^t$$

L'INVERSION GENERALISEE

→ Minimisation d'un critère quadratique

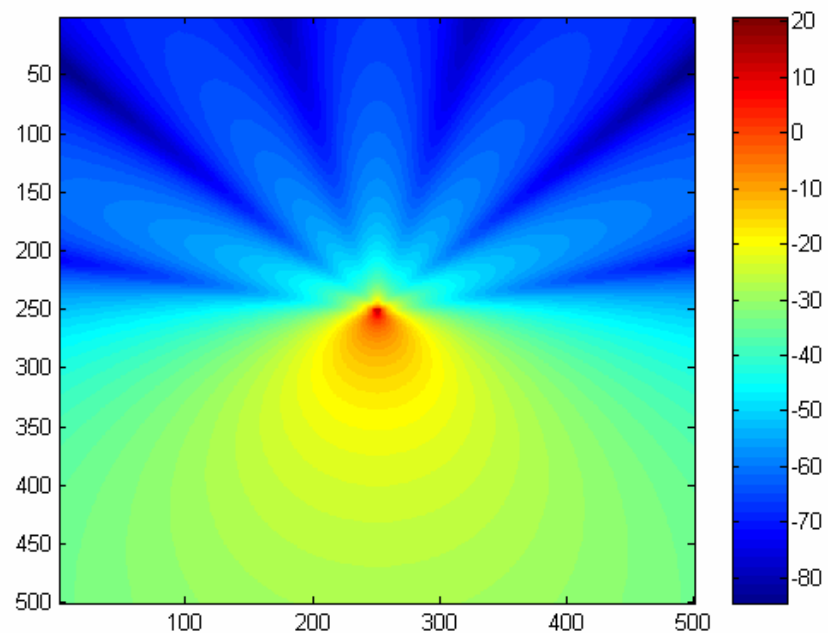


La solution trouvée est la solution optimale!

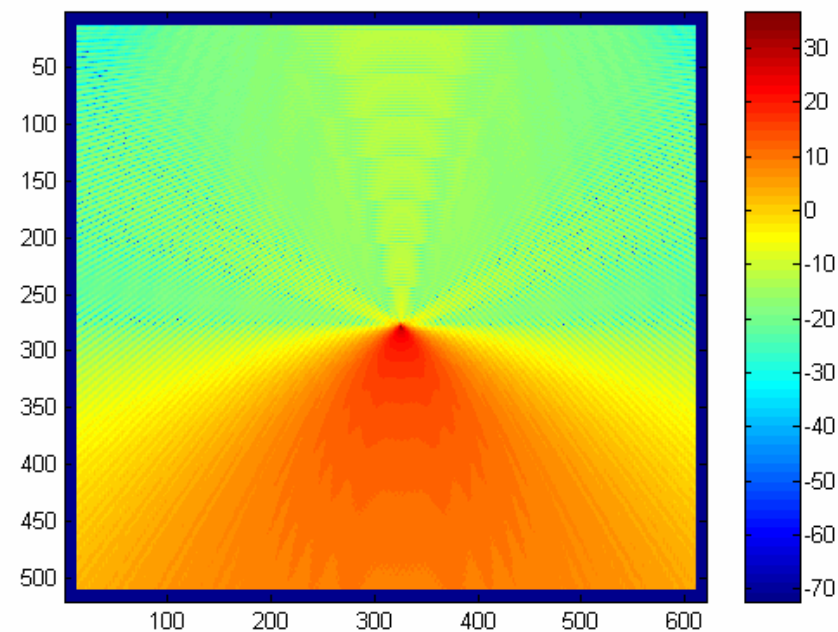
PERFORMANCES

→ Simulation d'un diagramme de rayonnement

Matlab

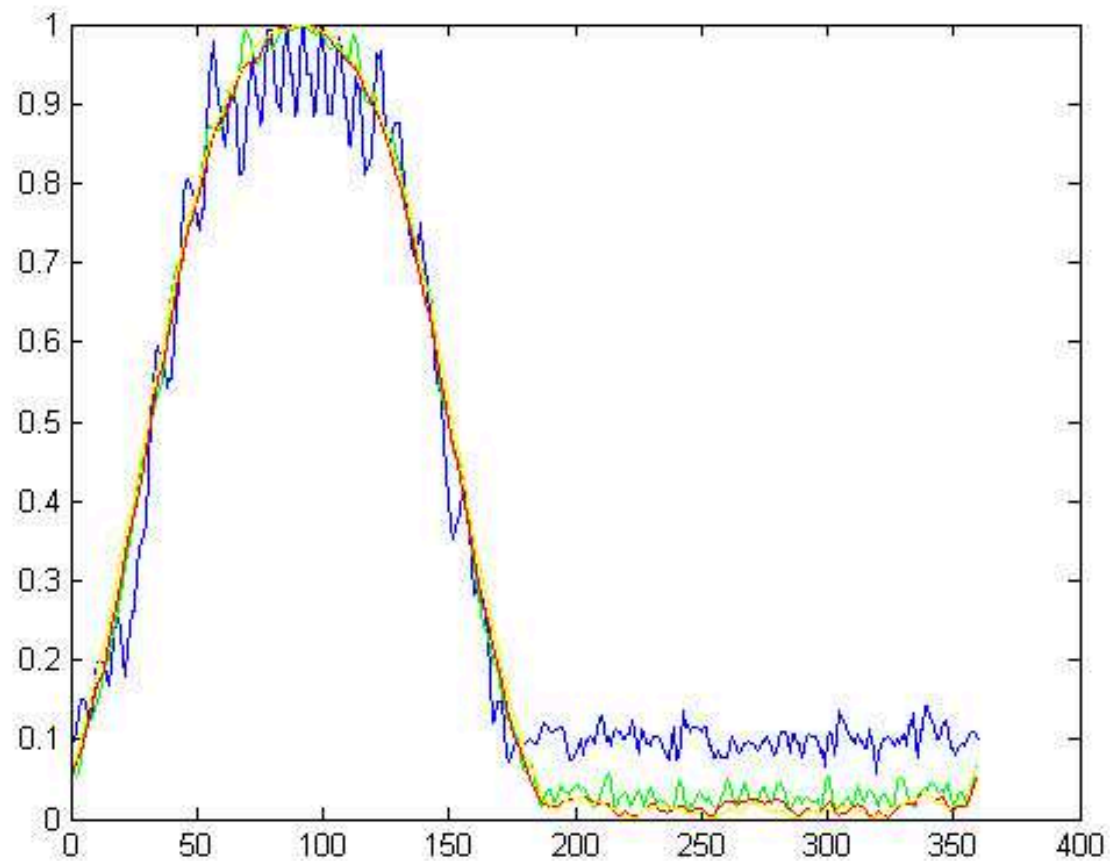


Wilde



PERFORMANCES

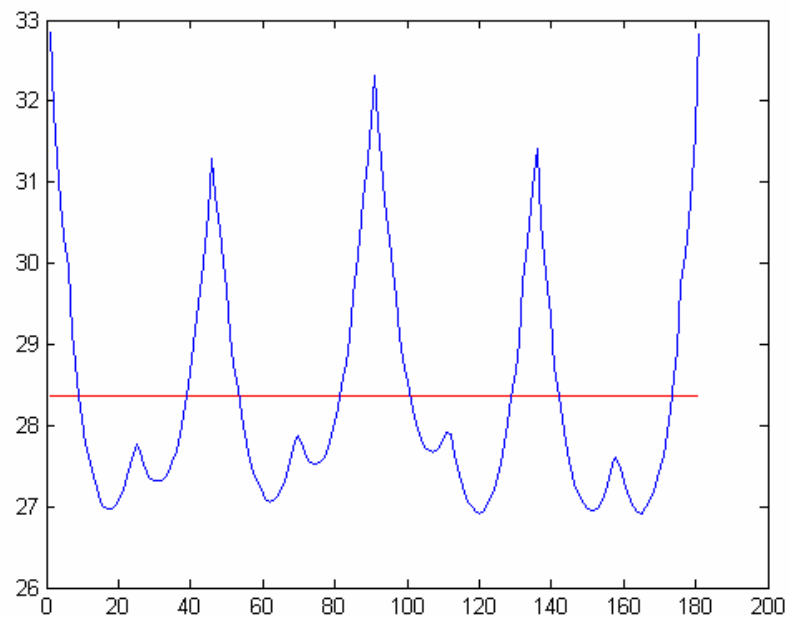
→ Influence du pas de discrétisation



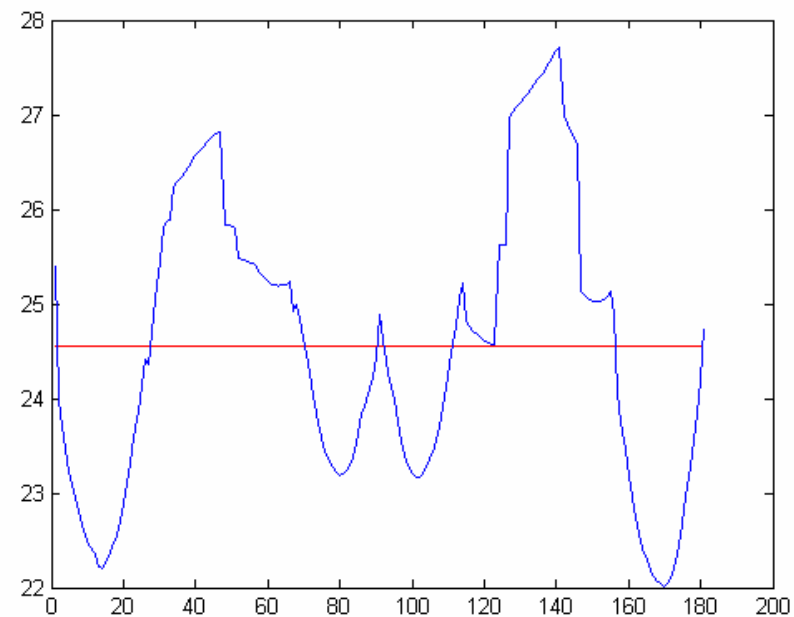
PERFORMANCES

→ Réponse angulaire sur 180°

Matlab

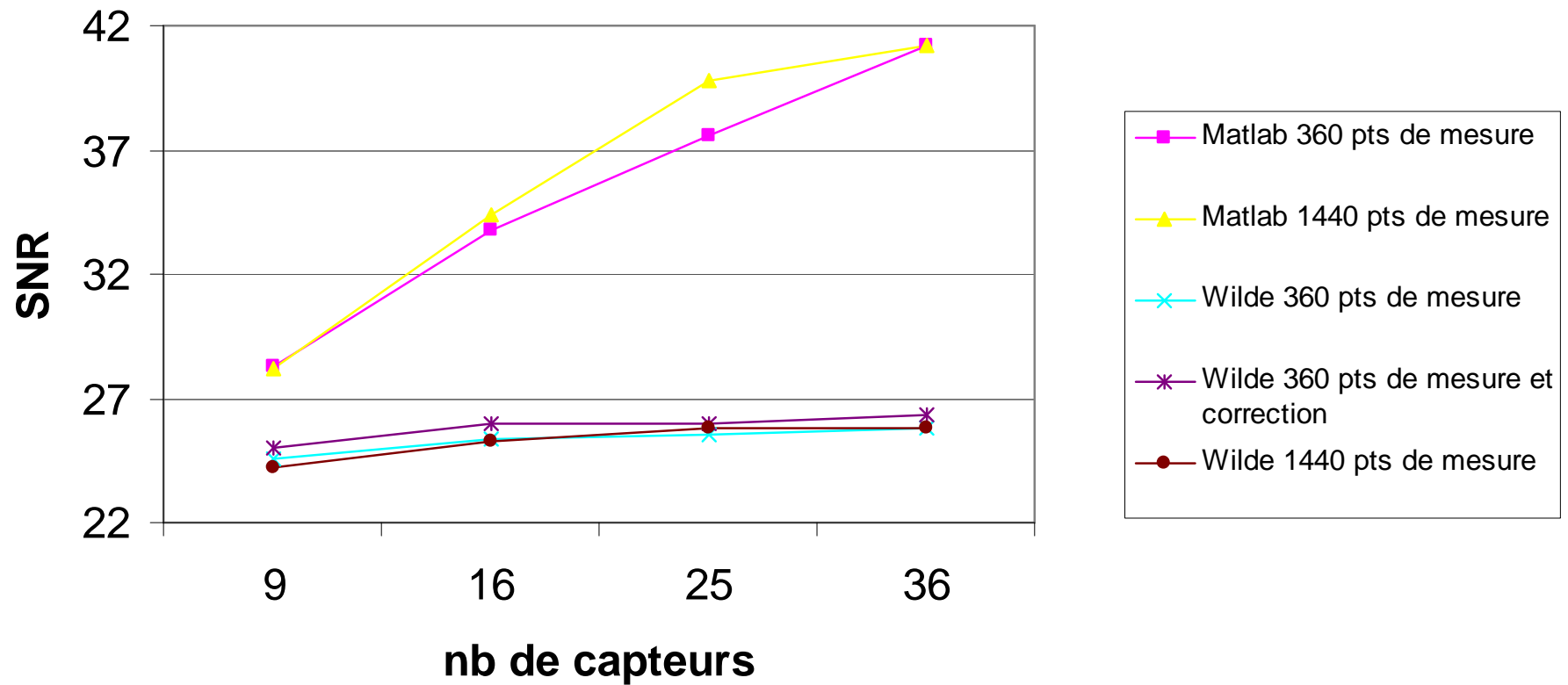


Wilde



PERFORMANCES

Evolution du SNR selon le nb de capteurs



→ Conclusions

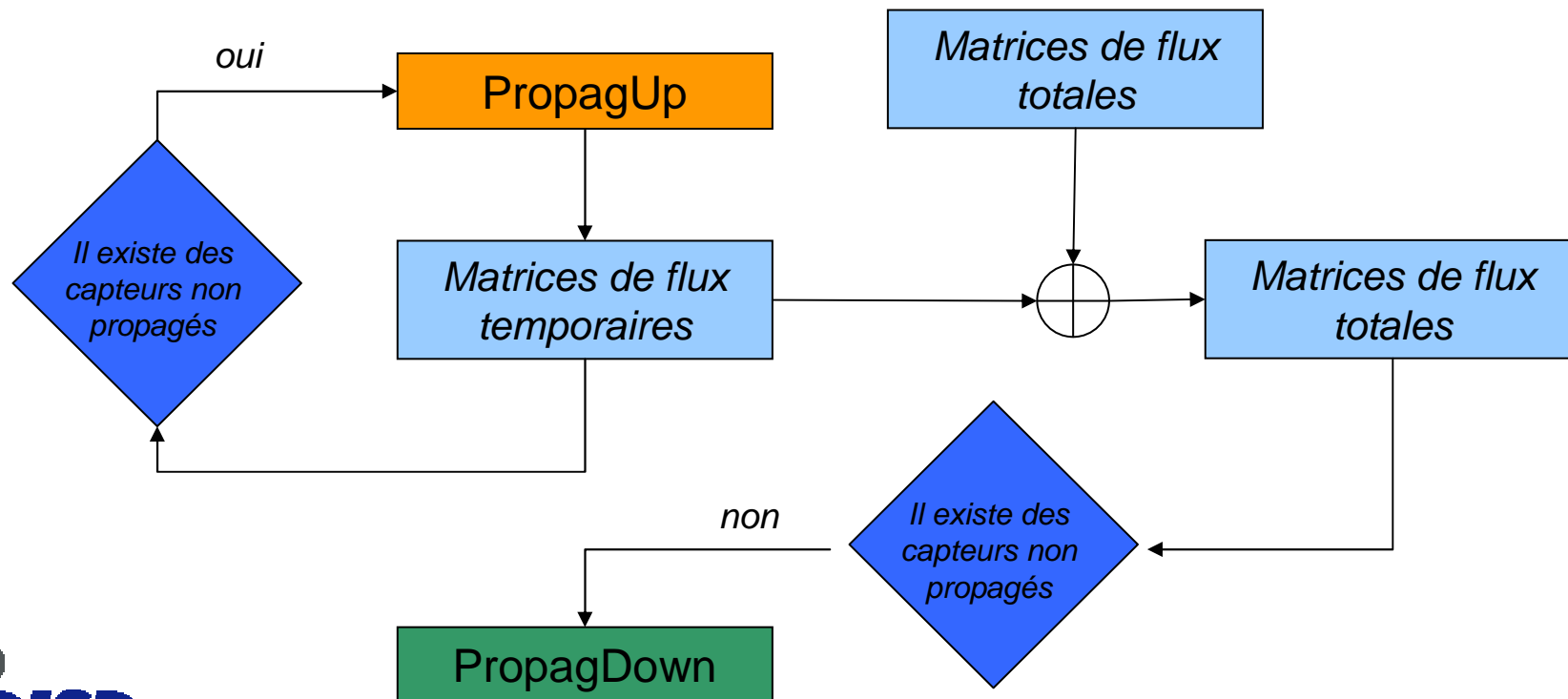
- Résultats cohérents avec la théorie
- Rapport avant arrière intéressant pour la suite
- L'implantation du mécanisme de correction n'est pas justifiée
- La résolution de $\lambda/6$ sous Wilde est suffisante

INTEGRATION

→ Développement du package Directivity sous Wilde

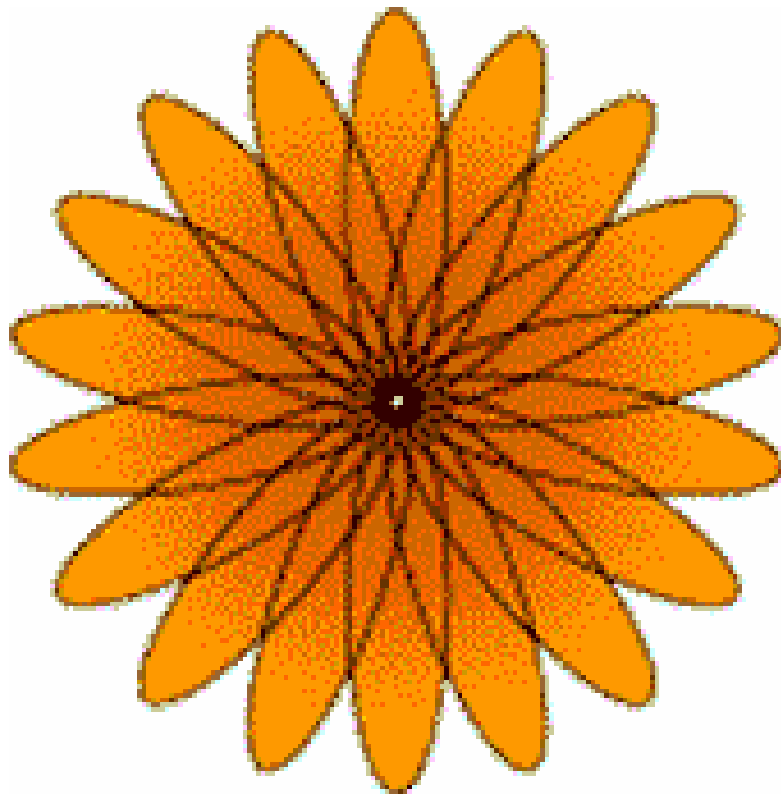
- Modélise un réseau de capteur
- Effectue le calcul des coefficients de chaque capteur

→ Modification du moteur de propagation de Wilde



DÉFINITION: LES ANTENNES INTELLIGENTES

→ Les antennes à faisceaux fixes



- **Fonctionnement**
 - Faisceaux fixés à l'avance
 - Choix du meilleur faisceau

- **Inconvénients**
 - Peu adaptables
 - Trous dans la couverture

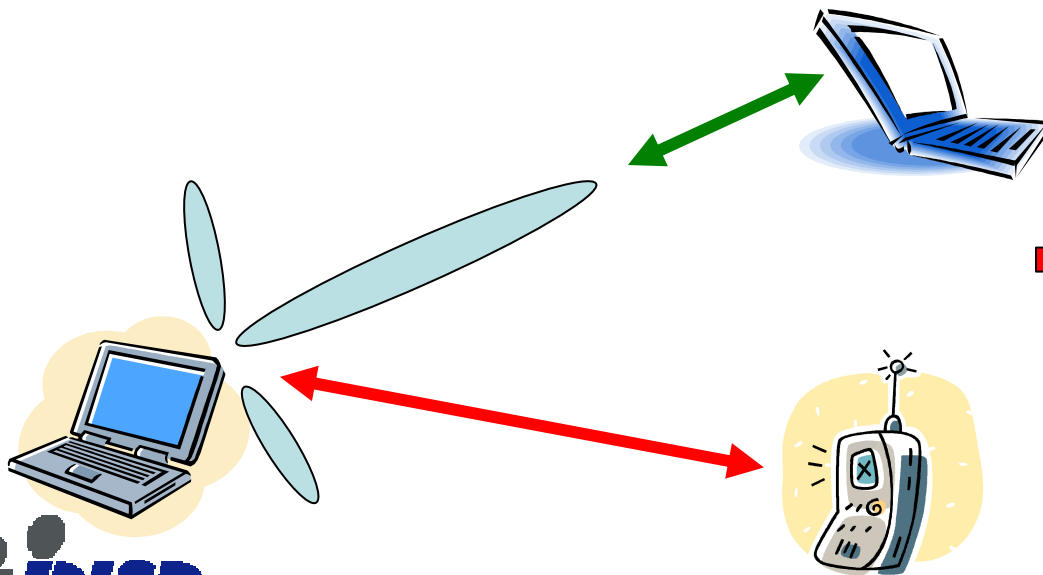
- **Avantages**
 - Simplicité à mettre en oeuvre
 - Économique

DÉFINITION: ANTENNES ADAPTATIVES

→ Les antennes purement adaptatives ou « smart antennas »

- Orienter la réception dans une direction privilégiée
- Annuler les interférences des autres utilisateurs

Les 2 ordinateurs communiquent sans subir les ondes du téléphone



Avantages:

- Batterie préservée
- Augmentation du débit
- Réutilisation des ressources

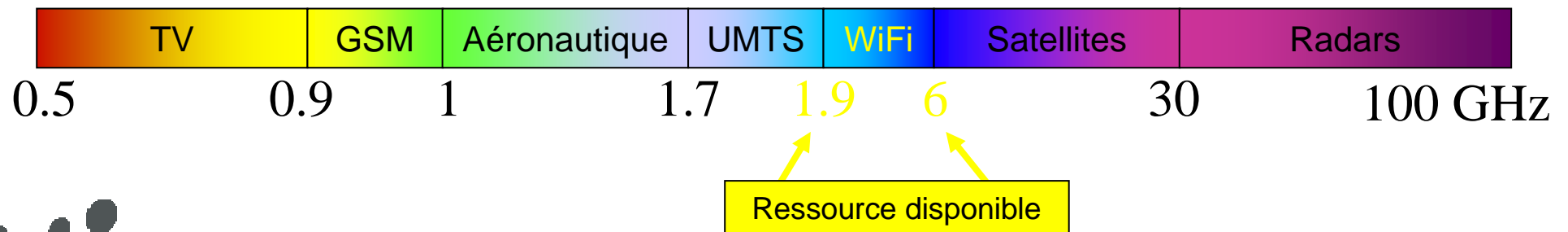
LES ANTENNES INTELLIGENTES AU CŒUR DES RECHERCHES ACTUELLES

→ Ressource radio très chère

- Peu de fréquences disponibles
- Licence attribuée à des prix prohibitifs
- Nécessité d'optimiser les ressources disponibles

→ Intérêts des antennes adaptatives dans les réseaux ad hoc

- Débit et batteries sont les principales difficultés de ces réseaux
- La ressource fréquentielle n'est pas infinie
- Diminution des collisions



DIFFERENTS TYPES D'ALGORITHMES

→ Séquence d'apprentissage

- LMS
 - Algorithme itératif: minimisation d'une fonction d'erreur quadratique
 - **Minimum absolu**
- DMI
 - Non itératif, **rapide**
 - Pas de garantie de trouver le minimum absolu

→ Direction d'arrivée

- On utilise la réponse du canal correspondant au DOA du SOI

→ Aveugles

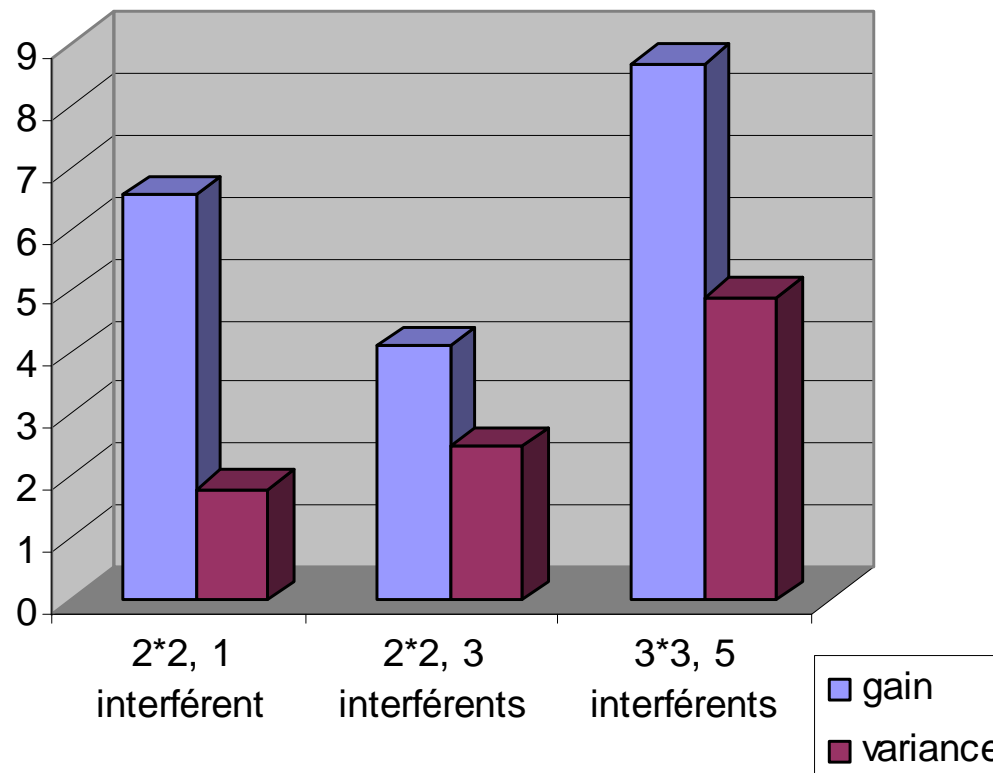
- Tire profit de certaines propriétés du signal
- CMA : modulation à amplitude constante

PERFORMANCES

→ Simulation

- Réalisation de 100 simulations selon 3 contextes
- 1 source, 1 émetteur et plusieurs interférents, 1 bruit blanc gaussien
- Mesure du gain théorique maximal (on suppose avoir obtenu les meilleurs coefficients pour chaque capteur)

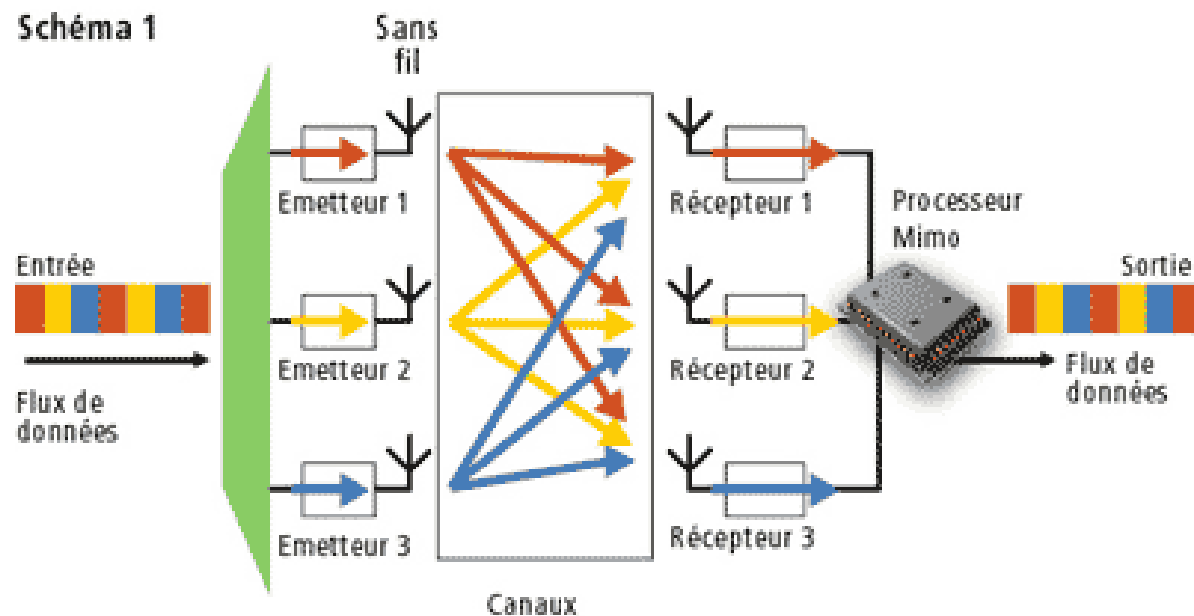
→ Résultats



LES SYSTEMES MIMO

→ Principe

Le principe de la technique MIMO



→ Position des antennes intelligentes/MIMO

CONCLUSIONS

→ Travail effectué

- Étude et implémentation complète des mécanismes de synthèse de diagrammes
- Étude plus limitée sur l'intégration des antennes intelligentes dans les réseaux ad hoc

→ Plan personnel

- Solides acquis scientifique
- Bonne complémentarité avec une cinquième année d'ingénieur

REMERCIEMENTS

Merci à :

M. Jean-Marie Gorce et
M. Guillaume Villemaud