

# « Utilisation de la Radio Intelligente pour Diminuer le Niveau d'Exposition des Utilisateurs »

**J.Palicot  
SUPELEC**

**- Campus de Rennes/SCEE**

**Signal Communications & Electronique Embarquée**

Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes  
IETR - UMR 6164

- Introduction – Problématique
- Radio Intelligente
- Quelques propositions
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la formation de lobes.
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la gestion du réseau.
  - Performance versus diminution de puissance
  - Economie d'énergie (« développement durable »).
- Conclusion

- **Les effets dépendent des bandes de Fréquence.**
- **La sensibilité à l'exposition est différente d'un individu à l'autre.**
- **Les effets thermiques sont maintenant bien connus.**
- **Des travaux plus récents étudient d'autres effets :**
  - **Modification de l'EEG et de la pression artérielle.**
  - **Sur les cellules biologiques.**
  - **Etudes en cours, Aucune conclusion définitive.**

- Etat de l'art dans l'étude de l'influence des paramètres
  - Etudes faites en fonction de la puissance et de la bande de fréquences.
  - L'influence des autres paramètres reste à étudier:
    - Forme d'onde et Puissance instantanée:
      - Rapport entre la puissance instantanée la durée et la bande passante
      - Durée de l'impulsion ou de l'onde (TDMA)
      - Étalement en fréquence (UWB, SS-DS...)
      - Choix des fréquences porteuse et de modulation

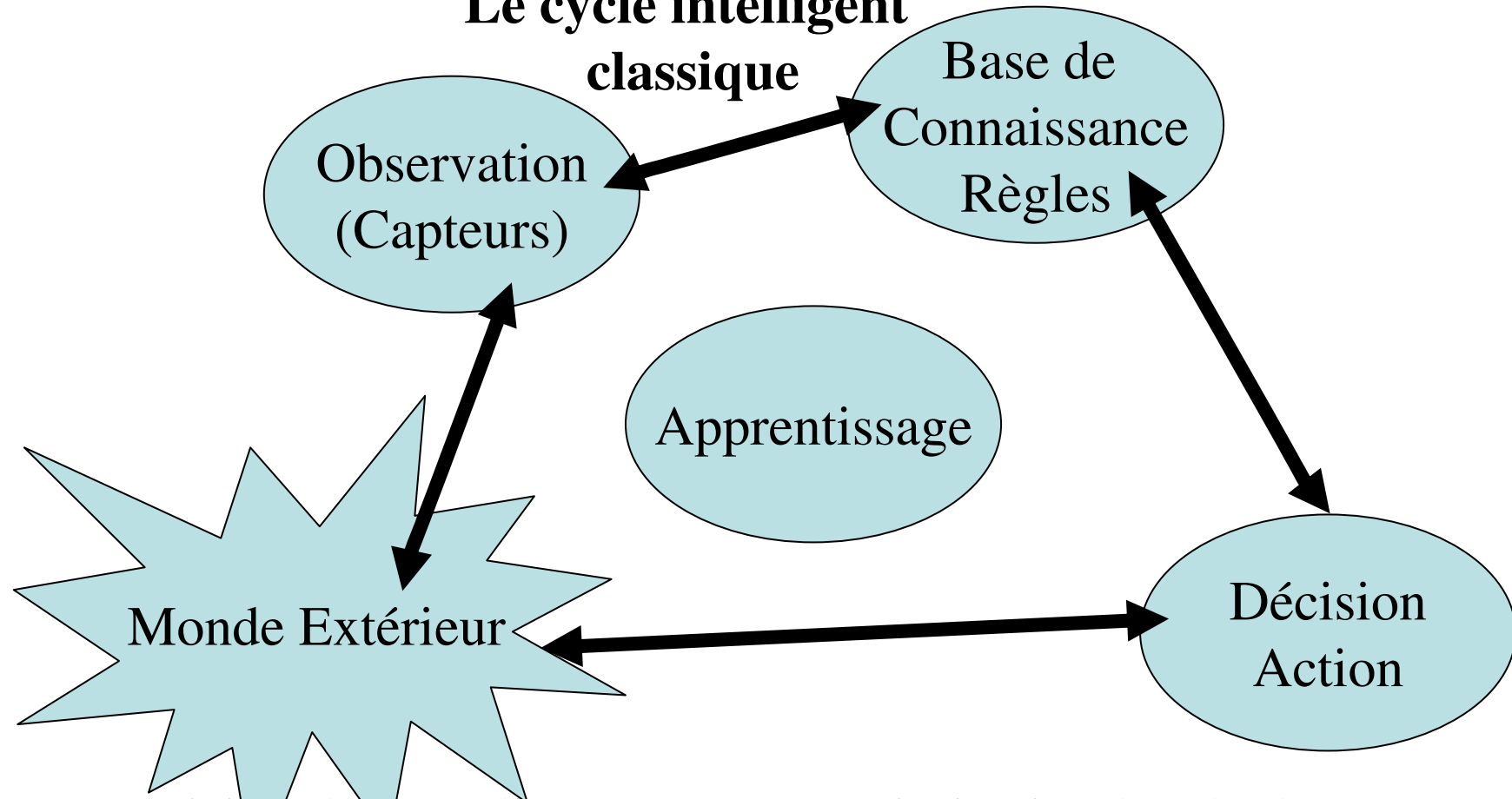
Les résultats de ces études pourraient avoir des conséquences sur les futurs standards

- **La question est très controversée :**
  - Les enjeux économiques, industriels, de santé publique, sont considérables et les réponses manichéennes.
  - En Europe
    - Rapports d'experts (Stewart en Angleterre, Zmirou en France en 2001),
    - Parlement Européen a demandé d'autres rapports...
  - En France,
    - Conclusions d'un groupe inter-ministériel : l'ANFR est chargée de vérifier les niveaux d'exposition et d'établir des règles d'implantation (ex: pas de lobe principal d'une antenne de SB à moins de 200 m d'une école).
    - Rapports de l'AFSSET en 2003 et 2005
    - Rapport de l'OPECST des sénateurs Raoul et Lorrain, Novembre 2002.
  
- **Conclusions de ces rapports :**
  - Pas de risque sanitaire avéré,
  - Manque de résultats scientifiques ⇒ application du principe de précaution.

- **Principe de précaution (rapport Zmirou) :**
  - « Le principe de précaution est un principe politique de gestion prudente de risques incertains, qui peut s'appliquer dès lors qu'existent des mécanismes plausibles ou des observations expérimentales ou épidémiologiques qui lui donnent un minimum de fondement scientifique »
- **Dans ce travail, nous contribuons à l'application du “principe de précaution”, en proposant de diminuer le niveau des ondes électromagnétiques, grâce à la « Radio Intelligente ».**

- Introduit par J.Mitola en 1999.
- Conceptualisation et « théorisation » d'idées et concepts en vogue dans le monde des Radiocommunications.
  - Adaptation à l'environnement au sens large
  - Intelligence dans le réseau et le terminal
  - Indépendance du terminal vis à vis du réseau et de l'opérateur
  - Indépendance de l'utilisateur vis à vis de la technique
- S'appuie sur une véritable Radio Logicielle

## Le cycle intelligent classique



Vision décentralisée avec une optimisation locale des besoins des ressources/versus vision centralisée basée sur les besoins du pire cas



## • Analogie Transport terrestre de biens (1/3) :

- Le transport ferroviaire est un lien physique entre 2 gares :
  - Le train sur lequel se trouve le bien à transporter doit suivre les rails et ne peut pas choisir d'autres « routes » et d'autres horaires.
  - Notre analogie consiste alors à dire qu'une communication radio classique sur un lien standardisé du type GSM n'offre aucune autre possibilité que suivre les rails (une fréquence et une modulation données) pour que l'information atteigne le destinataire.

## • Analogie Transport terrestre de biens (2/3) :

- Lorsque ce même bien est transporté via le réseau routier :
  - Il existe toute une infrastructure qui permet de rejoindre ces 2 mêmes points avec une liberté d'horaire et de trajet.
  - Poursuivons notre analogie, la Radio Logicielle sera pour nous l'infrastructure équivalente au réseau routier qui offrira un choix possible (sur la fréquence, la modulation...) pour transmettre l'information de l'émetteur au destinataire.

## • Analogie Transport terrestre de biens (3/3) :

- Lorsque ce même bien est transporté via le réseau routier :
  - Sur ce réseau, le conducteur aura toute liberté pour choisir son itinéraire en fonction de différents critères (temps de parcours, distance, coûts des péages, trafic prévu, heure de départ, etc...).
  - De la même manière la Radio Intelligente permettra au terminal (le conducteur) de se déplacer dans l'infrastructure radio (grâce à la technologie radio logicielle) en ayant beaucoup plus de choix à sa disposition, grâce à l'information donnée par les capteurs.

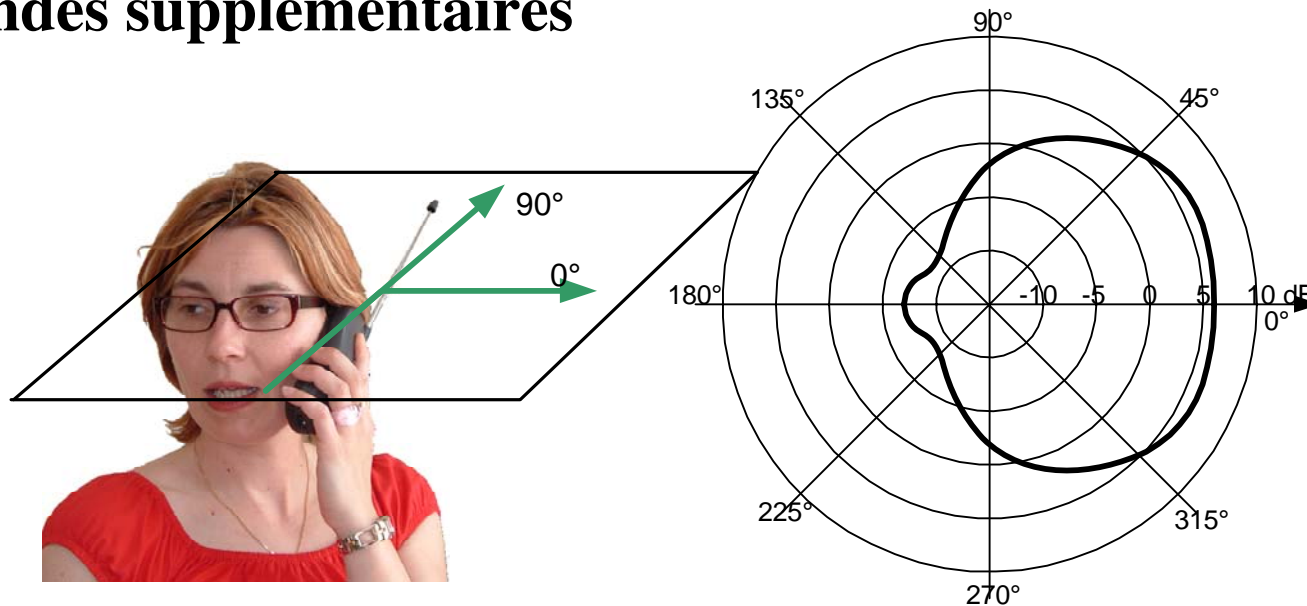
- Penser la gestion du spectre comme un jeu d'échec:
  - Plusieurs milliers de canaux à la place des 64 cases.
  - Plusieurs dizaines (centaines) de signaux potentiels pour occuper un canal à la place des 32 pièces du jeu.
  - Chaque joueur peut construire un nouveau déplacement en fonction des paramètres de la couche physique.

<b>classes</b>	<b>capteurs</b>
Environnement électromagnétique	Rapport Signal à Bruit, Occupation spectrale, Détection de « trous », Propagation, Puissance reçue, Réponse impulsionnelle du canal...
Environnement réseau	Nombre de points d'accès, Nombre d'utilisateurs, Charge sur un lien radio, Reconnaissance de standards, Opérateurs disponibles...
Environnement matériel	Niveau de batterie, Consommation, Niveau d'utilisation des ressources (nombre de portes dans un FPGA, mémoire nécessaire)
Environnement De l'utilisateur	Capteurs audio et vidéo, Le profil utilisateur, choix personnels, Position, Vitesse, Température extérieure, Luminosité....
<i>Cas d'école : contrôle médical</i>	
Environnement De l'utilisateur	Température de l'utilisateur Pression sanguine, Niveau de glycémie....

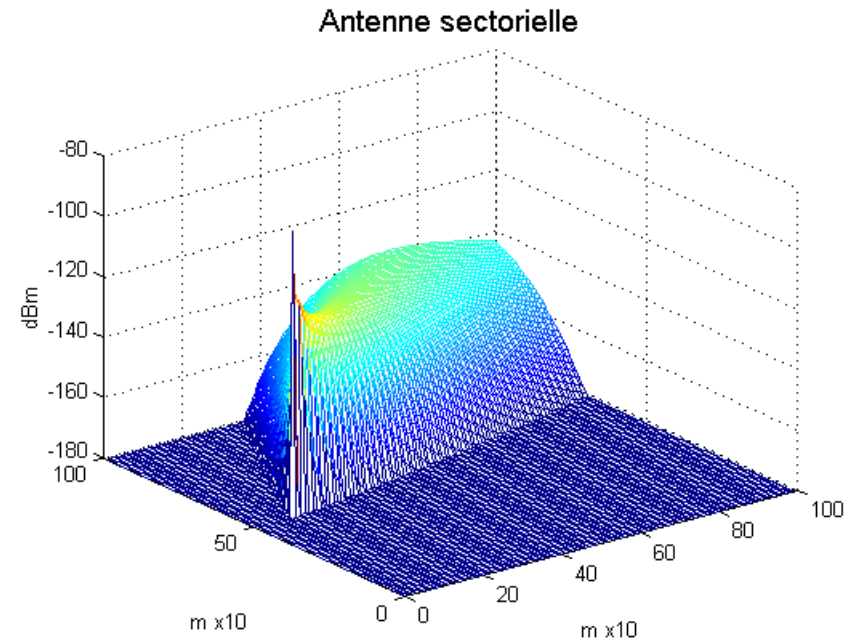
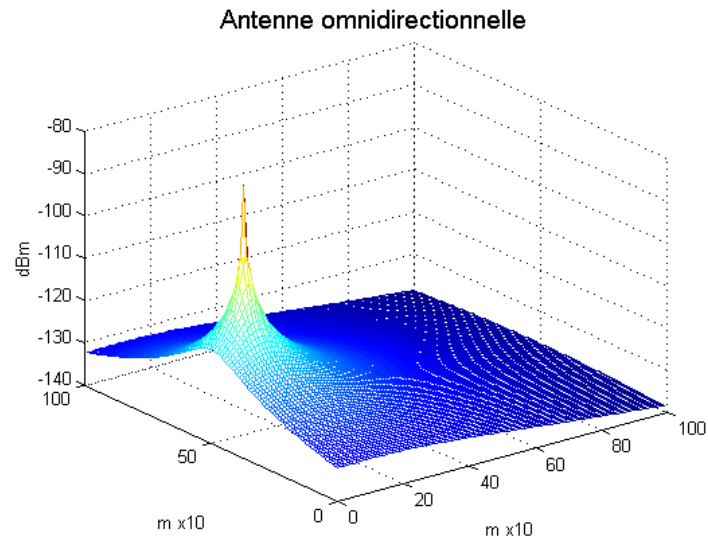
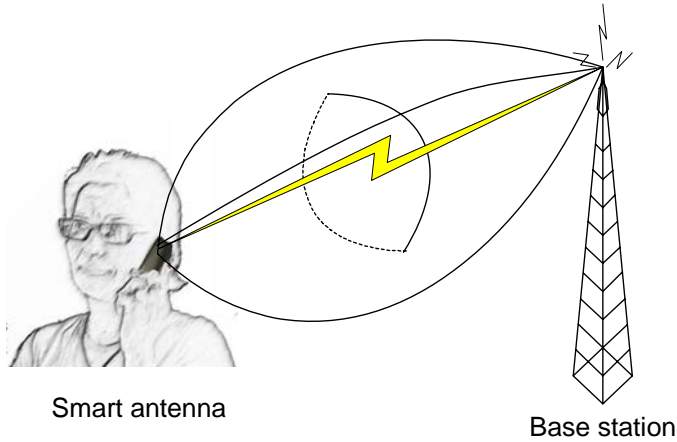
## - Classement des capteurs en fonction de l'environnement

- Introduction Radio Intelligente
- **Quelques propositions**
  - **Diminution du niveau d'exposition grâce à la formation de lobes.**
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la gestion du réseau..
  - Performance versus diminution de puissance.
  - Economie d'énergie (« développement durable »)
- Conclusion

**La RI utilise l'infrastructure existante et ne génère pas d'ondes supplémentaires**



***Il s'agit d'envoyer les ondes électromagnétiques dans la bonne direction, avec une puissance suffisante et uniquement lorsque cela est nécessaire.***



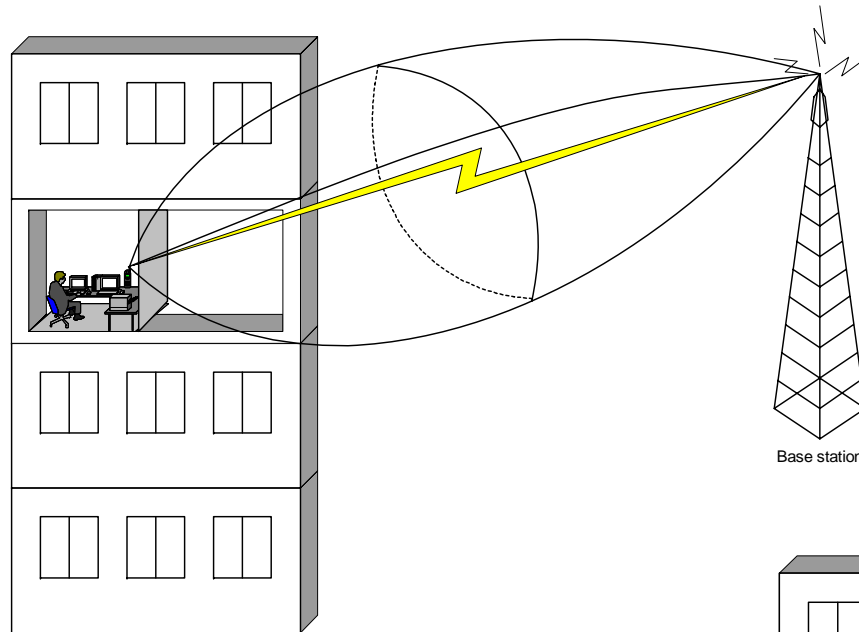


- **Algorithme**
  1. Capteur DOA (« Direction Of Arrival ») détermine la position géographique de la Station de Base
  2. L'interface utilisateur demande à l'utilisateur de se positionner
  3. Formation du lobe principal vers la station de base
  
- **Problèmes**
  - Difficile à mettre en œuvre lors de déplacements rapides
  - Puissance de calcul importante
  - Solution non encore validée aujourd'hui

- Introduction
- Radio Intelligente
- **Quelques propositions**
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la formation de lobes.
  - **Diminution du niveau d'exposition grâce à la gestion du réseau..**
  - Performance versus diminution de puissance.
  - Economie d'énergie (« développement durable »)
- Conclusion

Un grand nombre de mobiles ne changent jamais de cellules

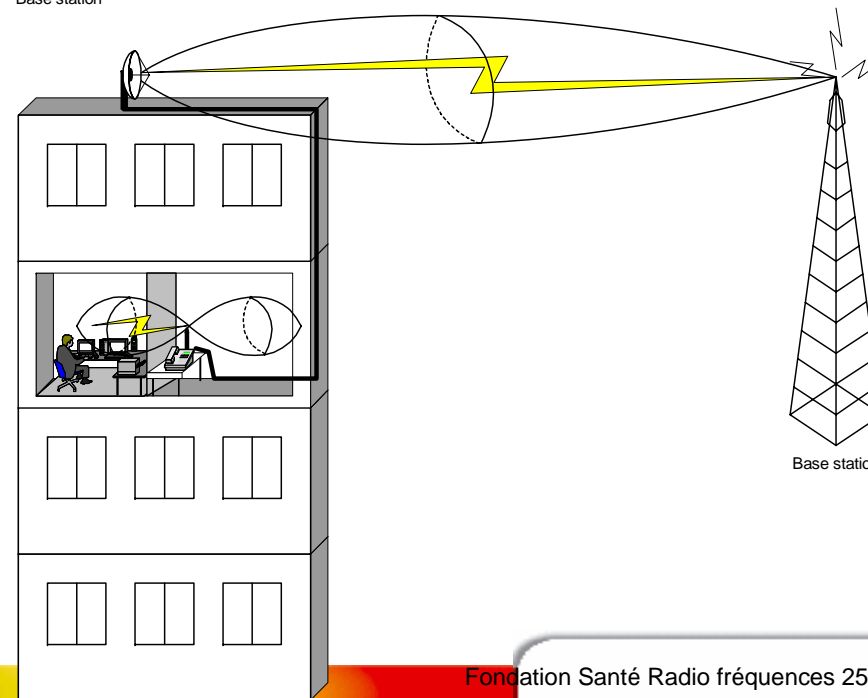
- Pourquoi émettre une onde régulière pour dire: « Je suis ici »
- La RI permet d'anticiper le « handover » et donc de générer le signal « je suis ici » au moment opportun.



Base station

Choisir un réseau local (DECT, RLAN) de préférence à un réseau cellulaire longue portée (GSM, UMTS)

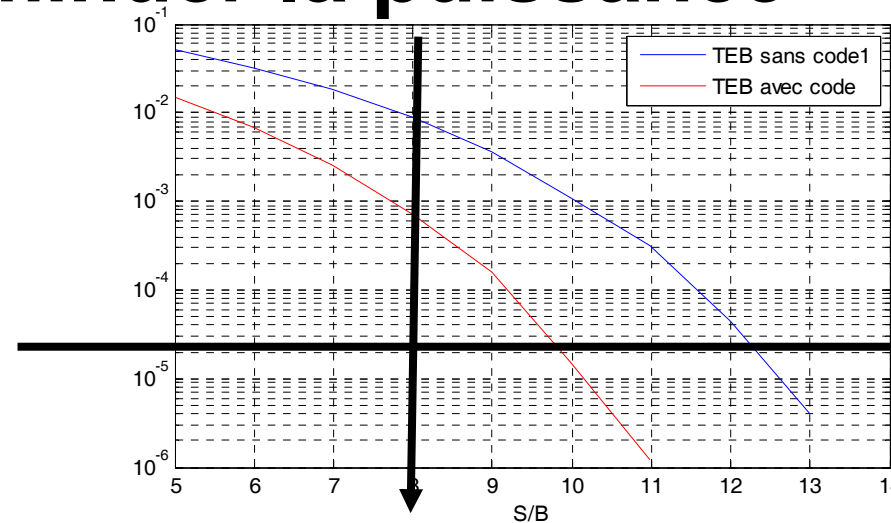
- Même à un coût supérieur privilégier les liaisons câblées
- Convergence entre les réseaux
- Reconnaissance des standards disponibles à l'emplacement (capteur de la RI)



Base station

- Introduction
- Radio Intelligente
- **Quelques propositions**
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la formation de lobes.
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la gestion du réseau..
  - **Performance versus diminution de puissance.**
  - Economie d'énergie (« développement durable »)
- Conclusion

- **Utilisation d'un code correcteur d'erreur pour diminuer la puissance**




TEB constant  
gain en puissance  
ou gain en débit

S/B constant gain  
en taux d'erreur

**Question:** Un opérateur acceptera-t-il de décroître le S/B pour le même débit (donc même nombre d'utilisateurs dans la cellule) au lieu d'augmenter ce débit tout en gardant le même S/B? La même question se pose pour d'autres gains (MIMO,...)

- **Gain en consommation d'énergie car l'amplificateur de puissance aura un meilleur rendement (l'ampli consomme 60%)**

- Introduction
- Radio Intelligente
- **Quelques propositions**
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la formation de lobes.
  - Diminution du niveau d'exposition grâce à la gestion du réseau..
  - Performance versus diminution de puissance.
  - **Economie d'énergie (« développement durable »)**
- Conclusion

- **Les terminaux sont conçus pour fonctionner dans les pires cas**  

- **Une fonction d'égalisation performante et coûteuse en calculs (énergie)**
- **Mais, dans la majorité des cas la canal est très bon**
- **La Radio Intelligente avec le capteur estimateur de canal le prend en compte et « éteint » le système d'égalisation**

 **Gain en consommation d'énergie**



- Vers la prise en compte de la problématique électromagnétique :
  - lors de la construction des réseaux,
  - dans les mobiles radio intelligents.
- Étude des effets sur la santé (fonction des paramètres radio autre que la bande)
  - En fonction de l'étalement en temps et en fréquence
  - Conséquences sur la définition des futurs standards

- **Promouvoir l'utilisation de la Radio Intelligente**
  - Utilisation d'un nouveau concept pour contribuer au « principe de précaution »
  - Validation de nos propositions à travers des réalisations et des mesures...
  - Soulève des questions...
- **Questions:**
  - Y a-t-il un marché pour un opérateur qui prendrait en compte ces concepts?
    - Les opérateurs sont-ils prêts à accepter de ne pas utiliser un gain en efficacité spectrale pour diminuer la puissance?
    - Les usagers sont-ils prêts à payer plus pour prendre en compte ces améliorations?