

Turbo Egalisation MIMO pour canaux sélectifs en fréquences

Nicolas Le Josse

Contexte d'études: contrat FTR&D

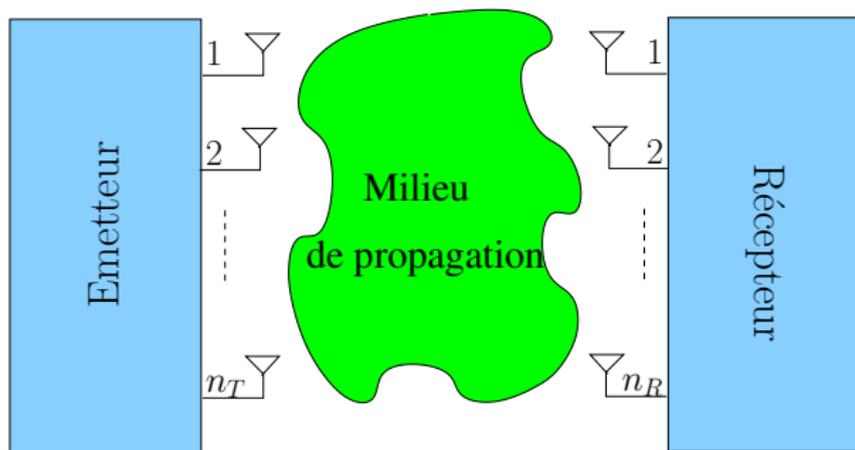
Département Signal et Communications

16 Novembre 2006

Sommaire

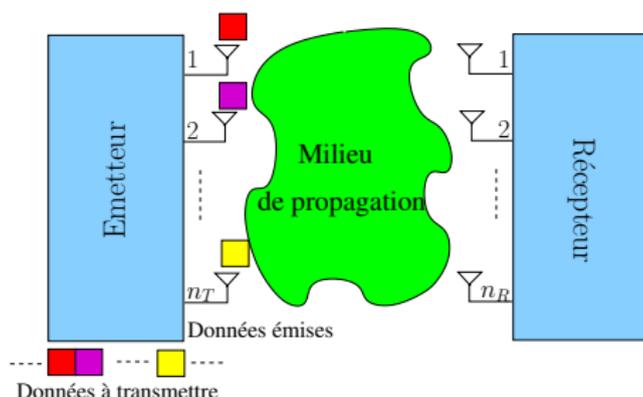
- Introduction aux systèmes MIMO
- Apport de la turbo-égalisation
- Evaluation des performances sur un canal MIMO (ST-BICM)
- Vers un turbo-égaliseur de faible complexité...

Système MIMO (Multiple Input Multiple Output)



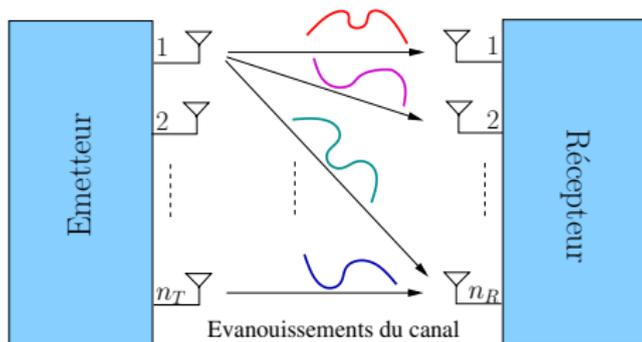
- n_T antennes à l'émission et n_R antennes à la réception

Système MIMO (Multiple Input Multiple Output)



- Exploiter la dimension spatiale offerte par le système multi-antennes
 - Gain de multiplexage spatial
 - ⇒ Emission de symboles différents sur chaque antenne
 - ⇒ **Multiplie le débit** par n_T sans augmenter la bande du signal émis

Système MIMO (Multiple Input Multiple Output)

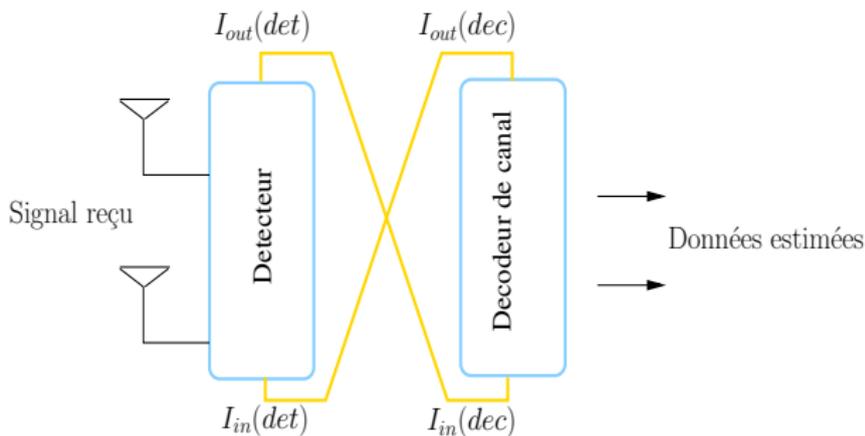


- Exploiter la dimension spatiale offerte par le système multi-antennes
 - Gain de diversité
 - ⇒ 2 canaux à évanouissements indépendants ont peu de chance de s'évanouir simultanément
 - ⇒ **Minimise la probabilité d'erreur** (par recombinaison des répliques)

Système MIMO (Multiple Input Multiple Output)

- **Source désirée** répartie sur les n_R antennes en réception
 - **Bruit** (blanc additif gaussien)
 - **Interférences Entre Symboles** (sélectivité en fréquences)
 - **Evanouissement du canal** (sélectivité en temps)
 - **Interférences Entre Antennes** (multiplicité des antennes en émission)
- Optimal (MAP) trop complexe
- Egalisation et décodage conjoint séparé par un entrelaceur:
Turbo-égalisation

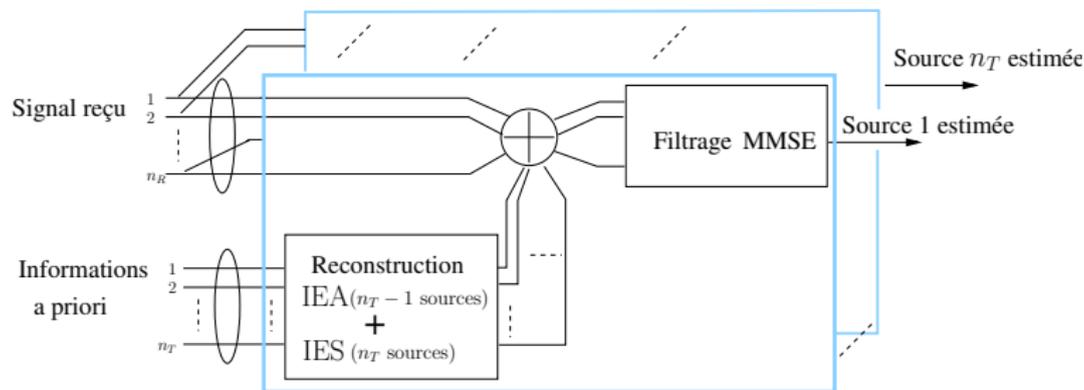
Apport de la turbo-égalisation



- Echange d'informations de fiabilités entre un détecteur MAP et un décodeur de canal MAP
- Les performances asymptotiques atteignent la borne du filtre adapté!
- **MAIS** complexité exponentielle avec n_T , L et l'ordre de la modulation

Structure de l'égaliseur spatio-temporel MMSE (Turbo)

- Détection sous optimale mais moins complexe: égalisation linéaire minimisant l'erreur quadratique moyenne (MMSE) alimenté par les informations a priori



- Annulation d'interférence à partir de l'information a priori suivie d'un filtrage MMSE

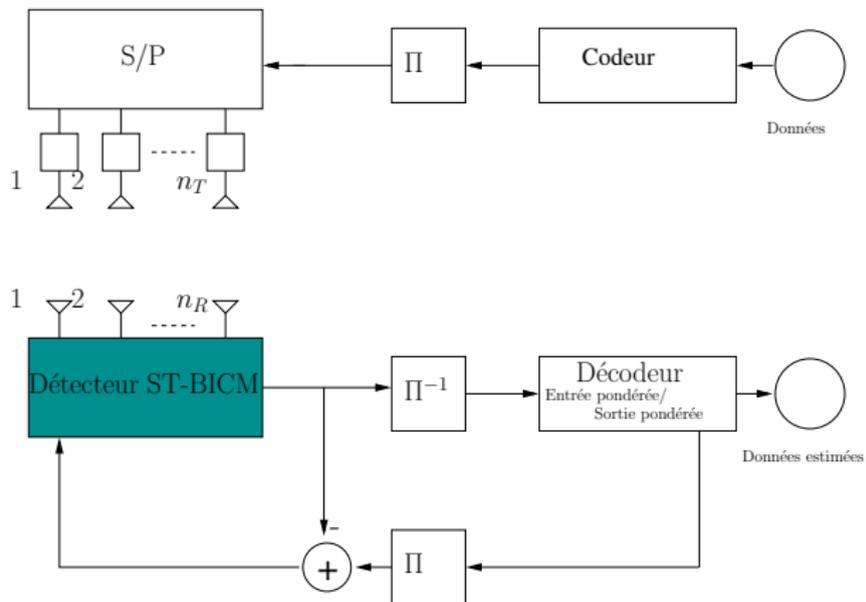
Evaluation des performances du Turbo Egaliseur MMSE sur un canal MIMO

- Caractéristiques de la transmission
 - Multiplexage spatial: Information indépendante transmise sur chaque antenne
 - Emission des données par paquet
 - Contrainte sur la puissance émise
 - Transmission monoporteuse
 - Pas de connaissance du canal à l'émission

⇒ Etudier et évaluer les performances du turbo-égaliseur MMSE dans ces conditions de transmission
- Plusieurs structures d'émission possibles: VE-LST, HE-LST, DE-LST, ST-BICM

Présentation de la chaîne de transmission (ST-BICM)

Emetteur:

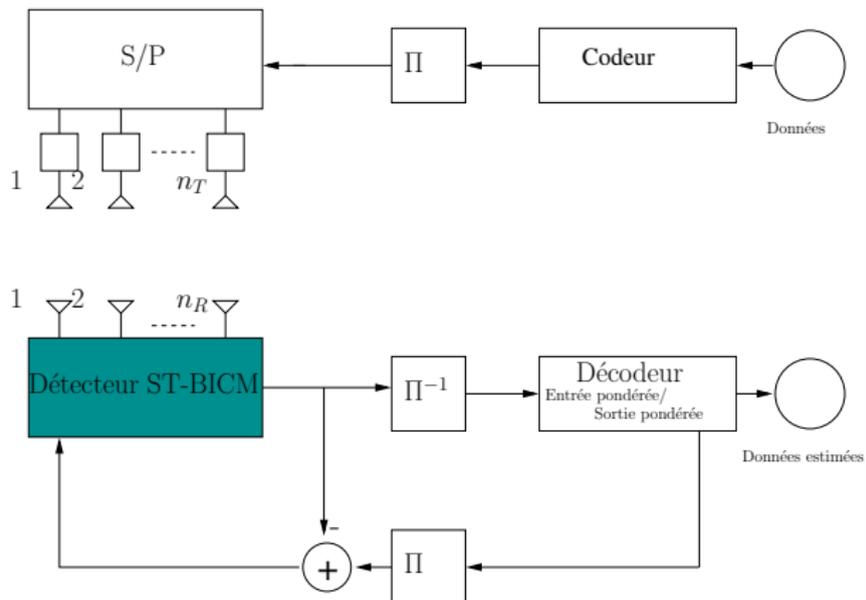


- Codeur de canal
- Entrelacement des bits codés
- Répartition sur les antennes
- Conversion bits à symboles

Echange d'informations de fiabilités dans un processus itératif

Présentation de la chaîne de transmission (ST-BICM)

Récepteur:



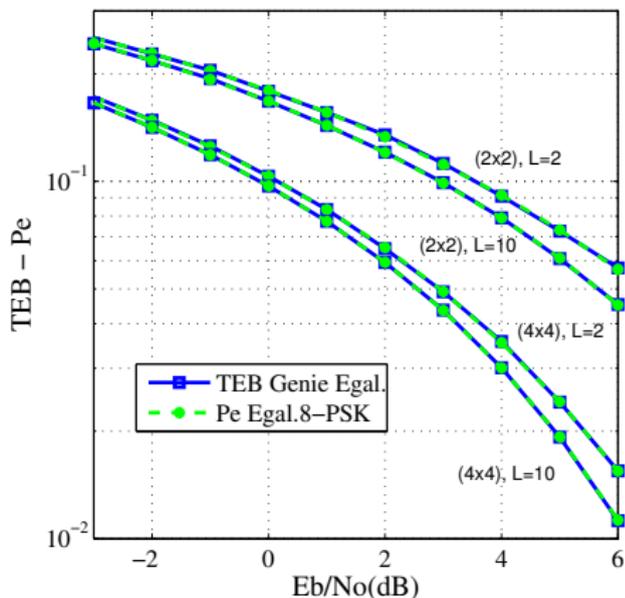
- Egaliseur MMSE avec information a priori
- Décodeur à entrée et sortie souples
- Conversion bits/symboles et symboles/bits

Echange d'informations de fiabilités dans un processus itératif

Performances du TE ST-BICM MMSE genie

- 8PSK
- $C(133, 145, 175)_8$, $R=1/3$
- Trame de 1536 b.c
- Rayleigh / bloc

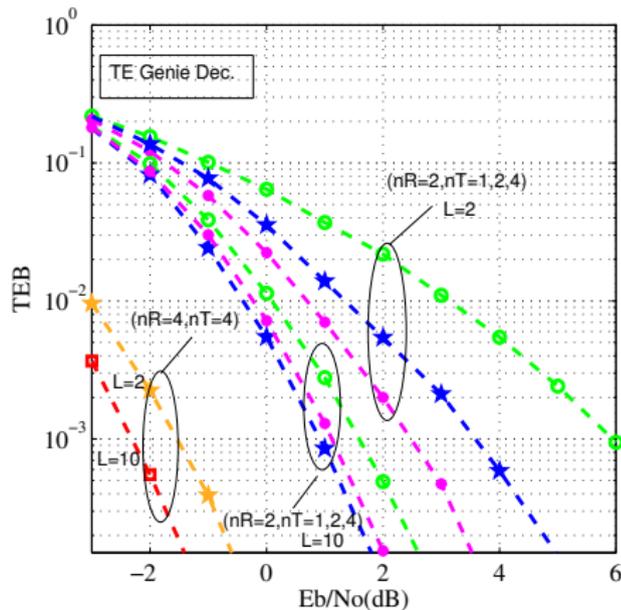
En sortie de l'égaliseur le
TEB diminue avec L et n_R !



Performances du TE ST-BICM MMSE genie

- 8PSK
- $C(133, 145, 175)_8$, $R=1/3$
- Trame de 1536 b.c
- Rayleigh / bloc

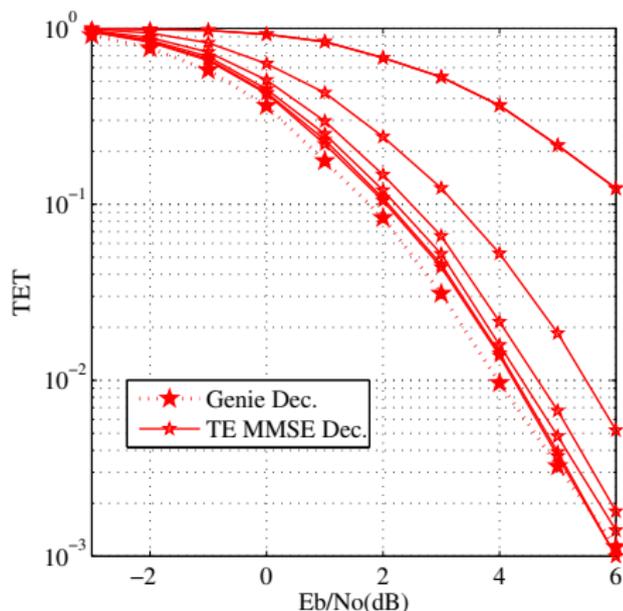
En sortie du décodeur, le
TEB diminue avec n_T !



Performances du TE ST-BICM MMSE

- 8PSK
- $C(133, 145, 175)_8$, $R=1/3$
- Trame de 1536 b.c
- Système (2×2)
- 2 trajets
- Rayleigh / bloc
- Fenêtre: $9T_s$ ($\times n_R$)
- 6 itérations

Converge vers la borne du
filtre adapté!



Bilan

- Bon comportement du turbo-égaliseur MIMO ST-BICM sur canaux avec IES
- **En sortie de l'égaliseur et du décodeur**, la P_e diminue avec le nombre de trajets et d'antennes en réception
- **En sortie de l'égaliseur**, la P_e est indépendante du nombre d'antennes en émission
- **En sortie du décodeur**, la P_e diminue quand on ajoute des antennes en émission
- **On approche la borne du filtre adapté!**

Objectifs

- Le calcul de l'égaliseur nécessite une inversion matricielle consommatrice en temps de calcul
 - Exemple: 512 symboles, système (2×2) , 10 trajets, fenêtre: $21 T_s (\times n_R)$
⇒ **Inversion d'une matrice de taille (42×42) , 512 fois par trame traitée !!!**
 - Irréalisable en pratique...
- **Développer des méthodes pour diminuer la complexité du récepteur**
 - Proposer une solution temporelle alternative (approximations...)
 - Solution fréquentielle?
- **Evaluer les pertes liées à la diminution de complexité**