Structure de réception multi-utilisateur par Recombinaison Indirecte de Trajets en lien descendant CDMA

Laurent ROS, Geneviève JOURDAIN,
Laboratoire des Images et des Signaux,
Domaine Universitaire, BP-46, 38402, Saint Martin d'Hères, France

GRETSI, Paris
Septembre 2003

Objectifs / Résumé:

Dans une situation de lien descendant CDMA où les ***codes actifs sont connus*** au niveau du mobile et le ***canal est à trajets multiples***,

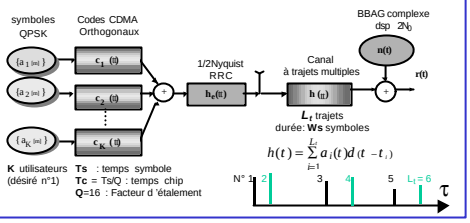
nous partons de la structure linéaire imposée classique issue de la "théorie" à horizon infini **(*Banc de Filtres Adaptés + égaliseurs synchrones*)**,

et proposons une ***variante*** qui apporte la ***potentialité d'annulation de l'interférence à durée finie***.

I. Modèle en bande de base de la transmission

Hypothèses :

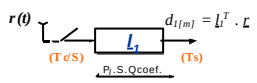
- K codes actifs en lien descendant, ***supposés connus en réception,*** code désiré: code #1
- Canal à Lt trajets multiples (étalés sur W_s symb.), ***invariant dans le temps, supposé parfaitement estimé***
- canal dispersif en temps, => IES



II. Structures linéaires multi-utilisateur courantes

Verdu, Madhow 1994, Tsatsanis 1996,

1. Filtre transverse fractionné (Tc-structure)



- structure linéaire RIF la plus générale,
- optimale linéaire (critère MMSE, ZF) pour une profondeur finie du détecteur donnée (égale à P_I symboles)
- possibilité d'annulation complète de l'interférence lorsque * :

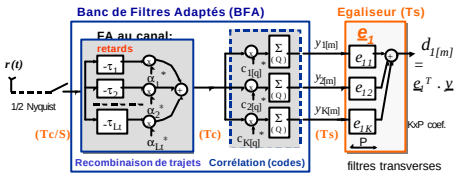
$P_I.Q \geq (P_I+Ws).K$ *(pour S=1)*
et $P_I.Q(1+\text{roll-off}) \geq (P_I+Ws)K$ *(pour S>1)*

(matrice de transfert doit être de rang ligne plein).*

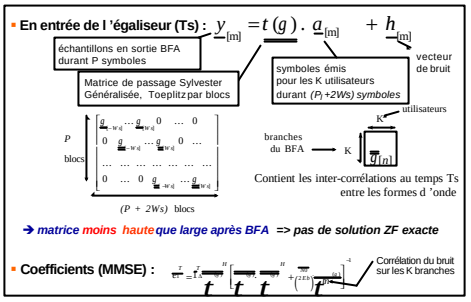
Mais

- ne prend pas en compte les spécificités du canal (à trajets), du CDMA (corrélations, codes binaires)
- doit être entièrement dupliquée pour un nouveau code désiré à décoder

2. Structure imposée: Banc de Filtres Adaptés suivi de filtres transverses synchrones (Ts) (Ts-structure)



- dérivée de la structure linéaire optimale à horizon infini
- profondeur globale : $P_I = P+Ws$, *avec P* coef. / branche de l'égaliseur
- BFA commun lors du décodage d'autres codes désirés,
- BFA nécessite un nombre limité de "x", % au nombre de trajets corrélations avec les codes binaires basés sur "+" et "-"
- calcul des coefficients ($\underline{e}_I$) moins complexe *vs* Tc-structure, pour l' "inversion" d'un système décrit à Ts *vs* Tc/S
- Mais impossibilité d'annulation exacte de l'interférence (pour P fini), car : *KP coefficients < K(P+2Ws) contraintes*



Ts-structure exploite la nature du canal et du CDMA, ... mais souffre d'interférence résiduelle à moins d'1 profondeur importante non déterminée à l'avance

III. Ts/RIT-structure: Recombinaison indirecte des trajets

But

Redonner des degrés de liberté à la Ts-structure qui a compacté totalement l'information en sortie du BFA, afin de rendre le système inversible au temps symbole.

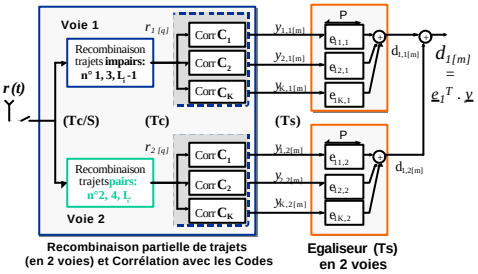
Caractéristiques de la structure

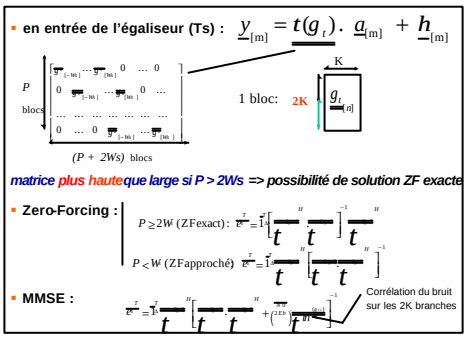
- 2K (vs K) branches pour BFA et égaliseur avec Recombinaison des trajets:
  - partielle en 2 groupes dans le BFA.
  - complète indirectement via l'égaliseur.

=> application du théorème de Bezout:

- Possibilité* d'annulation exacte de l'interférence pour $P \geq 2Ws$, *avec 2KP coeff.; K(P+2Ws) contraintes.*

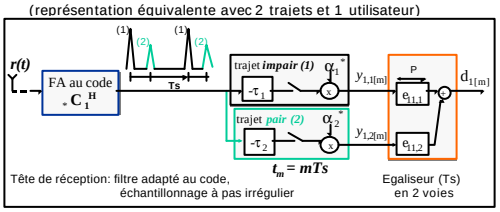
** pour matrice $t(g_l)$ de rang ligne plein dépend du canal, de K.*





Interprétation de la Ts/RIT-structure en terme de sur-échantillonnage (/Ts) à pas irrégulier

(représentation équivalente avec 2 trajets et 1 utilisateur)



IV. Simulation

Paramètres

- facteur d'étalement Q = 16 codes ⊥ à base de Walsh-Hadamard (UMTS-TDD) (1Tc = 0.260 µs, Ts = 4.16 µs)
- Canaux UMTS (1 réalisation):

Vehicular B

Δτ = 0 0.3 8.9 12.9 17.1 20µs

A = -2.5 0 -13 -10 -25 -16dB

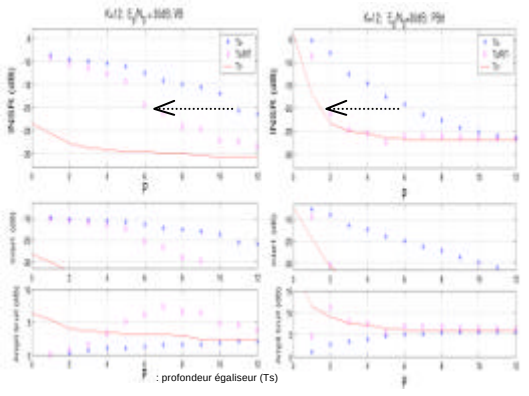
Pedestrian B difficile

Δτ = 0 0.2 0.8 1.2 2.3 3.7µs

A = 0 0 -3 -3 -6 -6dB

- coefficients MMSE

■ calcul algébrique de l' "**I**nterference and **N**oise to **S**ignal **R**atio" en fonction de la profondeur P telle que $P_I = P + Ws$, pour un $E_b / N_0 = 30$ dB.



Vehicular B (W_s = ***5 symb***) Pedestrian « Bd » (W_s = ***1symb***.)

Comportement et Conclusion

La nouvelle structure (Ts/RIT-) agit comme une intermédiaire entre:

- la structure libre (Tc-), capable d'atteindre le plancher théorique pour une profondeur $P+W_s$ très courte [Nb de coef N= (P+W_s).2.Q],
- la structure imposée complètement compactée (Ts-), nécessitant expérimentalement une profondeur P' plusieurs fois supérieure à la durée du canal, W_s, pour réduire l'interférence résiduelle. [N' = KP']

Elle peut être utilisée comme variante à la Ts-structure, avec une profondeur de filtrage P'' réduite, et un nombre de coefficients [N'' = 2KP''] à peu près le même pour décoder un nouveau code désiré.