

# *Systèmes de radiocommunication de 3ème génération :* **WCDMA**

Daniel Ménard, Juan A. Ruiz, Emmanuel Gaudry  
Daniel Chillet, Olivier Sentieys

Groupe Signal/Architecture  
LASTI



---

## **Plan** <sup>(1)</sup>

---

### 1. Rappels sur les transmissions numériques

- Canal de transmission
- Modulations numériques
- Techniques d'accès

### 2. Concepts du CDMA

- Modulation CDMA à séquence directe
- Propriétés des codes
- Performances et capacités

## Plan <sup>(2)</sup>

---

### 3. Concepts du WCDMA

Codes  
Canaux physiques  
Modulations  
Contrôle de puissance

### 4. Récepteurs WCDMA

Récepteur simple utilisateur  
Récepteur multi-utilisateurs  
Complexité  
Antennes adaptatives

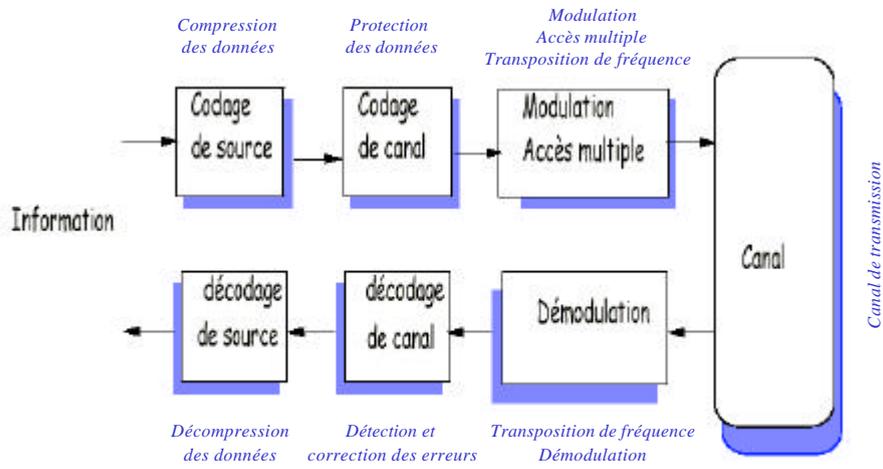
---

## PARTIE 1

### *Rappels sur les transmissions numériques*

- Systèmes de communications
- Canal de transmission
- Modulation
- Techniques d'accès

# Systèmes de communication



[Diouris95a]

08/06/2001

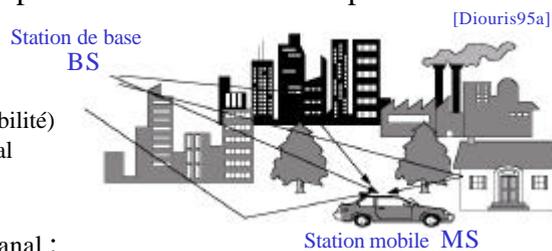
LASTI - ENSSAT

5

## Canal de transmission (1)

♦ **Signal reçu:** combinaison de différents trajets dont les caractéristiques évoluent rapidement au cours du temps

- ♦ Canal radiomobile :
  - ✓ dispersif dans le temps
  - ✓ variable dans le temps (mobilité)
  - ⇒ temps de cohérence du canal

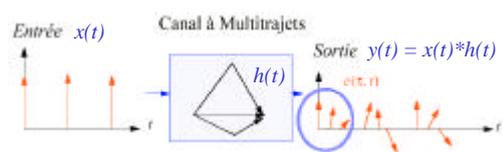


♦ Réponse impulsionnelle du canal :

$$h(t) = \sum_k \alpha_k e^{j\theta_k} \delta(t - \tau_k)$$

Labels for the equation:
 

- Amplitude  $k^{\text{ème}}$  trajet (points to  $\alpha_k$ )
- Phase  $k^{\text{ème}}$  trajet (points to  $e^{j\theta_k}$ )
- Retard  $k^{\text{ème}}$  trajet (points to  $\delta(t - \tau_k)$ )



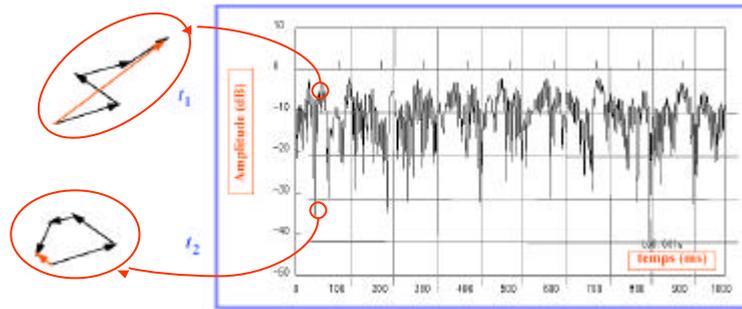
08/06/2001

LASTI - ENSSAT

6

## Canal de transmission (2)

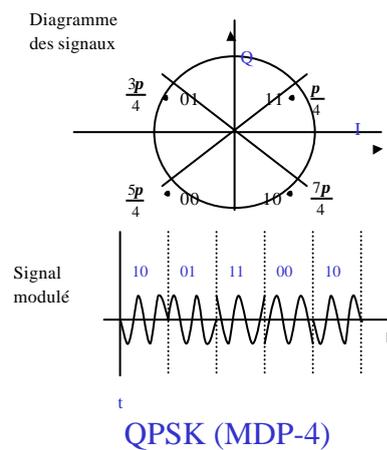
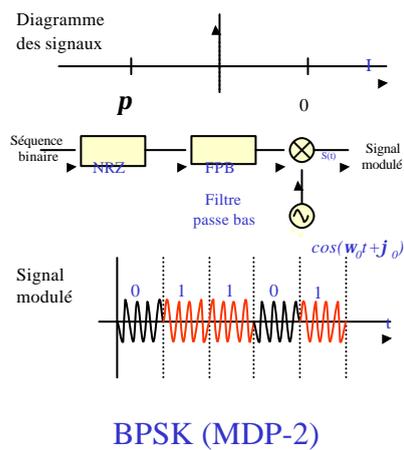
♦ **Fading** : évanouissements rapides liés à la combinaison des différents multi-trajets (MP)



Amplitude du signal reçu pour un véhicule circulant à 100 km/de 8 trajets. [Diouris95a]

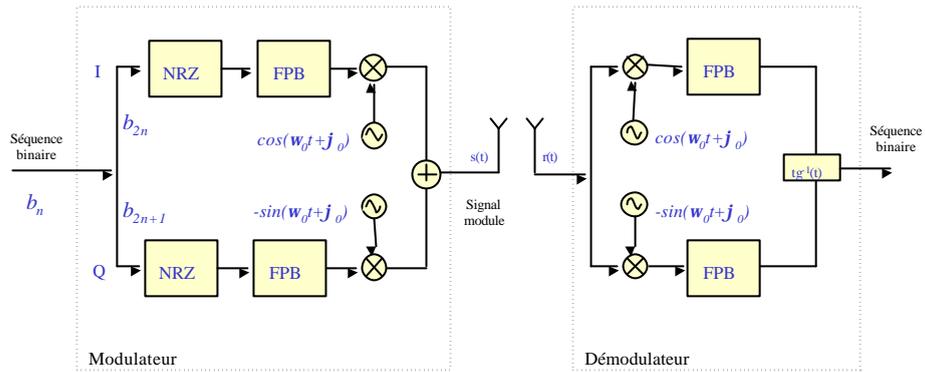
## Modulations numériques (1)

♦ **Modulation de phase**



## Modulations numériques (2)

### ♦ Modulation / Démodulation QPSK

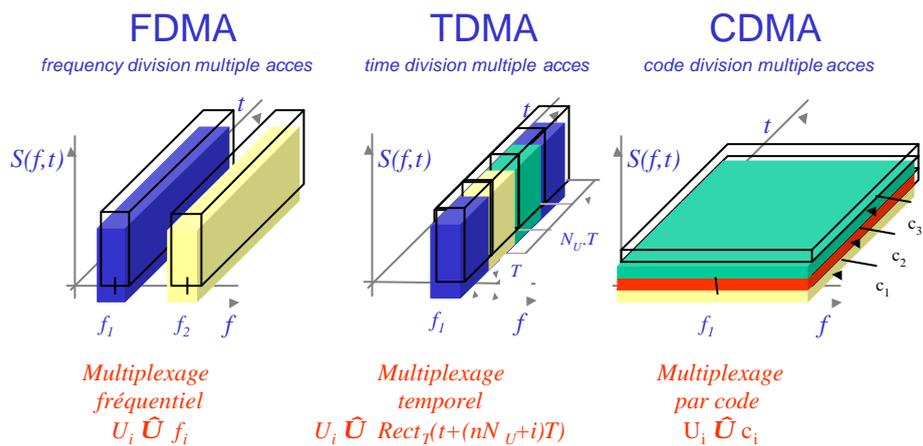


08/06/2001

LASTI - ENSSAT

9

## Techniques d'accès



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

10

## PARTIE 2

### Les concepts du CDMA (Code Division Multiple Access)

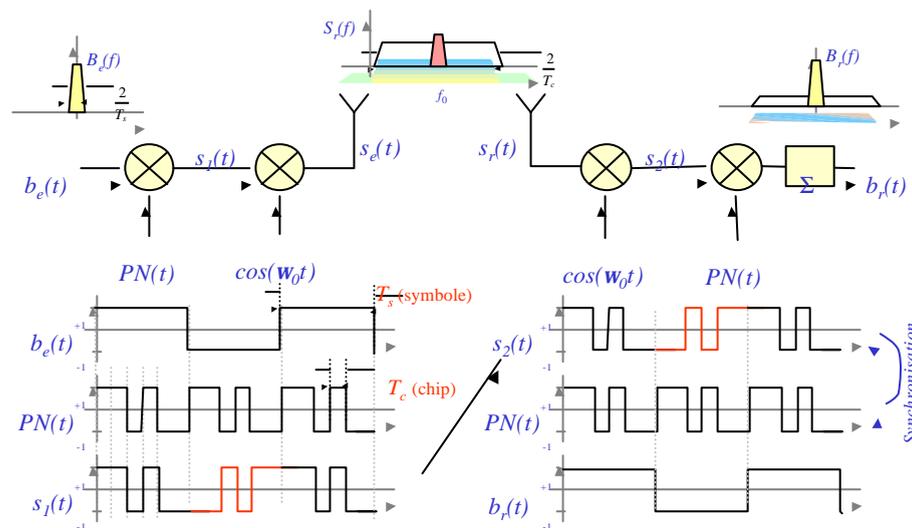
- Modulation CDMA à séquence directe
- Séquences PN
- Performances et capacités

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

11

### Modulation CDMA à séquence directe



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

12

## Codes d'étalement

---

- Facteur d'étalement (SF):  $SF = \frac{T_s}{T_c}$

- Autocorrélation :  $\mathbf{j}_{c_1 c_1}(\mathbf{t}) = \int_{-\infty}^{+\infty} c_1(t).c_1(t-\mathbf{t}).dt \rightarrow \mathbf{d}(n)$

⇒ Synchronisation du code

- Intercorrélation :  $\mathbf{j}_{c_1 c_2}(\mathbf{t}) = \int_{-\infty}^{+\infty} c_1(t).c_2(t-\mathbf{t}).dt \rightarrow 0$

⇒ Séparation des canaux :  
*un canal = un code PN*

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

13

## Performances et capacités

---

- Rapport signal à bruit :

$$RSB = \frac{C_i}{\sum_{j \neq i} C_j + I_{ext} + N} \approx \frac{C_i}{\sum_{j \neq i} C_j + I_{ext}} = RSI$$

- Les signaux reçus par la BS doivent avoir la même puissance
  - ⇒ minimiser les problèmes d'éblouissement (*near-far-effect*)
  - ⇒ nécessité de contrôler la puissance d'émission des MS
- Le nombre d'utilisateurs est limité par le RSI souhaité
- L'influence d'une interférence est fonction de son intercorrélacion avec le signal utile
- Amélioration de la capacité d'une cellule :
  - ⇒ codes orthogonaux : diminuer l'influence des interférences
  - ⇒ récepteur multi-utilisateurs
  - ⇒ antennes adaptatives

} *éliminer les interférences*

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

14

## PARTIE 2

---

### **Systemes 3G - WCDMA** (Wideband CDMA)

- Radiocommunications 3G: objectifs, standards
- Codes d'étalement (séquences PN, codes orthogonaux)
- Canaux physiques
- Modulation
- Contrôle de puissance

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

15

### **Objectifs des systèmes 3G**

---

- Débits élevés :
  - ✓ 144 Kbps : zone rurale (vitesse < 500 km/h)
  - ✓ 384 Kbps : zone semi-urbaine (vitesse < 120 km/h)
  - ✓ 2 Mbps : couverture limitée (piétons)
- Intégration de services
  - ✓ débits multiples
  - ✓ débits variables sur une connexion
- Accès paquets efficace
- Possibilité d'utiliser des techniques d'amélioration de capacité :
  - détections multi-utilisateurs (MUD), suppression d'interférences
  - antennes adaptatives
- Compatibilité avec les systèmes de 2<sup>ème</sup> génération

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

16

## Standards des systèmes 3G

Standards		Techniques d'accès	Débit chip (Mcps)	Cœur du réseau
IMT-DS	UMTS FDD	WCDMA	3.84	GSM MAP
IMT-TC	UMTS TDD	WCDMA+TDMA	3.84 1.28	GSM MAP
IMT-MC	cdma2000	Multicarrier-CDMA	3.68 - 3 porteuses 1.22 - 1 porteuse	ANSI-41
IMT-SC	UWC-136	TDMA		GSM MAP ANSI-41

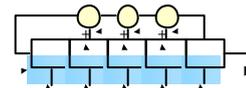
08/06/2001

LASTI - ENSSAT

17

## Séquences PN <sup>(1)</sup>

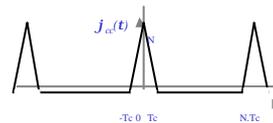
• **Code PN**: séquence pseudo-aléatoire obtenue à partir d'un registre à décalage de  $n$  étages



• **Séquence M** : séquence de longueur maximale  
 $\Rightarrow$  période de la séquence :  $N = 2^n - 1$

• **Propriétés des séquences M:**

- ✓ le nombre de 1 et de 0 est quasiment identique
- ✓ la probabilité d'une suite de 1 ou de 0 de longueur  $N_1$  est égale à :  $2^{-N_1}$
- ✓ autocorrélation :  $j_{cc}(n) = Nd(n)$
- ✓ intercorrélation :  $j_{c_1c_2}(n) \geq \sqrt{N}$



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

18

## Séquences PN (2)

- ♦ **Codes Gold et Kasami:** combinaison linéaire de plusieurs m-séquences

[Dinan98]

Type de code	Nombre de codes	Intercorrélation maximale
Gold (n impaire)	$2^n + 1$	$\frac{n+1}{2^{\frac{n}{2}}} + 1$
Gold (n paire)	$2^n + 1$	$\frac{n+2}{2^{\frac{n}{2}}} + 1$
Short Kasami	$2^{\frac{n}{2}}$	$\frac{n}{2^{\frac{n}{2}}}$
Long Kasami	$2^{\frac{n}{2}}(2^n + 1)$	$\frac{n+2}{2^{\frac{n}{2}}} + 1$
Very Long Kasami	$2^{\frac{n}{2}}(2^n + 1)^2$	$\frac{n+4}{2^{\frac{n}{2}}} + 1$

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

19

## Codes orthogonaux

- Intercorrélation des codes orthogonaux nulle si les codes sont synchronisés :

$$\forall c_1 \neq c_2 \quad \begin{cases} \mathbf{j}_{c_1 c_2}(0) = 0 \\ \mathbf{j}_{c_1 c_2}(t) \neq 0 \quad t \neq 0 \end{cases}$$

↪ Couplage avec un code PN pour la synchronisation

- Utilisation de la matrice de Hadamard
  - ✓ construction récursive
  - ✓ 1 ligne de  $H_N = 1$  code

$$H_1 = [0] \quad H_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_{2N} = \begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & H_N \end{bmatrix} \quad H_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

20

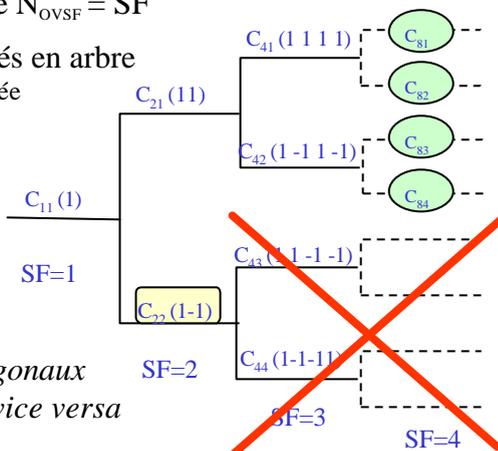
## Codes orthogonaux de longueur variable (OVSF)

- ♦ Longueur des codes variable  $N_{\text{OVSF}} = \text{SF}$

- ♦ Codes orthogonaux structurés en arbre

⇒ matrice de Hadamard modifiée

$$\begin{bmatrix} C_{2i,1} \\ \dots \\ C_{2i,j} \\ \dots \\ C_{2i,2i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \dots \\ C_{i,j} & C_{i,j} \\ \dots & \dots \end{bmatrix}$$

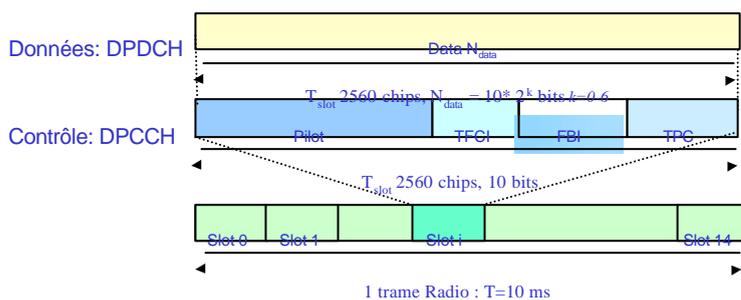


- Les codes  $c_i$  et  $c_j$  sont orthogonaux si  $c_i$  n'est pas le père de  $c_j$  et vice versa

$j_{c_{41} c_{22}} = (1, 1, 1, 1) \cdot (1, -1, 1, -1)^T = 0$  et  $j_{c_{22} c_{41}} = (1, 1) \cdot (1, -1)^T = 0$

## Canaux physiques voie montante (MS ⇒ BS)

- Canaux dédiés : Trame DPDCH/DPCCH

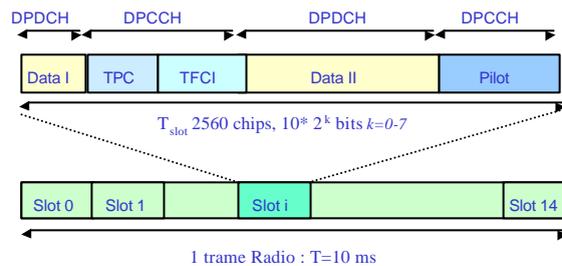


- TPC : Transmit Power Control
- FBI : Feedback Information
- TFCI : Transport format combination indicator
- Pilot : Séquence de référence

[ETSI99-a]:

## Canaux physiques voie descendante (BS ⇨ MS)

- Canaux dédiés : Trame DPDCH/DPCCH



[ETSI99-a]:

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

23

## Canaux physiques voie descendante (BS ⇨ MS)

- Canaux communs:

- Trame P-CCPCH et S-CCPCH

**P-CCPCH** : Primary Common Control Physical Channel

Transmet BCCH : Broadcast Control Channel

- ⇒ transmission continue et uniforme sur toute la cellule
- ⇒ le code du canal est identique pour toutes les cellules
- ⇒ définit le N° du code d'embrouillage

**S-CCPCH** : Secondary Common Control Physical Channel

Transmet les informations de contrôle à travers le FACH et PCH

- Trame P-CPICH et S-CPICH Common Pilot Channel

Transmet une séquence de bits de référence (pilot)

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

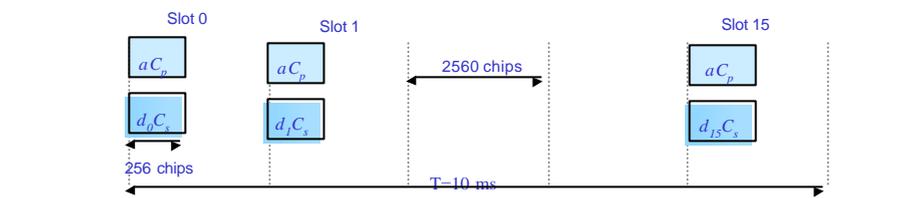
24

## Canaux physiques voie descendante (BS ⇒ MS)

- **Canaux communs:** Synchronisation P-SCH et S-SCH

**P-SCH :** Code  $C_p$  : code Gold de 256 chips  
 Non modulé ⇒ référence de phase  
 Transmission au début de chaque slot ( $1/10^{\text{ème}}$  du slot)  
 Séquence commune à toutes les cellules

**S-SCH :** Code  $C_s$  : code Gold de 256 chips ( $c_s \in [c_1, c_2, \dots, c_{16}]$ )  
 Séquence modulante  $d_i$  : . commune à toutes les cellules  
 . bonnes propriétés de corrélation

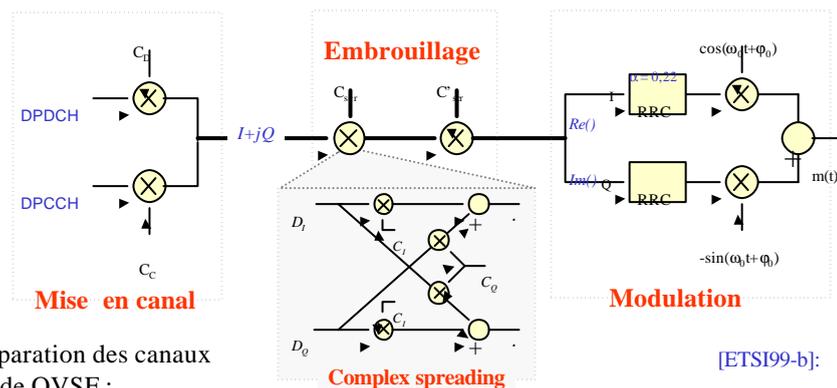


08/06/2001

LASTI - ENSSAT

25

## Modulation voie montante (MS ⇒ BS)



- ✓ séparation des canaux
- ✓ code OVSF :

$$4 < SF < 256$$

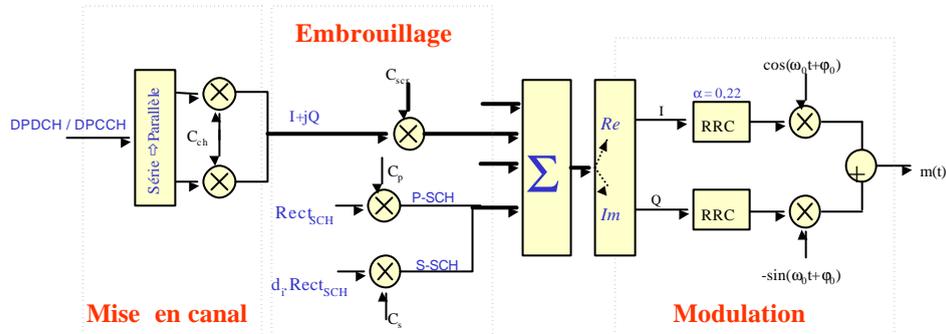
- ✓ séparation des utilisateurs
- ✓  $C_{scr}$  : code de Kasami ( 256 chips)
- ✓  $C'_{scr}$  : code Gold séquence de 10 ms (optionnel)

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

26

## Modulation voie descendante (BS $\Rightarrow$ MS)



- ✓ séparation des canaux
- ✓ code OVSF :  $4 < SF < 512$
- ✓ séparation des utilisateurs et des cellules
- ✓  $C_{scr}$  : code Gold séquence de 10 ms (512 codes : 32 groupes de 16 codes)

[ETSI99-b]:

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

27

## Contrôle de puissance

- ♦ Performances d'un système CDMA fonction du SIR
  - ↳ Au niveau de la BS les puissances des signaux reçus doivent être identiques (éviter les phénomènes d'éblouissement)
  - ↳ nécessité de contrôler la  $P_e$  de chaque mobile
- ♦ Boucle fermée
  - ✓ Objectif : maintenir le SIR à une valeur prédéfinie
  - ↳ Estimation de  $P_{DPCCH}$  après corrélation et  $P_{interférence}$ 
    - Envoie d'une commande à l'aide du champ TPC (BP:1500 Hz)
- ♦ Boucle ouverte (voie montante : accès MS)
  - ✓ Objectif : limiter la puissance reçue par la BS lors de l'accès de la MS
  - ↳ Mesure : Estimation des pertes liées à la propagation du signal BS  $\Leftrightarrow$  MS
    - ajustement de la puissance émise par la MS

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

28

## PARTIE 4

### Récepteurs WCDMA

- Accès et synchronisation
- Récepteur mono-utilisateur
  - Détection conventionnelle
  - Détection adaptative
- Récepteur multi-utilisateurs
  - Classification
  - Récepteurs linéaires
  - Récepteurs non linéaires (PIC, SIC)
- Antennes adaptatives
- Conclusion

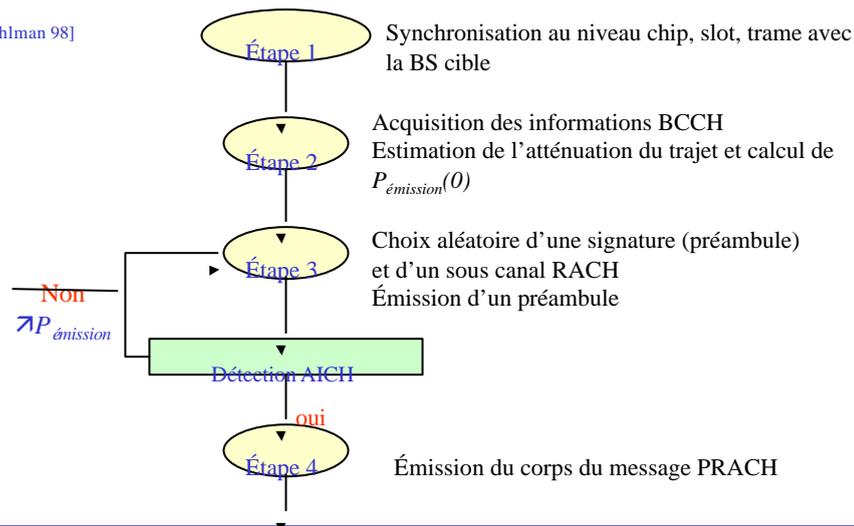
08/06/2001

LASTI - ENSSAT

29

### Procédure d'accès du mobile

[Dahlman 98]



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

30

## Synchronisation du mobile

- **Étape 1.1** : Synchronisation slot

- ⇒ Choix de la BS la plus puissante (BS1)
- ⇒ Synchronisation du slot à l'aide du Primary SCH



- **Étape 1.2** : Synchronisation trame à l'aide du Secondary SCH

- ⇒ Détermination du N° de groupe du code d'embrouillage parmi les 16 groupes de code disponibles.
- ⇒ Synchronisation des séquences modulantes  $d_i$ .

- **Étape 1.3** : Détermination du N° du code d'embrouillage à l'aide du Primary CCPCCH

- ✓ Choix du code fournissant la puissance maximale parmi les 32 codes présents dans le groupe

08/06/2001

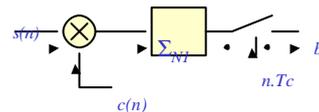
LASTI - ENSSAT

31

## Récepteurs (W)CDMA

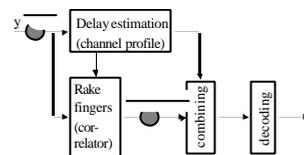
- ♦ **Récepteur simplifié CDMA** :

- ⇒ corrélation du signal reçu avec une réplique synchronisée du code



- ♦ **Récepteur mono-utilisateur** :

- ⇒ combinaison des MPs
- ⇒ utilisation d'un récepteur en réseau (*RAKE RECEIVER*)



- ♦ **Récepteur multi-utilisateurs** :

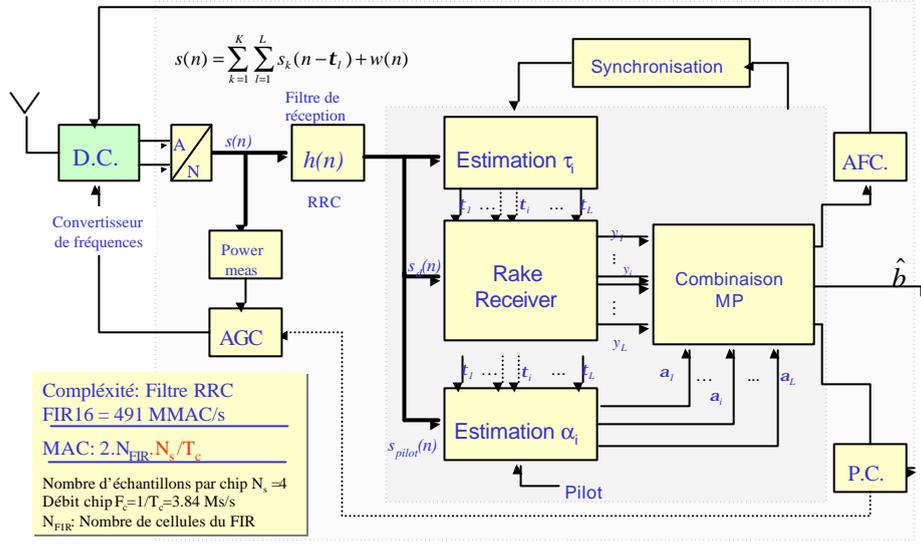
- ⇒ annulation des interférences entre les utilisateurs
- ⇒ diminution de l'effet d'éblouissement
- ⇒ augmentation des performances : augmentation de la capacité des cellules (  $\times 2$  le nombre d'utilisateurs / cellule) [Murotake00]

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

32

## Récepteur mono-utilisateur

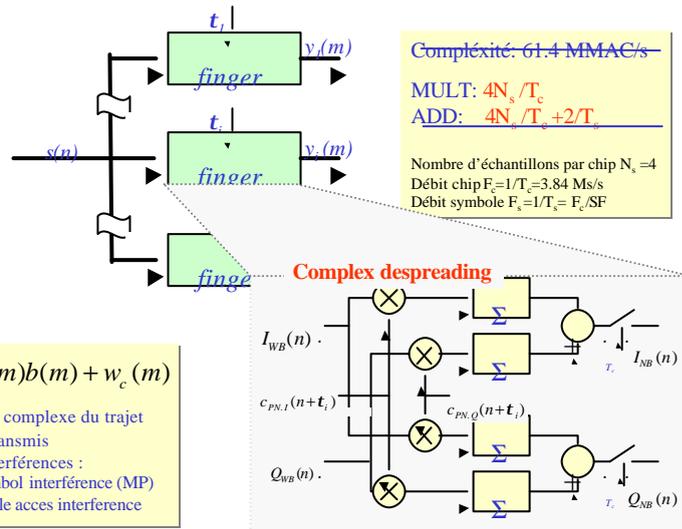


08/06/2001

LASTI - ENSSAT

33

## Rake Receiver



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

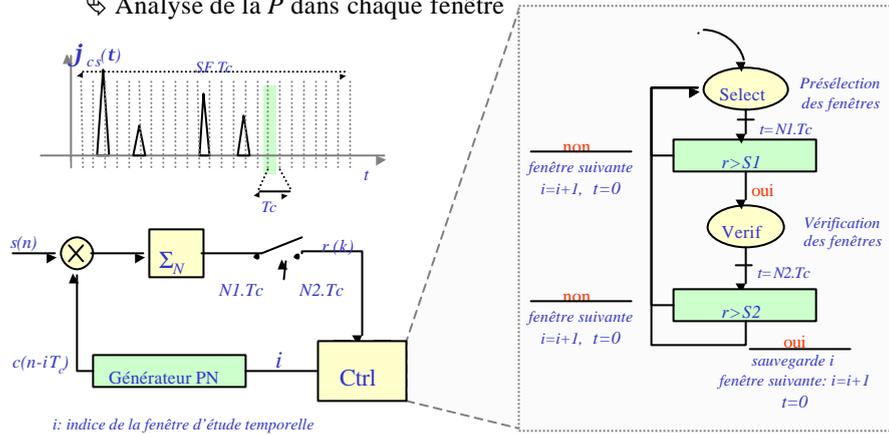
34

## Estimation du retard des MP: $\tau_i$

♦ Acquisition du code :

➤ Recherche séquentielle des fenêtres temporelles ( $T_c$ ) possédant un MP

↳ Analyse de la  $P$  dans chaque fenêtre



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

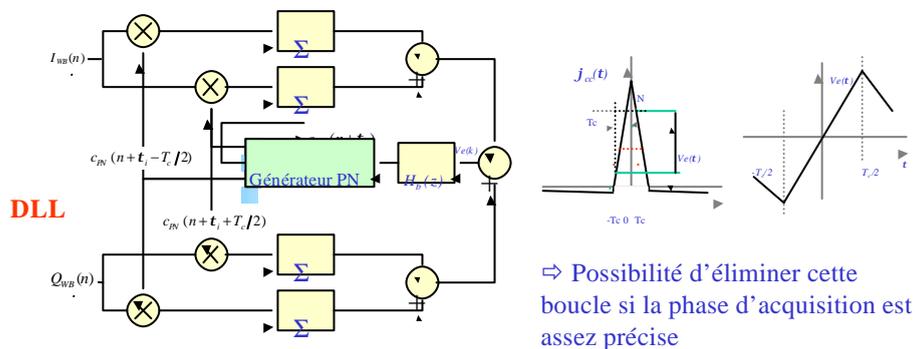
35

## Estimation du retard des MP: $\tau_i$

♦ Poursuite du code : affiner l'estimation des  $\tau_i$

➤ Utilisation d'une boucle d'asservissement de retard (Delay-Locked Loop)

➤ Étude de la différence entre les voies *retard* et *avance*



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

36

## Récepteur mono-utilisateur : combinaison MP

Complexité (multiplexage temporel)

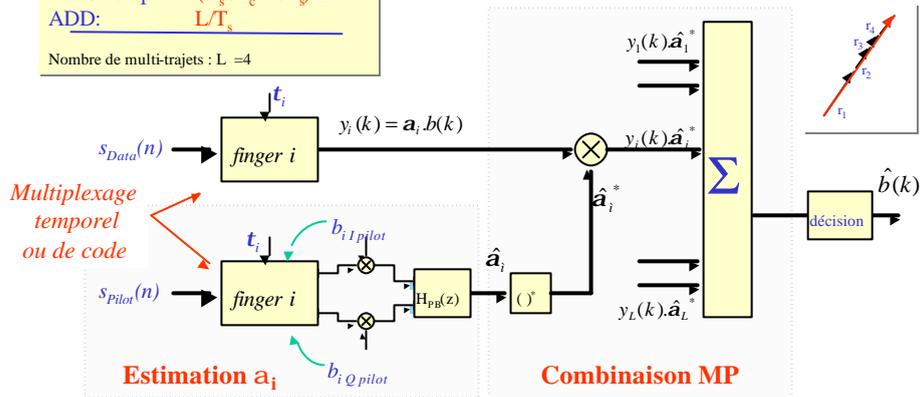
$$\cong 4N_s L/T_c = 245.75 \text{ MMAC/s}$$

MAC complexe:  $(N_s/T_c + 1/T_s) \cdot L$

$$\text{ADD: } L/T_s$$

Nombre de multi-trajets :  $L = 4$

[Ojanperä98, chap10]



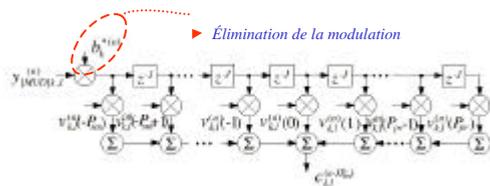
08/06/2001

LASTI - ENSSAT

37

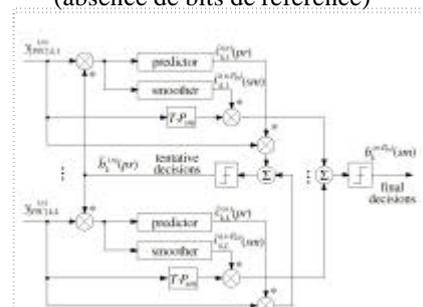
## Estimation du canal complexe

Estimation aidée par les données  
(présence de bits de référence : pilot)



General channel estimation filter

Estimation dirigée par la décision  
(absence de bits de référence)



Decision directed channel estimator

- ♦ Possibilité d'adapter les coefficients des filtres de prédiction par filtrage adaptatif

[Juntti98]

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

38

## Détection adaptative

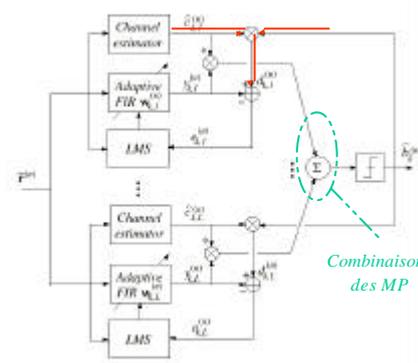
[Teusher98]

[Koula00]

### ♦ Détecteur adaptatif

- Amélioration des performances : diminution des interférences (MAI)
- Adaptation aux variations du canal de transmission
- Augmentation de la complexité raisonnable par rapport à la détection conventionnelle

⇒ Les coefficients du filtre sont adaptés afin de minimiser l'erreur entre le symbole décidé ( $b_k$ ) et le symbole estimé ( $y_k/c_k$ )

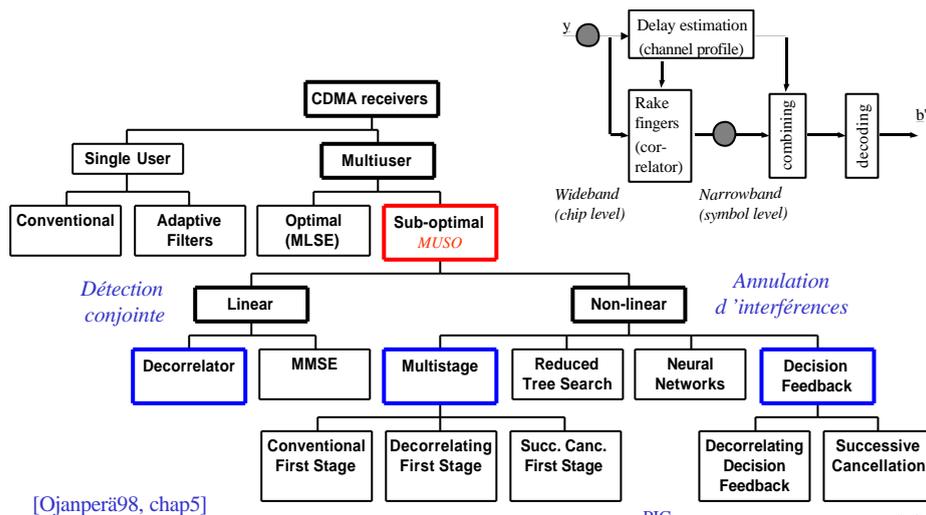


08/06/2001

LASTI - ENSSAT

39

## Classification des récepteurs WCDMA

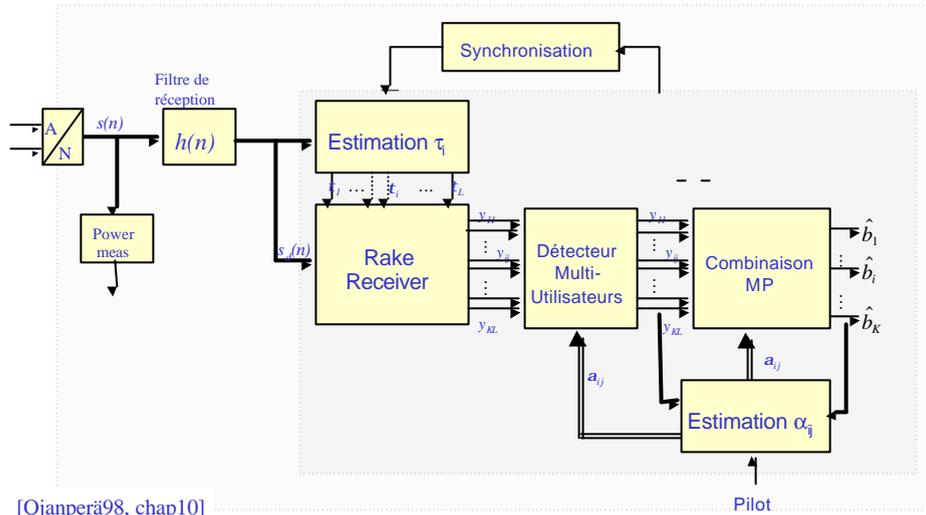


08/06/2001

LASTI - ENSSAT

40

## Récepteur WCDMA multi-utilisateurs

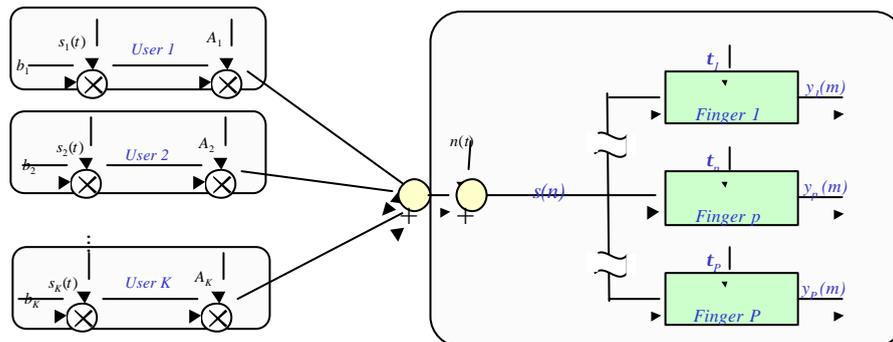


08/06/2001

LASTI - ENSSAT

41

## Modélisation du système WCDMA



$$y_p = A_p b_p + \sum_{j=1, j \neq p}^M A_j b_j r_{jp} + n_p \quad \text{avec } p=(k-1)L+l$$

$$y = RAb + n$$

$R = \{r_{ki}\}$ , : Matrice de corrélation

$$r_{ki} = \int_0^T s_k(t) s_i(t) dt$$

$$y = [y_1, y_2, \dots, y_K]^T$$

$$A = \text{diag} [A_1, A_2, \dots, A_K]^T$$

$$b = [b_1, \dots, b_1, b_2, \dots, b_2, \dots, b_K]^T$$

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

42

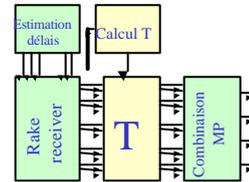
## Récepteurs MUSO linéaires

- **Dé-corrélateur :**

$$T = R^{-1} \rightarrow \hat{y} = Ab + R^{-1}n$$

- **MMSE** (Minimum Mean Square Error) :

$$\min_{M \in R^{K \times K}} E[\|b - Ty\|^2] \rightarrow T = [R + sA^{-2}]^{-1}$$



- **Propriétés :**

[Moshavi96]  
[Koula00]

- ⇒ Inversion de matrice : décomposition de Cholesky
- ⇒ Implantation complexe
- ⇒ L'inversion de matrice nécessite une précision de calcul élevée
- ⇒ Solution MMSE moins sensible au bruit

08/06/2001

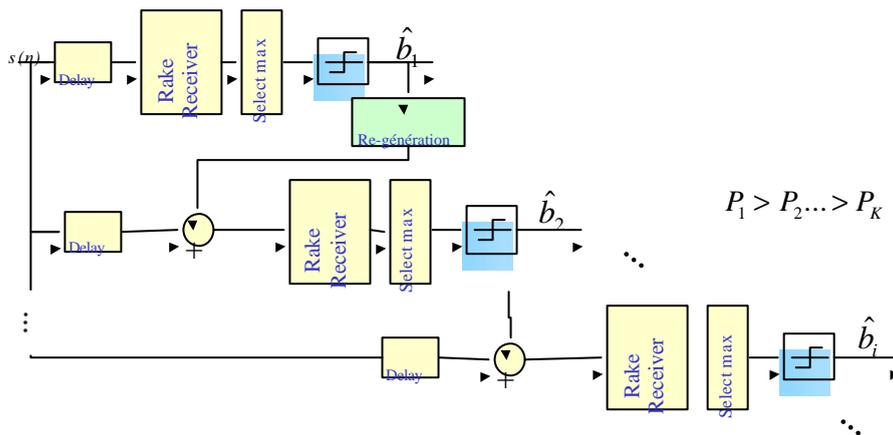
LASTI - ENSSAT

43

## Récepteurs MUSO non-linéaires (1)

- **SIC:** (Successive interferences cancellation)

[Moshavi96]  
[Koula00]



08/06/2001

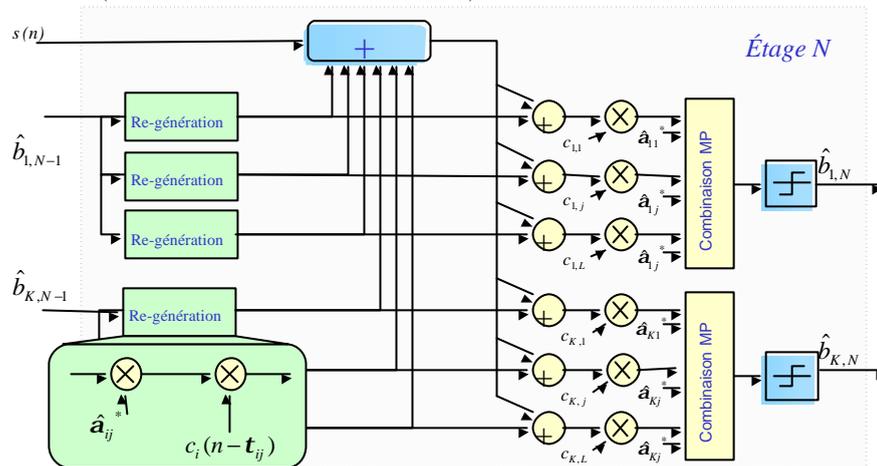
LASTI - ENSSAT

44

## Récepteurs MUSO non-linéaires (2)

- PIC: (Parallel interferences cancellation)

[Varanasi90]  
[Ojanperä98, chap10]



08/06/2001

LASTI - ENSSAT

45

## Complexité des récepteurs (1)

- Paramètres:

[Ojanperä98]

- Nombre de canaux utilisateurs :  $K = 150$
- Nombre de MP :  $L = 4$
- Nombre d'échantillons par chip :  $N_s = 4$
- Longueur du code :  $N_c = 256$
- Débit symbole :  $F_s = 1/T = 15$  Kbits/s

	Opérations/s	WCDMA	Remarques
Conventionnel (MF)	$O[(4.N_c.N_s.K.L)T]$	36 G.op/s	
PCG (MUD linéaire) (gradient conjugué préconditionné)	$O[(12.L.N.(K.L)^2)T]$	104 T. op/s	Nombre d'itérations I=124 Taille de la fenêtre d'observation N=13
PIC (niveau symbole)	$O[(4.M.(K.L)^2)T]$	43 G. op/s	Nombre d'étages M=2
PIC (niveau chip)	$O[(8.M.N_c.N_s.K.L)T]$	147 G.op/s	Nombre d'étages M=2
SIC (niveau chip)	$O[(8.M.N_c.N_s.K.L)T]$	73 G. op/s	Nombre d'étages M=1
Adaptative MUD		138 G op/s	Extrapolation à partir de [Teusher97]

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

46

## Complexité des récepteurs (2)

- ♦ Estimation de la complexité au niveau du mobile [Becker99], [Jung99]

Taches	Complexité (MIPS)
Filtres digitaux (mise en canal, RRC)	3600
Acquisition et synchronisation (trames, slots, estimation des délais)	1500
Rake receiver	650
Combinaison des MP	24
Estimation du canal	12
Turbo codage	52
Total	5 838

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

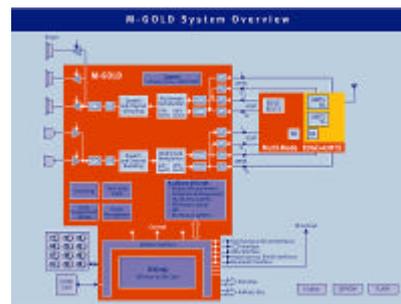
47

## Proposition d'implantation

- ♦ Composants proposés :

- ♦ M-GOLD (infineon)

- ♦ DSP Carmel 100 MHz
- ♦  $\mu$ C 32 bits TriCore
- ♦ ASIC :
  - ♦ Codage, décodage de source
  - ♦ Codage, décodage de canal
  - ♦ Modulation, démodulation



- ♦ CS2000 (Chameleon) [Chameleon00]:

- ♦ Processeur reconfigurable
  - ♦ performances : 24 Gops/s (16 bits)
  - ♦ modulation et démodulation de 50 canaux utilisateurs pour le cdma2000

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

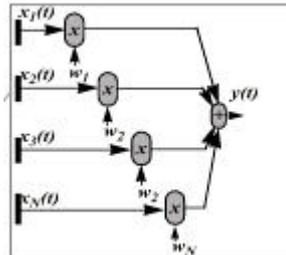
48

## Antennes adaptatives (1)

- ♦ Utilisation d'un réseau d'antennes
- ♦ Objectifs : adapter les coefficients  $w_i$  pour améliorer le SIR (modification du diagramme de rayonnement du réseau)

⇒ Diversité spatiale

- ♦ Adaptation des coefficients par filtrage adaptatif
- ♦ Alternatives pour la détection multi-utilisateurs et la réjection d'interférences



- ♦ Diversité en émission : émission sur plusieurs antennes
  - ⇒ la station mobile reçoit l'information à travers différents canaux dont les statistiques d'évanouissement sont différentes

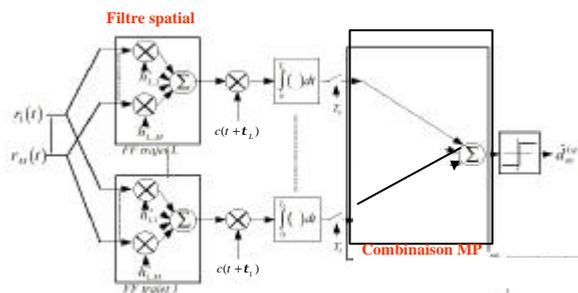
08/06/2001

LASTI - ENSSAT

49

## Antennes adaptatives (2)

- RAKE 2D : Combinaison de la diversité spatiale et des trajets



[Adachi98]  
[Diouris95b]  
[Diouris99]

- Algorithme GSIC (Group Wise interference cancellation) 3 antennes
  - ♦ augmentation de la capacité de l'ordre de 200%
  - ♦ complexité 21.7 à 43.4 G ops/s [Murotake00]

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

50

## Conclusions

---

### ♦ Station de base

#### ⇒ Contraintes architecturales : **flexibilité**

- ✓ support des différents standards (compatible GSM, GPRS, EDGE)
- ✓ évolution du standard UMTS/IMT 2000

↳ Plate-Forme de conception composée de  $\mu$ P, DSP, logique reconfigurable [Rabaey00], [Gatherer00], [Rifaat99]

#### ⇒ Utilisation de techniques de réception avancées

- ✓ détection multi-utilisateurs et suppression d'interférences
- ✓ antennes adaptatives
  - ↳ complexité élevée

➤ Augmentation de la capacité et de la taille des cellules

## Conclusions

---

### ♦ Station mobile

#### ⇒ Contraintes architecturales

- ✓ coût
  - ✓ consommation
  - ✓ encombrement
- } faible

#### ⇒ Utilisation de techniques de réception mono-utilisateur classiques ou améliorées

- ✓ complexité plus faible
- ✓ séquences de code des autres utilisateurs non connues

## Travaux en cours

---

- ♦ Spécification et simulation fonctionnelle sous SPW
  - ✓ Bibliothèque (W)CDMA
  - ✓ Chaîne de communication MS-BS
  - ✓ Récepteur mono-utilisateur (RR, RRC, estimateurs) simplifié
  - ✓ Récepteur WCDMA multi-utilisateur
  
- ♦ Estimation de la complexité des principaux blocs
- ♦ Adaptation au format de codage des données
- ♦ Prototypage sur le processeur Lx
  - ✓ Optimisation du code
  - ✓ Analyse de la configuration du Lx (ajout d'instructions, d'UF)
  - ✓ Accélérateur reconfigurable

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

53

## Bibliographie <sup>(1)</sup>

---

- [Ojanperä98]: T Ojanperä, R Prasad, *Wideband CDMA for third generation mobile communications*, Artech House Publisher, 1998
- [Cameron97]: A Cameron, *Fixed Point Implementation of a multistage Receiver*, Phd Thesis, Virginia Polytechnic Institute 1997
- [Teuscher98]: C.M. Teuscher *Low Power Receiver Design for portable RF applications: Design and implementation of an Adaptive multiuser detector for an indoor Wideband CDMA application*, Phd Thesis University of California, Berkeley, 1998
- [Latva98]: M. Latva-Aho, *Advanced Receivers for Wideband CDM*, Phd Thesis OULU, 1998
- [Juntti98]: M. JUNTTI, *Multiuser demodulation for DS-SS systems in fading channels*, OULU, 1998
- [Moshavi96]: S. Moshavi, "Multi-User detection for DS-SS Communications," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 124-136, Oct. 1996
- [Diouris95a]: Diouris J.F. *Communications avec les mobiles*. Cours IRESTE-SEI3-ME8, Octobre 95
- [Diouris95b]: Diouris J.F. *Antennes Adaptatives*. Cours DEA Électronique Université de Nantes, Octobre 95
- [Diouris99]: Diouris J.F. *Les Techniques de Diversité en Télécommunications* Laboratoire SEI - IRESTE - Nantes 1999

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

54

## Bibliographie (2)

---

- [Varanasi90] M. K. Varanasi and B. Aazgang, "Multistage Detection in Asynchronous Code Division Multiple-Access Communications," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-38, no. 4, pp. 509-519, April 1990.
- [ETSI99-a]: ETSI TS 125 211 V3.3.0 (2000-06) *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (FDD)* (3G TS 25.211 version 3.3.0 Release 1999)
- [ETSI99-b]: ETSI TS 125 213 V3.3.0 (2000-06) *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Spreading and modulation (FDD)* (3G TS 25.213 version 3.3.0 Release 1999)
- [Raqibul99] Raqibul Mostafa and J. H. Reed *Brief Overview of Air Interface for W-CDMA*. <http://monkey.ee.vt.edu/yufei/wcdma.html> Mobile Portable Radio Research Group, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA 24060, 1999
- [Vasavada98] Yash Vasavada. *Overview of Wideband CDMA Standard* <http://monkey.ee.vt.edu/yufei/wcdma.html> Mobile and Portable Radio Research Group, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 1998
- [Dinan98] Esmael H. Dinan and Bijan Jabbari *Spreading Codes for Direct Sequence CDMA and Wideband CDMA Cellular Networks* IEEE Communication Magazine September 1998
- [Rabaey00] Rabaey J. *Silicons Platforms for next generation Wireless systems What roles does Reconfigurable Hardware play?* FPL2000

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

55

## Bibliographie (3)

---

- [Adachi98] Fumiyuki Adachi, Mamoru Sawahashi, and Hirohito Suda *Wideband DS-CDMA for Next-Generation Mobile* IEEE Communication Magazine September 1998 *Communications Systems*
- [Dahlman98] Erik Dahlman, Bjorn Gudmundson, Mats Nilsson, and Johan Skold, *UMTS and IMT-2000 Based on Wideband CDMA* IEEE Communication Magazine September 1998
- [Goldewski00-a] Goldewski Ph. *Principes du CDMA. Accès multiple avec répartition par codage*. ENST Avril 2000
- [Goldewski00-b] Goldewski Ph. *WCDMA Wideband CDMA : une interface radio pour la troisième génération*. ENST Avril 2000
- [Gatherer00] Gatherer A. and al. *DSP-Based Architecture for mobile communications: Past, Present and future* IEEE Communication Magazine January 2000
- [Rifaat99] Rifaat R. and R. De Robertis *DSPs Add Flexibility To Third Generation Base-Station System Designs* Wireless Systems Design, October 1999
- [Murotake00] David Murotake, John Oates, and Alden Fuchs *Real-Time Implementation of a Reconfigurable IMT-2000 Base Station Channel Modem* IEEE Communication Magazine February 2000

---

08/06/2001

LASTI - ENSSAT

56

## Bibliographie <sup>(4)</sup>

---

- [Becker99] J. Becker, T. Pionteck, M. Glesner *DReAM: Dynamically Reconfigurable Architecture for future Mobile Communication applications* FPL 2000, Villach Austria, August 2000
- [Jung99] Peter Jung, J Plechinger, *M-GOLD A multimode baseband platform for future mobile terminals*, 1999 IEEE Communication Theory Workshop 23-26 May 1999 Seascape Resort, Aptos, California
- [Chameleon00]: *Chameleon Wireless Base Station Design Using Reconfigurable Communications Processors*, Chameleon Systems Inc. 2000
- [Koula00]: Dimitris Koulakiotis and A. Hamid Aghvami *Data Detection Techniques for DS/CDMA Mobile Systems A Review* Personal Communication Interactive June 2000