

Journées scientifiques du CNFRS
« Vers des radiocommunications reconfigurables et cognitives »

Combinaison des techniques OFDM et CDMA pour l'UWB haut débit

E. Guéguen, N. Madaoui, J.-F. Héléard

Paris - 28 et 29 mars 2006

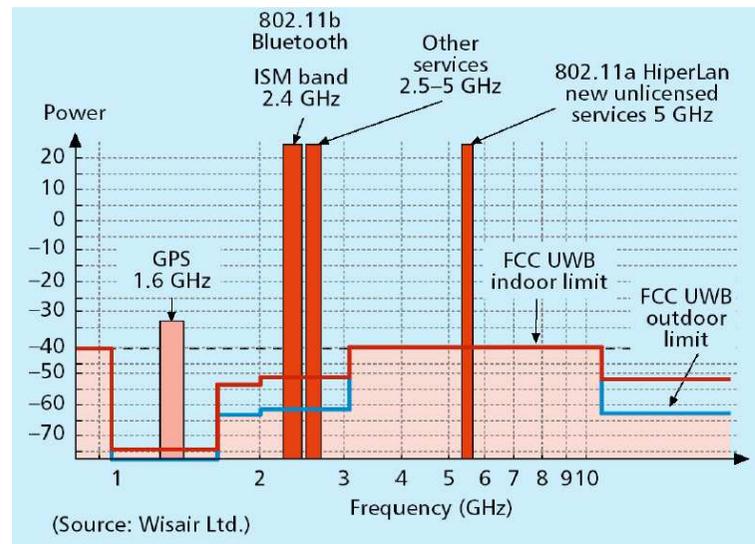
UMR
6164



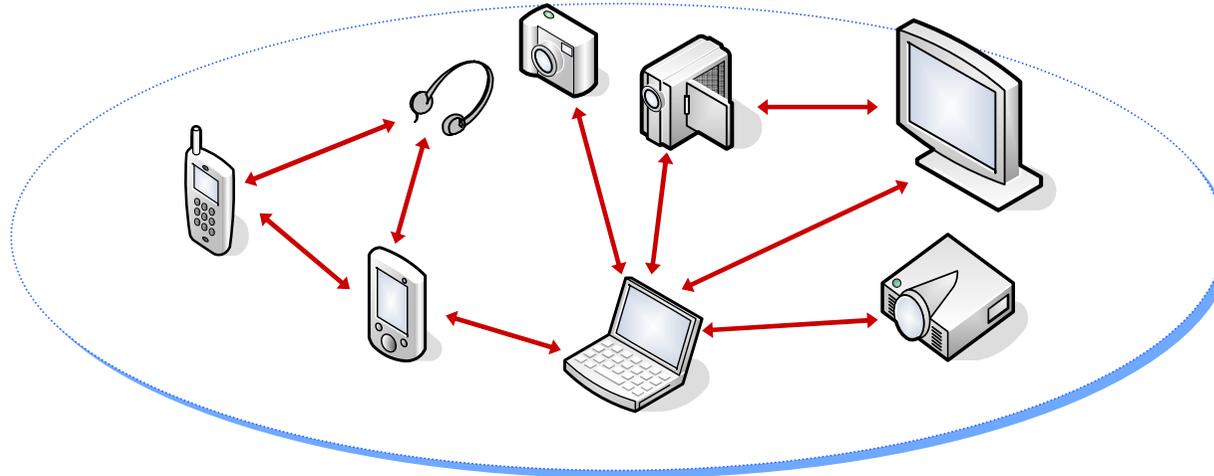
1. Contexte
2. La solution Multi Band OFDM (MBOA)
3. Apport du CDMA à la solution MBOA
4. Nouvelle forme d'onde : le SS-MC-MA
5. Résultats
6. Conclusions

1. Contexte

- But recherché : transmission WPAN haut débit
 - L'UWB permet d'y répondre
- Contraintes
 - Masque d'émission imposé très sévère
 - Ne pas perturber les systèmes bandes étroites déjà existants



- Applications

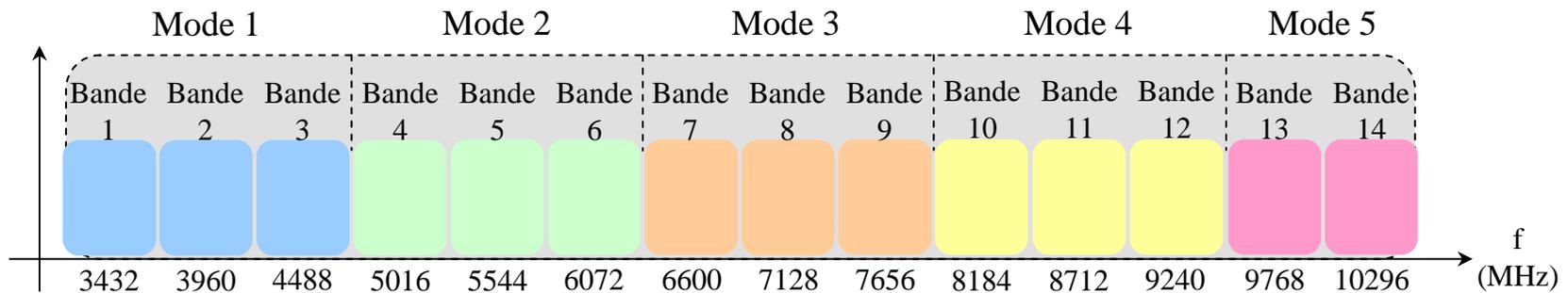


- Solutions proposées

- DS-UWB par UWB Forum
- Solution détection d'énergie par Mitsubishi ITE
- Multi-Band OFDM par MBOA

1. Contexte
2. **La solution Multi Band OFDM (MBOA)**
Présentation
Contraintes
3. Apport du CDMA à la solution MBOA
4. Nouvelle forme d'onde : le SS-MC-MA
5. Résultats
6. Conclusions

- Découpage du spectre en sous-bandes de 528 MHz



- Gestion multi-utilisateurs en TDMA¹ par l'utilisation d'un code temps fréquence TFC² permettant :
 - de bénéficier de la diversité en fréquence du canal
 - d'optimiser la puissance émise en respectant le masque de DSP imposé par la FCC
- Conversion analogique-numérique bas coût sur 528 MHz

¹ Time Division Multiple Access

² Time Frequency Code

- Utilisation de la technique multiporteuse : l'OFDM
 - Lutte efficacement contre la sélectivité fréquentielle du canal de transmission
 - Efficacité dans la récupération d'énergie

Paramètre	Valeur
N_{SD} : Number of data subcarriers	100
N_{SDP} : Number of defined pilot carriers	12
N_{SG} : Number of guard carriers	10
N_{ST} : Number of total subcarriers used	122 (= $N_{SD} + N_{SDP} + N_{SG}$)
D_F : Subcarrier frequency spacing	4.125 MHz (= 528 MHz/128)
T_{FFT} : IFFT/FFT period	242.42 ns ($1/D_F$)
T_{ZP} : Zero pad duration	70.08 ns (= 37/528 MHz)
T_{SYM} : Symbol interval	312.5 ns ($T_{CP} + T_{FFT} + T_{GI}$)

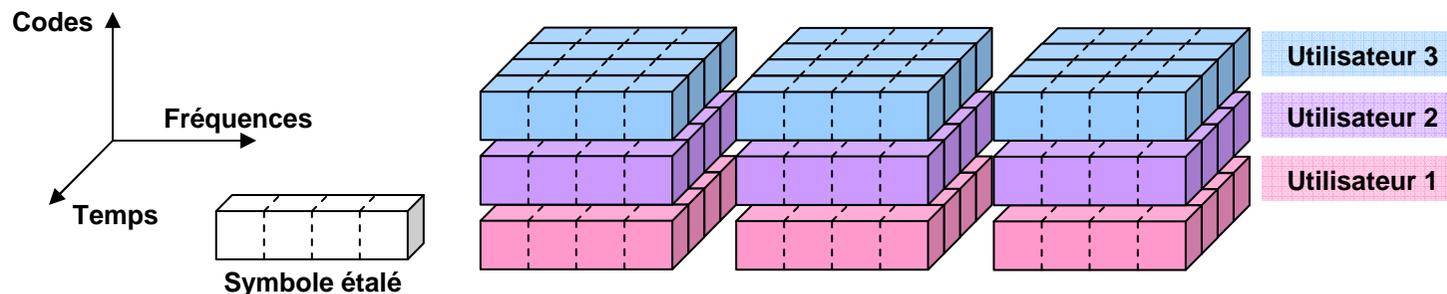
- Contexte multi-utilisateur

TFC Number	Preamble Pattern number	Cover Sequence number	Codes temps fréquence (longueur 6) Pour le mode 1					
			1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	2	3	1	2	3
2	2	1	1	3	2	1	3	2
3	3	2	1	1	2	2	3	3
4	4	2	1	1	3	3	2	2
5	1	2	1	2	1	2	1	2
6	2	2	1	1	1	2	2	2

- Limitation dans un contexte multi-utilisateurs (apparition de conflits dès 4 utilisateurs dans une picocellule)
- Limitations dans un contexte multi-picocellulaires

1. Contexte
2. La solution Multi Band OFDM (MBOA)
- 3. Apport du CDMA à la solution MBOA**
4. Nouvelle forme d'onde : le SS-MC-MA
5. Résultats
6. Conclusions

- Principe : Etalelement des données
 - Utilisation de codes propres à chaque utilisateur
 - Canal UWB : peu variant en temps et sélectif en fréquence
 - étalement selon l'axe *fréquentiel*
- Intérêt de l'ajout de l'étalement :
 - Plusieurs utilisateurs peuvent avoir accès en même temps à une ressource commune

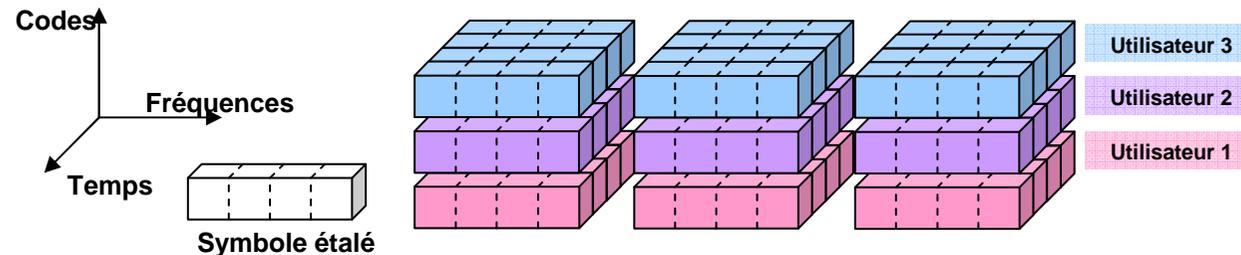


- Avantages du signal MC-CDMA ainsi obtenu :
 - Gestion aisée des accès multiples
 - Meilleure robustesse vis-à-vis de la sélectivité en fréquence du canal
 - Meilleure robustesse du signal UWB vis-à-vis des brouilleurs bandes étroites

1. Contexte
2. La solution Multi Band OFDM (MBOA)
3. Apport du CDMA à la solution MBOA
4. **Nouvelle forme d'onde : le SS-MC-MA**
 - Principe**
 - Intérêts**
 - Système proposé**
5. Résultats
6. Conclusions

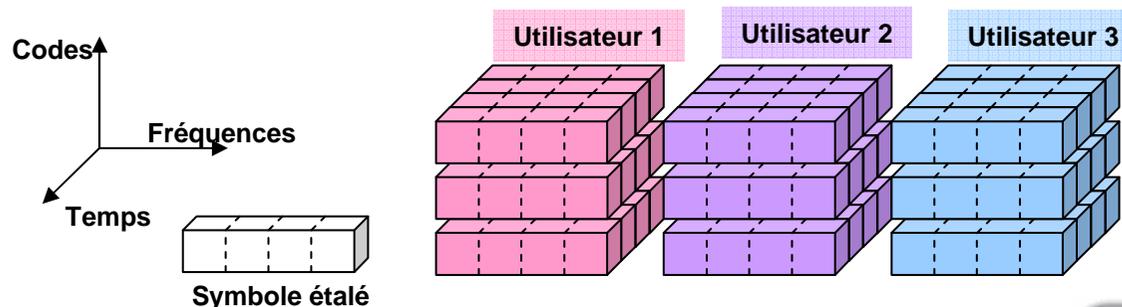
- MC-CDMA

- Système **mono-bloc** : chaque utilisateur émet sur la totalité de la bande disponible par l'attribution d'un ou de plusieurs codes d'étalement (selon le nombre d'utilisateurs)



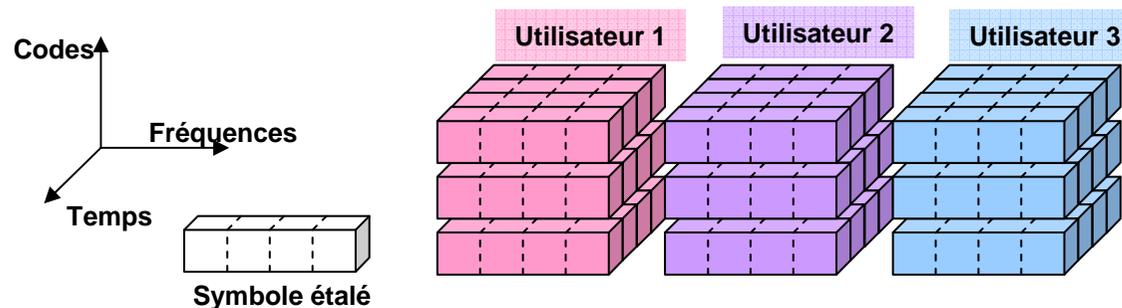
- SS-MC-MA (Spread Spectrum – Multi Carrier – Multi Access)

- Système **multi-blocs** : un bloc de sous-porteuses de la bande est attribué à chaque utilisateur

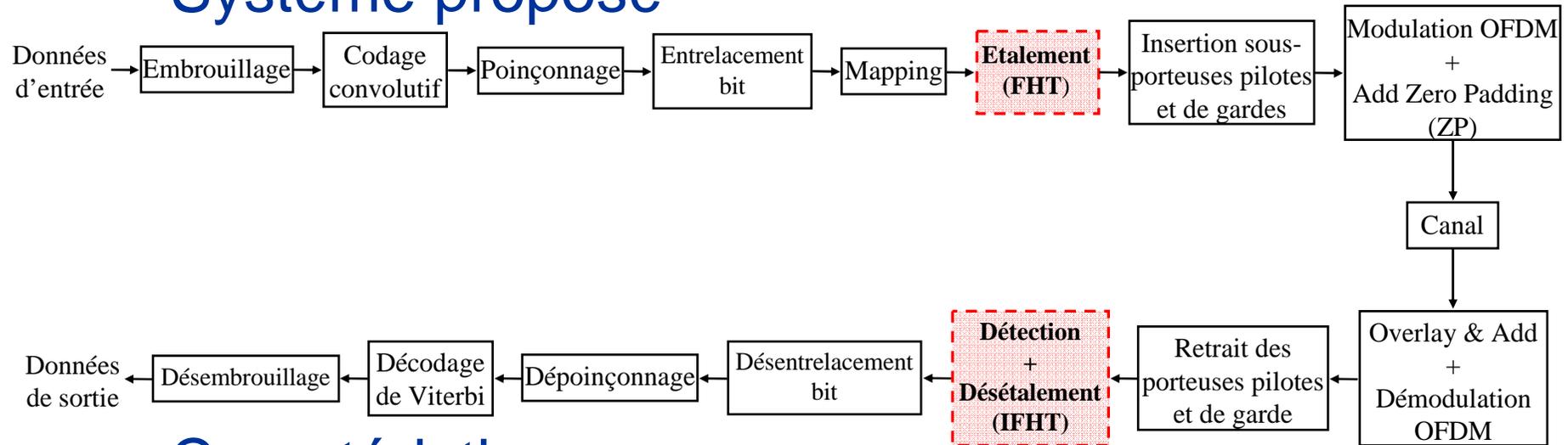


- **Cas 1 : de 1 à 3 utilisateurs**
 - Chaque utilisateur peut occuper la totalité des 528 MHz de la bande (3 bandes pour le mode 1)
 - Conserve performances et avantages du MC-CDMA
 - Degré de liberté supplémentaire par rapport à MBOA pour l'allocation des ressources (selon le nombre de code attribué)
- **Cas 2 : plus de 3 utilisateurs**
 - Ajustement du nombre de codes alloués aux différents utilisateurs (2 voire 3) dans une même bande de 528 MHz

- Avantages du SS-MC-MA :
 - de même que le MC-CDMA :
 - Gestion plus aisée dans le cas de plusieurs utilisateurs
 - Robuste vis-à-vis du bruit bande étroite
 - Robuste vis-à-vis sélectivité du canal en fréquence
 - de plus :
 - Souplesse dans le gestion des ressources
 - Estimation du canal moins complexe



• Système proposé



• Caractéristiques

- Paramètres identiques à la solution MBOA
- Paramètres de l'étalement :
 - Longueur du code d'étalement : **$L_c = 16$**
 - Nombre de sous-porteuses de données par symbole ramené de 100 à $16 \times 6 = 96$, soit 4 sous-porteuses de gardes supplémentaires
- Application du canal dans le domaine fréquentiel

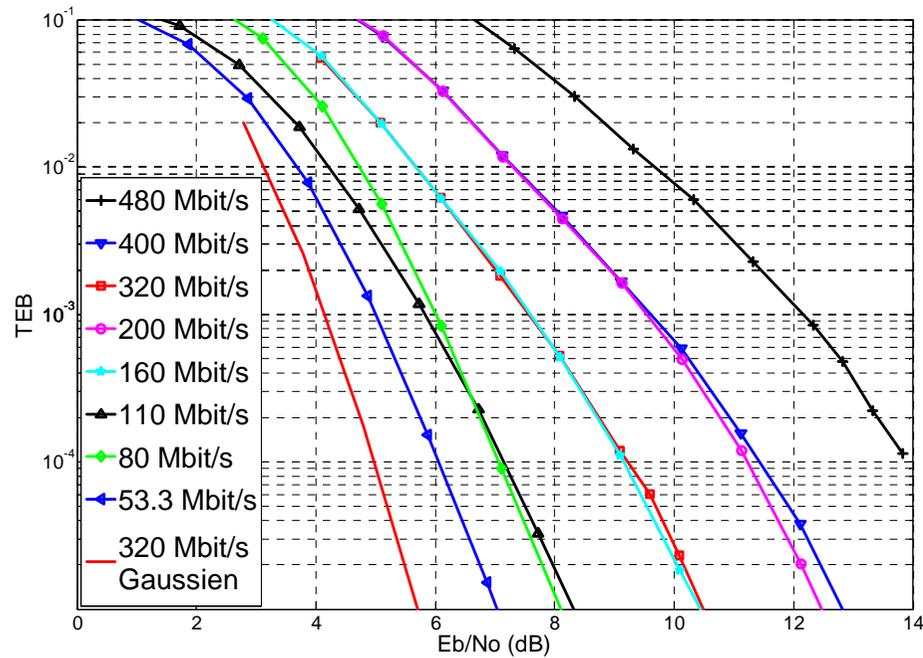
1. Contexte
2. La solution Multi Band OFDM (MBOA)
3. Apport du CDMA à la solution MBOA
4. Nouvelle forme d'onde : le SS-MC-MA
- 5. Résultats**
6. Conclusions

- Solution MBOA

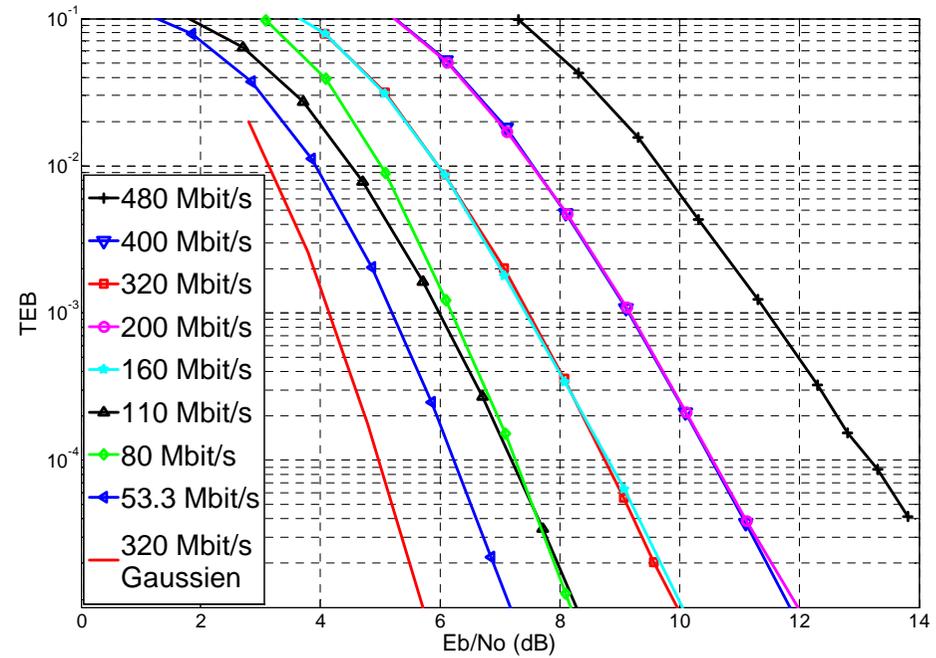
Débit (Mbit/s)	Modulation	Rendement de codage	Symétrique conjugué	Etalement temporel (TSF)	Gain d'étalement total	Nbre de bits codés par symbole OFDM
53.3	QPSK	1/3	Oui	2	4	100
80	QPSK	1/2	Oui	2	4	100
110	QPSK	11/32	Non	2	2	200
160	QPSK	1/2	Non	2	2	200
200	QPSK	5/8	Non	2	2	200
320	QPSK	1/2	Non	1	1	200
400	QPSK	5/8	Non	1	1	200
480	QPSK	3/4	Non	1	1	200

- Canaux utilisés IEEE 802.15.3a
 - CM1 (LOS), CM2 (NLOS), CM3 (NLOS) et CM4 (NLOS)

- Résultats : MBOA



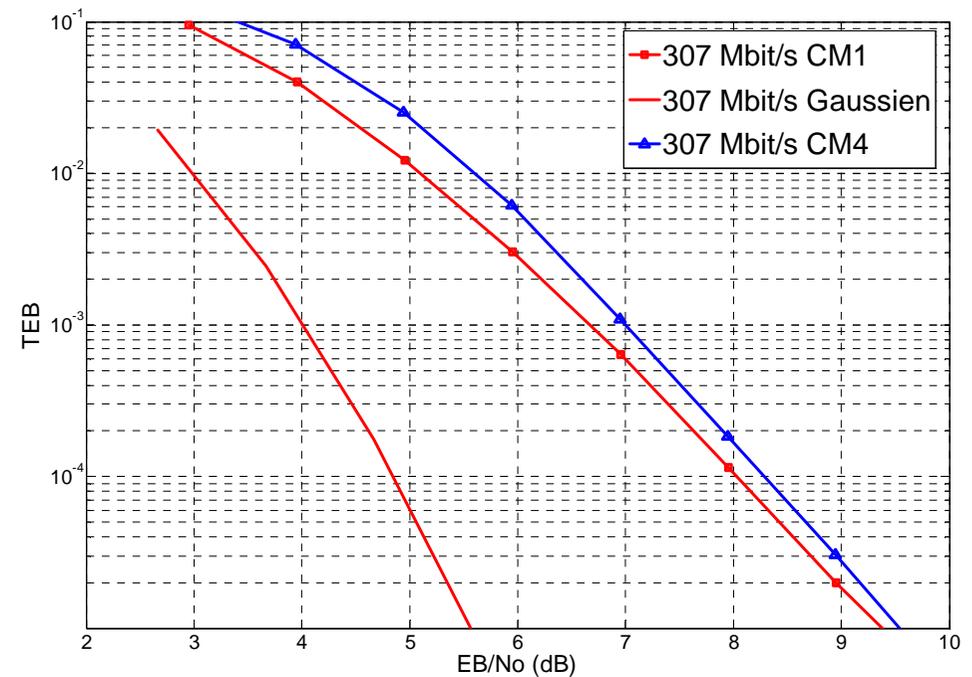
Canal CM1



Canal CM4

- Solution SS-MC-MA

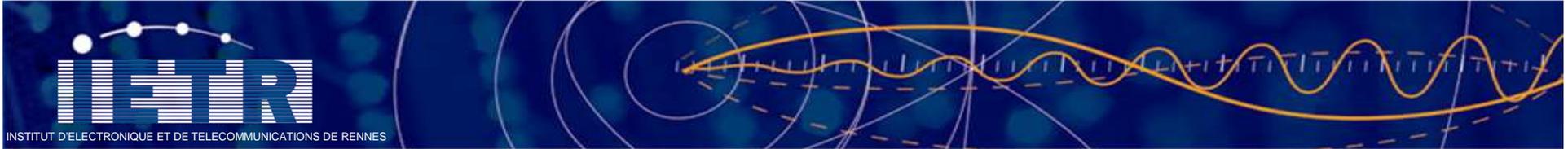
Paramètre	Valeur
N_{SD} : Nombre de sous-porteuses de données	96
N_{SDP} : Nombre de porteuses pilotes	12
N_{SG} : Nombre de porteuses de garde	14
N_{ST} : Nombre total de sous-porteuses utilisées	118 (= $N_{SD} + N_{SDP} + N_{SG}$)
B_u : Bande Utile	490,87 MHz (au lieu de 507,37 MHz)



- Choix du débit
 - Nombre de codes
 - Affiner par la longueur L_c

Rendement de codage	Longueur du code	Nombre de codes attribués	Débits (Mbit/s)
$\frac{1}{2}$	16	16	307
$\frac{1}{2}$	16	8	153,3
$\frac{1}{2}$	16	3	57,5

- Meilleure gestion des ressources dans un contexte multi-utilisateurs et multi-picocellules
 - allocation dynamique des ressources
- Contraintes inchangées (segment RF, CAN...)
 - améliorations apportées sans augmenter la complexité



Journées scientifiques du CNFRS
« Vers des radiocommunications reconfigurables et cognitives »

Combinaison des techniques OFDM et CDMA pour l'UWB haut débit

E. Guéguen, N. Madaoui, J.-F. Hélar

emeric.gueguen@insa-rennes.fr, nadia.madaoui@insa-rennes.fr, jean-francois.helard@insa-rennes.fr

Paris - 28 et 29 mars 2006

UMR
6164

