

Programme de la journée du 5 janvier 2006
GDR ISIS Thème D – GDR Ondes
ENST Paris
"Codage conjoint et canal de transmission radioélectrique:
problématiques et contraintes"

- 9h30: "Contextes et objectifs de cette journée". C. OLIVIER et R. VAUZELLE
- 9h40: "Transmission prioritaire d'images fixes pilotée par un critère de qualité visuelle".
B. PARREIN, N. NORMAND, P. LE CALLET, J.P. GUEDON, IRCCyN Nantes
- 10h10: "Simulation réaliste des réseaux radio en environnement Indoor" J.M. GORCE, G. de
LA ROCHE, K. RUNSER, CITI-INSA Lyon
- 10h40: "Codage conjoint source canal, application à la transmission d'images sur canal
radio mobile". C. CHATELLIER, H. BOEGLIN, P. BOURDON, C. OLIVIER, SIC Poitiers
- 11h10: Pause
- 11h20 "La modélisation déterministe du canal de propagation Ultra Large Bande Indoor". F
TCHOFFO TALOM, B. UGUEN, IETR Rennes
- 11h50: "Modélisation du canal à 60 GHz, localisation et simulation de la couche physique
d'un réseau ad'hoc. ". L. CLAVIER et A. BENLARBI-DELAÏ, IEMN Lille
- 12h20: "Méthodologie de prototypage sur cibles distribuées : application sur une chaîne de
Transmission MPEG-4 + UMTS". M. RAULET, J.F. NEZAN, F.URBAN, C. MOY et
O. DEFORGES ", IETR Rennes
- 12h50: Repas
- 14h00 "Contribution au routage de l'information dans les réseaux ad'hoc par une simulation
3D du canal en environnements complexes". R. DELAHAYE, Y. POUSSET, A.M.
POUSSARD, R. VAUZELLE, SIC Poitiers
- 14h30: "Optimisation conjointe source/canal de la qualité vidéo dans un contexte de
transmission sur ligne ADSL". C. GOUDEMANT, IEMN Valenciennes
- 15h00: "Optimisation de la position d'un émetteur dans un environnement indoor par
combinaison méthode TLM – Krigeage" A. DALLA ROSA, A. RAIZER, L. PICHON,
GEMCO Florianopolis (Brésil) et LGEP SUPELEC
- 15h30: "Etude des performances dans un environnement indoor des systèmes MIMO avec
et sans pré-égalisation à l'aide d'un simulateur de propagation 3D". J. LETESSIER,
P. ROSTAING, LEST Brest
- 16h: Table ronde: Bilan de cette journée et perspectives
- 17h15: Fin de la journée

Résumé des interventions:

"Introduction: Contexte et objectifs de cette journée" C. OLIVIER et R. VAUZELLE

Les objectifs de cette journée seront définis à partir d'un exposé introductif. La réflexion au cours de cette journée portera, à partir des exposés qui suivront, sur les améliorations, les adaptations à apporter, tant au niveau du codage (source, conjoint, canal) qu'au niveau de la définition et de la modélisation des réseaux, et suivant la qualité de service attendue.

"Transmission prioritaire d'images fixes pilotée par un critère de qualité visuelle" B. PARREIN, N. NORMAND, P. LE CALLET, J.P. GUEDON, IRCCyN Nantes

Nous présentons un système de transmission d'images fixes avec protection inégale original qui se repose sur la transformation Mojette et sur une hiérarchie de l'information source établie par un critère de qualité visuel. Pour illustrer notre propos, nous appliquons ce système au codeur JPEG2000 sur un modèle de canal à perte de paquets. Le codeur standard est retenu pour sa capacité à délivrer des sous-flux source hiérarchisés. La note objective de qualité affectée à chaque sous-flux ainsi qu'une modélisation du canal de transmission autorisent un réglage fin des niveaux de redondance. La transformation Mojette qui est une transformation de Radon discrète et exacte est utilisée ici comme code correcteur d'erreur par anticipation (FEC : *Forward Error Correcting codes*). Une comparaison avec les codes optimaux MDS (*Maximum Distance Separable*) est effectuées en termes de complexité, de surdébit et de fonctionnalité.

"Simulation réaliste des réseaux radio en environnement Indoor" J.M. GORCE, G. de LA ROCHE, K. RUNSER, CITI-INSA Lyon

De nombreux travaux de validation et d'évaluation des réseaux sans fil sont basés sur une modélisation très (trop ?) simpliste du canal radio. Les axiomes en général supposés conduisent à un modèle de couverture circulaire, à un lien radio à seuil, et à des interférences négligeables ou non additives.

Aujourd'hui, la complexité croissante des réseaux sans fil, en particulier avec l'émergence des réseaux *ad hoc*, nécessite l'amélioration des simulations pour obtenir des résultats plus fiables. Cela passe en particulier par le développement de modèles de propagation précis. Cependant, le temps de calcul est une contrainte majeure pour permettre l'intégration de ces modèles dans un contexte de simulation de réseaux.

Nous introduisons cet exposé par quelques exemples d'applications nécessitant la simulation du canal radio : planification de réseaux locaux, localisation de mobiles, canal MIMO, simulation de réseaux *ad hoc*. Nous présentons ensuite notre approche (MR-FDPF) basée sur une méthode de type TLM, adaptée au contexte Indoor et pour lequel un algorithme rapide multi-résolution a été développé.

Nous discutons pour finir des atouts et limites de cette approche dans les différents contextes applicatifs cités en introduction.

"Codage conjoint source canal, application à la transmission d'images sur canal radiomobile" C. CHATELLIER, H. BOEGLER, P. BOURDON, C. OLIVIER, SIC Poitiers

La transmission d'images fixes sur canaux bruités peut devenir incertaine si le taux d'erreur binaire (TEB) de la liaison est trop important. L'utilisation d'un code à longueur variable rend en effet le flux binaire très sensible aux erreurs de transmission. Les stratégies de codage conjoint source canal tentent de répondre à ce problème en rendant l'ensemble de la chaîne de transmission plus robuste aux erreurs.

Nous proposons dans cet exposé de décrire dans un premier temps une technique de codage d'image basée sur une transformée en ondelette puis sur une quantification vectorielle. Les images reçues peuvent alors être restaurées en utilisant une stratégie de reconstruction de données manquantes (inpainting) basée sur les équations aux dérivées partielles (EDP). Les résultats montrent qu'une image de bonne qualité peut être reçue malgré un TEB de l'ordre de 10^{-2} .

Dans un second temps, nous montrons comment on peut transposer cette méthode lorsqu'on prend en considération les caractéristiques des canaux radio mobiles (multi trajet + bruit) et que l'on utilise une modulation multi porteuse de type OFDM.

"La modélisation déterministe du canal de propagation Ultra Large Bande Indoor". F TCHOFFO TALOM, B. UGUEN, IETR Rennes

Les systèmes Ultra Large Bande impulsions ou non impulsions ont fait l'objet dans la période récente d'une intense activité de recherche. En particulier, les modélisations déterministes classiques du canal de propagation doivent être adaptées à ces nouvelles situations. Si l'on souhaite retraduire fidèlement par simulation les formes d'ondes reçues, il est nécessaire de prendre en compte les distorsions introduites par les antennes et les structures dépendantes de la fréquence dans le canal de propagation. L'exposé présente des travaux récents sur la modélisation Ultra Large Bande du canal de propagation à l'intérieur des bâtiments. Des confrontations de l'outil de simulation développé avec la mesure permettent de juger des apports et des limitations de ce type d'approche.

"Modélisation du canal à 60 GHz, localisation et simulation de la couche physique d'un réseau ad'hoc" L. CLAVIER et A. BENLARBI-DELAÏ, IEMN Lille

A partir de mesures du canal entre 57 et 59 GHz, nous étudions le canal avec deux objectifs:

- Définir les distributions des puissances reçues, aussi bien la puissance utile que les puissances interférentes, dans un environnement ad'hoc. Pour cela nous travaillons en simulation car il semble délicat d'établir ses distributions à partir de mesures vu la multiplicité des situations rencontrées.

- Définir un modèle large bande du canal pour prendre en compte lors des simulations l'effet des multi-trajets. Pour l'instant nous utilisons un modèle classique de lignes à retards.

Nous travaillons ensuite à la simulation d'un système multi-utilisateurs basé sur du DS-SS dans des bandes de 250 MHz. Pour limiter au maximum la complexité du système nous travaillons jusqu'à présent avec des récepteurs simple utilisateur (filtre adapté, rake) et nous montrons la faisabilité du système.

Nous rencontrons plusieurs difficultés dans ce travail :

- Il nous faut mieux modéliser l'environnement ad'hoc pour mieux estimer les distributions de puissance, en associant aussi bien les aspects routages aux aspects propagation.

- Nous devons également améliorer le modèle large bande du canal et en particulier augmenter la bande passante.

- Nous développons des techniques type IR-ULB transposées à 60 GHz sur 2 voire 3 GHz. Le modèle ligne à retard est alors moins adapté (nombre de coefficients importants, lois de Rice ou Rayleigh probablement inadaptées).

- Enfin, nous allons également travailler au niveau des récepteurs soit en proposant des récepteurs multi-utilisateurs pour le CDMA (type SIC) soit en améliorant la réception de l'IR-ULB.

De plus, pour les besoins d'une localisation de précision en technologie ULB millimétrique, l'estimation précise du canal est un préalable.

Nous avons montré, par la mesure et la simulation, qu'il est possible d'effectuer ce sondage avec une résolution temporelle qui n'est plus en relation avec la bande passante considérée (résolution de Rayleigh dans le cadre d'une IFFT) mais qui dépend uniquement de la fenêtre d'analyse (principe des méthodes Hautes Résolutions -HR- et algorithme MUSIC fréquentiel). Ce sondage HR permet par conséquent une égalisation plus fine et donc une localisation plus précise. Dans la perspective des systèmes embarqués, on vise désormais l'implémentation de cet algorithme .

"Méthodologie de prototypage sur cibles distribuées : application sur une chaîne de transmission MPEG-4 + UMTS" M. RAULET, J.F. NEZAN, F.URBAN, C. MOY et O. DEFORGES, IETR Rennes

Les futures générations de téléphones mobiles, intégrant des couches avancées de codage vidéo et communication numérique, constituent un grand défi en termes de développement de systèmes embarqués temps-réel. Des architectures programmables multi-composants apparaissent comme des solutions matérielles intéressantes combinant flexibilité et puissance de calcul. Le but de nos recherches est de développer des méthodologies de prototypage rapides et automatiques pour l'implantation d'applications du signal sur des cibles parallèles et hétérogènes. Nous décrivons dans cette présentation l'ensemble de la méthodologie construite autour de SynDEx, qui permet la génération automatique d'un code distribué à partir de descriptions de haut niveau, tout en optimisant les résultats. Le procédé est illustré sur une application complexe basée sur une couche de codage vidéo MPEG-4 associée à un lien de communication numérique 3G de type UMTS. L'ensemble est projeté sur une architecture distribuée, pour une exécution temps-réel.

"Contribution au routage de l'information dans les réseaux ad'hoc par une simulation 3D du canal en environnements complexes », R. DELAHAYE, Y. POUSSET, A.M. POUSSARD, R. VAUZELLE, SIC Poitiers

L'aspect dynamique et surtout auto-organisé des réseaux dits ad hoc posent de nombreux problèmes et notamment en ce qui concerne le routage de l'information. Ceci explique l'importance des recherches à l'heure actuelle sur les différents protocoles existants et donc de manière corollaire sur les couches hautes des réseaux. Cependant, ces études modélisent de façon basique les couches inférieures et plus particulièrement la couche physique. Le but de notre étude est donc de définir des modèles plus réalistes de cette dernière. Pour cela, nos modèles s'appuient, sur une simulation en 3D du canal de propagation en environnement complexes, sur une chaîne de transmission numérique basée sur la norme 802.11b (Wi-Fi) et enfin sur des optimisations permettant d'obtenir de meilleurs compromis précision/temps de calcul.

"Optimisation conjointe source/canal de la qualité vidéo dans un contexte de transmission sur ligne ADSL" C. GOUEMAND, IEMN-DOAE Valenciennes

Nous présentons un système original d'optimisation de la qualité vidéo transmise sur ligne téléphonique ADSL dans le but d'élargir la zone de couverture de télédiffusion sur ADSL déjà existante. Le système s'appuie sur un schéma de compression MPEG-2 hiérarchique de type Data Partitioning avec adaptation du débit à la volée en

fonction de la qualité de la ligne d'abonné. Les débits optimaux de transcodage sont déterminés automatiquement en fonction des caractéristiques de la ligne en minimisant les dégradations visuelles de la vidéo. De plus, une étude complète d'optimisation de la transmission birésolution sur un canal DMT est détaillée aboutissant à la proposition de deux nouveaux algorithmes d'allocation des bits et des puissances. L'analyse du système et les résultats de simulation mettent en évidence la supériorité de la solution proposée vis-à-vis d'une transmission vidéo monorésolution classique.

"Optimisation de la position d'un émetteur dans un environnement indoor par combinaison méthode TLM – Krigeage" A. DALLA ROSA, A. RAIZER, L. PICHON, GEMCO Florianopolis 'Brésil) et LGEP SUPELEC

L'évolution des systèmes de transmission sans fil et des perturbations associées en environnement indoor oblige à se doter d'outils électromagnétiques permettant la caractérisation du canal de propagation. Les méthodes d'analyse électromagnétique reposant sur l'utilisation d'un maillage (FDTD, TLM, Eléments finis) sont bien adaptées à la description de structures complexes; cependant le rapport entre la longueur d'onde et les dimensions du volume de propagation rend leur exploitation directe réductrice en termes de temps de calcul. Une approche possible consiste à hybrider une méthode de discrétisation avec une méthode de rayon .

Dans les études de propagation indoor la recherche de la meilleure position d'un émetteur conduit à un problème d'optimisation relativement difficile. Afin de réduire le coût du calcul associé à la détermination de la cartographie des champs, on peut construire un modèle de représentation plus simple, reposant sur un nombre limité (échantillon) de calculs électromagnétiques complets. Nous proposons dans ce travail la combinaison d'une méthode de calcul des champs (TLM - Transmission Line Method) et d'une technique d'interpolation (le Krigeage) afin d'évaluer le comportement de la fonction objectif en vue de réaliser l'optimisation. L'environnement indoor étudié est une salle composée de différents milieux de propagation (béton, bois, verre, métal, etc.). La modélisation de l'environnement et la distribution des champs électromagnétiques sont obtenus par le calcul TLM dans un cadre bidimensionnel. Dans un premier temps les champs sont évalués lorsque l'émetteur est situé en certains points de ce maillage. Puis le Krigeage est utilisé afin d'évaluer le comportement de la fonction objectif (ici le niveau d'illumination électromagnétique dans l'environnement) dans la totalité du domaine d'étude. La démarche proposée permet d'approcher et d'évaluer rapidement la fonction objectif en vue de réaliser l'optimisation. Une comparaison des résultats avec un modèle classique permet de conclure quant aux performances de l'outil proposé.

"Performances de systèmes MIMO pré-égalisés et applications avec un simulateur de propagation 3D" J. LETESSIER, P. ROSTAING, LEST Brest

Les systèmes de communications multi-antennaires (MIMO, multiple-input multiple-output) améliorent les transmissions sans fils en augmentant le débit et/ou la robustesse. De plus, à l'aide d'un retour d'information du récepteur vers l'émetteur, il est possible de répartir la puissance d'émission sur les antennes afin d'anticiper les dégradations du canal suivant des critères d'optimisations : la capacité (WF, Water Filling), l'erreur quadratique moyenne minimale (EQMM) en réception, la qualité de service (QoS) entre les voies de données, la maximisation du RSB en réception (max-SNR), etc. L'étude proposée ici concerne les performances des systèmes MIMO précodés dans un environnement indoor avec deux antennes à l'émission et deux antennes à la réception. Pour cela, nous avons utilisé le simulateur de propagation 3D développé par le laboratoire SIC de Poitiers. Après une phase de validation des réponses impulsionnelles du simulateur dans la bande Hiperlan/2 (largeur de bande de 20MHz autour d'une fréquence centrale à 5,18GHz), nous avons menée une étude statistique sur le canal afin de montrer l'évolution de la corrélation par rapport à l'écartement entre les antennes de réceptions. Ensuite, dans cette configuration, nous avons regardé l'influence de la corrélation sur les performances des systèmes MIMO avec les récepteurs classiques ZF (Zero Forcing, inversion de la matrice canal), MV (maximum de vraisemblance) et enfin avec des systèmes MIMO précodés. Nous avons pu comparer les performances avec celles obtenues dans un canal de Rayleigh non-corrélé.