



**SOLUTIONS
COMMUNICANTES
SECURISEES**
PÔLE DE COMPETITIVITE MONDIAL

APOGEE

VERS DES RÉSEAUX CELLULAIRES ENCORE PLUS EFFICACES ET PERFORMANTS AU SERVICE DES UTILISATEURS

> LES OBJECTIFS

Contribuer à l'évolution du lien montant des futurs réseaux cellulaires 3GPP/LTE suivant deux axes :

- Proposition et étude de techniques avancées au niveau lien (définition de nouveaux modes de transmission et optimisation des algorithmes de réception) et au niveau système (optimisation des ressources spectrales),
- Evaluation et validation de solutions innovantes à l'aide d'une plateforme matérielle temps réel.

Le projet faisait suite au projet RNRT/OPUS (Optimisation des futures évolutions de l'UMTS) qui étudiait plus précisément la transmission en voie descendante du système 3GPP/LTE.

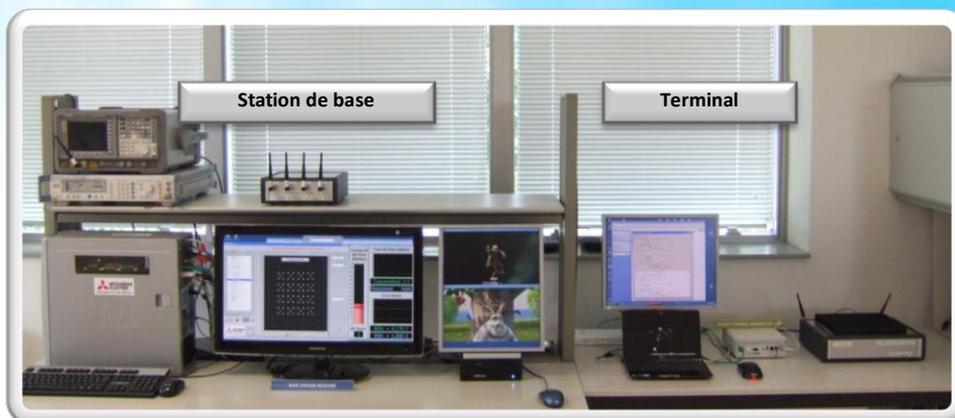
Le projet de recherche précompétitif APOGEE (Analyse et oPtimisatiOn des systèmes d'après 3ème GEnEratiOn) visait à proposer, étudier et valider sur plateformes logicielle et matérielle des techniques innovantes pour l'amélioration de la transmission en voie montante des réseaux cellulaires 3GPP Long-Term Evolution (LTE) dits de 4ème génération (4G). Le projet a commencé en février 2008 pour une durée totale de 26 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 900 k€ pour un coût global de l'ordre de 2200 k€.

> LES RETOMBÉES

- Plateforme matérielle exploitée dans de nombreux projets (CELTIC WINNER+, IST ARTIST 4G, IST BEFEMTO, ANR M3),
- De nombreuses solutions technologiques disponibles pour les constructeurs et les futures versions du standard LTE,
- Acquisition et renforcement de compétences sur les technologies clés des réseaux cellulaires - aide à la prise de décision pour l'opérateur historique,
- Briques technologiques,
- Acquisition d'expertise dans le développement de têtes RF MIMO.

> POINTS FORTS

- Une forte activité de recherche en support de la standardisation 3GPP/LTE : plus de 18 études au niveau lien et système et un support direct à 3 contributions au 3GPP,
- Une plateforme matérielle versatile pour l'évaluation de solutions 3GPP/LTE : transmission temps-réel à 2.5 bit/s/Hz à 2.6 GHz, et outil flexible pour l'évaluation temps réel de performances,
- Une plateforme de simulation logicielle de niveau lien flexible et performante,
- Une collaboration étroite et fructueuse,
- Une large dissémination : 39 publications internationales, 1 site Web et une démonstration de la plateforme aux conférences FNMS et CELTIC 2010.



> LES LIVRABLES

- 39 publications internationales dont 5 articles de journaux (GLOBECOM, ICC, ICASSP, PIMRC, VTC),
- 1 site Web (<http://www.openairinterface.org/node/54>)
- 1 plateforme de simulation,
- 1 démonstrateur temps-réel,
- De nombreuses briques technologiques logicielles et matérielles.





SOLUTIONS COMMUNICANTES SECURISEES

PÔLE DE COMPETITIVITE MONDIAL

> LES BRIQUES TECHNOLOGIQUES

Validée à l'aide du démonstrateur :

- Un schéma de codage canal de type Turbo Code duo-binaire (Orange Labs),
- Un schéma de codage canal de type LDPC quasi-cyclique (CEA-LETI),
- Le codage MIMO SC-SFBC à diversité de transmission sur 2 antennes (MERCE),
- Un algorithme de précorrections adaptatives des dégradations RF (TeamCast).

> EXEMPLES DE SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

- Diversité d'égaliseurs linéaires en MIMO SC-FDMA (EURECOM),
- Formation de voie optimale en OFDMA multicellulaire (SUPELEC),
- Solutions avancées d'ordonnement de paquets en présence de trafics hétérogènes (CEA-LETI),
- Méthode de prédiction des performances des récepteurs Turbo-SIC pour les simulations système (Orange Labs) dont l'étude a été poursuivie dans le projet ARTIST4G,
- Evolution de la technique SC-SFBC vers le schéma QO-SC-SFBC (MERCE),
- Optimisation et validation d'algorithmes de précorrections adaptatives (Teamcast).

> ILS PARLENT DU PROJET

« Pour le CEA-Leti, le projet a été l'occasion de proposer des solutions algorithmiques avancées tant au niveau de la couche physique qu'au niveau système. Ces solutions ont été validées au sein d'une plateforme matérielle multipartenaires. Cette dernière constituait un outil adapté pour réaliser des mesures de performance (aspect temps-réel), les comparer entre elles (configuration dynamique et flexible du schéma de transmission) et aussi évaluer rapidement de nouveaux schémas (plateforme reprogrammable). Les résultats issus du projet se sont avérés être une base solide pour la proposition ultérieure de futures évolutions du 3GPP/LTE (LTE-Advanced) au sein de nouveaux projets collaboratifs. »

Dimitri Kténas, chef du laboratoire Etude et Spécification de Systèmes de Communication au CEA-Leti

« Le projet APOGEE a permis à l'opérateur Orange de proposer des technologies prometteuses au sein du LTE et du LTE-A, permettant d'améliorer les débits de transmission et donc l'efficacité spectrale du système. L'opérateur a ainsi pu contribuer techniquement aux instances de normalisation du LTE-A en proposant de nouvelles technologies : turbo-code duo binaire, méthode de prédiction des performances des récepteurs avancés de type Turbo-SIC pour les simulations système, technique clustered DFT-s-OFDMA retenue pour la release 9 du standard. »

Rodolphe Legouable, France Telecom Orange

« Le projet APOGEE s'est notamment distingué par une production scientifique foisonnante qui alimentent désormais l'état de l'art et démontrent de ce fait que le projet APOGEE a bien atteint son objectif initial d'accompagner les efforts de recherche sur l'amélioration du système LTE. Au-delà des aspects techniques, le projet APOGEE a permis suite au projet OPUS de développer des liens privilégiés entre partenaires, tant industriels qu'académiques, avec pour conséquence la poursuite de ces collaborations dans d'autres projets. »

Amaud Bouttier, chef de projet à MERCE

> LE CONSORTIUM

- Porteur : MERCE (Mitsubishi Electric R&D Centre Europe)
- Entreprises : ORANGE-LABS, TEAMCAST
- EPIC: CEA-LETI
- Laboratoires de Recherche : EURECOM, SUPELEC

> PROJET FINANCÉ PAR

