

Fig. 6. Chaîne de traitement pour l'émission

La première partie consiste à moduler les données en symboles. Les symboles sont des phases et ils codent 1 ou 2 bits suivant le débit voulu (1 ou 2 Mbits/s). Un symbole vaut 0 où  $\pi$  quand il code 1 bit et il vaut 0,  $\pi/2$ ,  $\pi$  ou  $3\pi/2$  quand il code 2 bits. La modulation est différentielle, ce qui signifie que la phase d'un symbole est relative à celle du symbole précédent et non absolue. La deuxième partie reprend les symboles précédents, et duplique chacun 11 fois suivant la séquence de Barker suivante : 1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, -1, -1. Un 1 signifie que le symbole n'est pas modifié et un -1 signifie que le symbole est inversé.

Une fois la séquence de Barker appliquée, le débit des symboles est de 11 millions de symboles par seconde quel que soit le débit de données initial. Ces symboles sont ensuite transmis à un convertisseur analogique numérique. La figure 6 montre la chaîne de traitement pour l'émission. La chaîne de traitement pour la réception est similaire.

Le passage vers et depuis les signaux analogiques  $I$  et  $Q$  se fait grâce au composant MAX19713 qui est connecté via sa carte d'évaluation à la carte XUPV2P.

## V. EXPÉRIMENTATIONS

Les figures 7 et 8 présentent la mise en œuvre du prototype. Sur la figure 7, on peut distinguer l'environnement de développement Linux, les deux cartes XUPV2P, les modules RF Cypress, et des trames circulant sur l'oscilloscope. C'est l'environnement qui a été utilisé pour développer la couche MAC en lien avec le Linux d'un côté et le PLCP de l'autre.

La figure 8 montre les deux convertisseurs  $IQ$ , connectés en filaire, attaqués par les éléments matériels et logiciels implantant la couche PLCP, avec un symbole après étalement de spectre circulant sur les fils analogiques.

La totalité du développement des blocs matériels et logiciels s'effectue dans un environnement Linux, y compris la programmation des cartes.

## VI. CONCLUSION

Cet article illustre les possibilités qu'offrent les FPGA intégrant des processeurs : il est maintenant possible d'intégrer des systèmes complets réalisant des fonctions radio complexes couvrant la totalité de la transmission numérique. Ces systèmes incluent des aspects

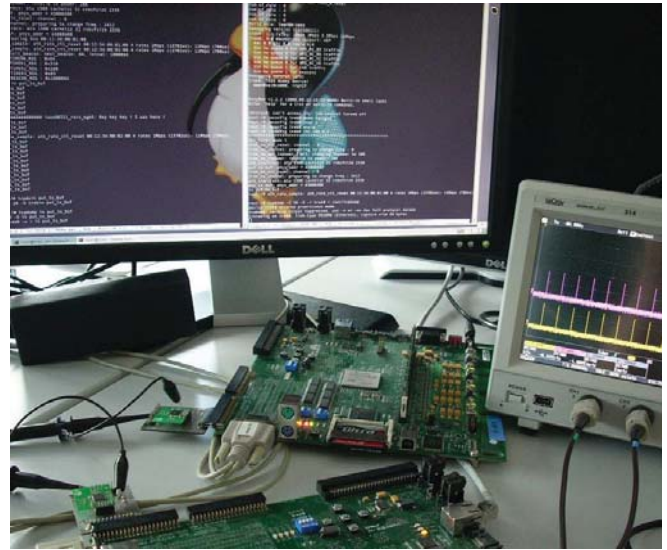


Fig. 7. Développement Linux/MAC/PLCP

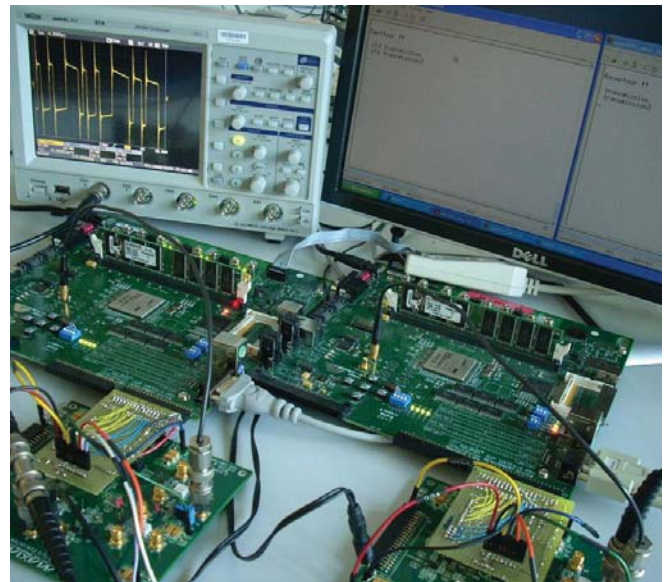


Fig. 8. Développement PLCP/PHY

logiciels, numériques et même analogiques à de faibles coûts, et les rendent ainsi tout à fait utilisables dans le cadre de travaux pratiques ou de projets d'intégration matériel/logiciel, de transmission numérique ou de réseau. Néanmoins, il est nécessaire de concevoir dès le départ ces plates-formes en ayant en tête le public visé, afin que l'investissement dans des développements aussi complexes et longs puisse effectivement être mis en œuvre par l'utilisateur final.