



TV NUMERIQUE MOBILE : DU DVB-T AU DVB-H

Gérard POUSSET, V.P. Marketing : Business Development chez DiBcom

Grâce à ses circuits de traitement de signal spécifiques, DiBcom propose une gamme de solutions pour la réception de la "TV Mobile". Sous ce vocable se cachent trois principaux secteurs d'applications pour la réception de la Télévision Numérique Terrestre (TNT) aux standards DVB-T ou DVB-H :

- *en voiture* : via un décodeur en "diversité" (deux antennes), jusqu'à des vitesses de 150 km/h pour les paramètres de modulation de la TNT française,
- *à la terrasse d'un café, dans son bureau,...* : soit sur son PC portable via des accessoires aussi petits que des clés mémoires USB, soit sur son écran LCD portable,
- *dans la rue, dans le bus,...* : sur son portable téléphonique grâce au circuit de démodulation conforme au nouveau standard DVB-H.

La mobilité en DVB-T et DVB-H dans les projets européens

La possibilité de recevoir la Télévision Numérique en situation de mobilité a été étudiée depuis 1998 dans de

nombreux projets européens tels VALIDATE, MOTIVATE, MCP, puis plus récemment avec la participation de DiBcom dans CONFLUENT, INSTINCT et WING_TV. Si les premiers tests semblaient limiter le DVB-T à des utilisations fixes, il s'est avéré progressivement au fil des années que la TV Numérique (TNT) mobile était finalement viable sans changer les paramètres de transmission, grâce notamment au traitement de signal spécifique ajouté par DiBcom dans ses circuits de démodulation.

La réception du DVB-T en environnement mobile

Le DVB-T Mobile dans la voiture

Afin de pouvoir compenser les effets négatifs provoqués sur la réception du signal DVB-T par un déplacement à vitesse rapide, un traitement de signal complémentaire a été intégré dans les circuits de démodulation DiBcom :

- positionnement dynamique de l'intervalle de garde,
- estimation rapide et précise du canal de transmission,

- compensation des interférences inter-symboles créées par l'effet Doppler (perte d'orthogonalité des signaux COFDM¹).

- contrôle automatique de gain (CAG) robuste, rapide et supportant de grande plages de variations de niveau de champ (> 70 dB), etc.

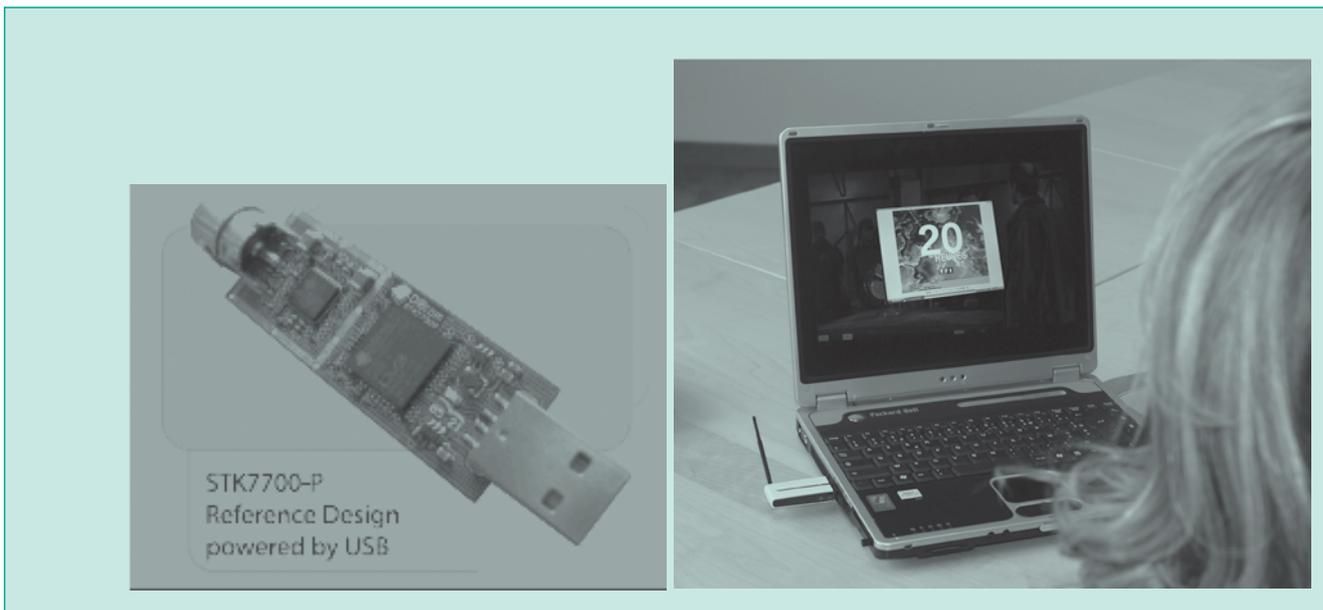
A toutes ces fonctionnalités nécessaires pour une réception correcte de la Télévision Numérique à vitesse élevée par un mono récepteur ("Single Receiver"), s'ajoute la possibilité de pouvoir cascader les circuits de démodulation en mode "Diversité". Ce mode consiste à combiner en bande de base, de manière optimale, les signaux reçus par plusieurs antennes afin de profiter de leur décorrélation. En UHF, une distance de 20 cm entre les antennes suffit pour assurer une bonne décorrélation. Le gain apporté par la diversité est très important : il peut atteindre 11 dB en sensibilité et doubler la fréquence Doppler supportée.

Le dernier chipset "DIB7000-M" développé par DiBcom atteint ainsi en DVB-T de très bonnes des performances en mobilité :



Le Kit "DEV700-D" et son intégration dans un récepteur à l'intérieur d'un véhicule.

¹ Voir encadré et pour plus de détails aller à l'adresse : <http://iphilgood.chez.tiscali.fr/Transmission/COFDM.htm>.



Grâce à STK7700P, il est possible de recevoir la TNT sur un PC portable.

- Pour le **mode allemand** (8k porteuses COFDM, modulation 16QAM, code convolutionnel 2/3, intervalle de garde 1/8, 11 Mbit/s), ce circuit permet de compenser jusqu'à 90 Hz (160 km/h pour une fréquence porteuse de 600 MHz) avec un mono récepteur et 130 Hz (230 km/h à 600 MHz) avec un double récepteur fonctionnant en mode diversité 2. De plus le gain en sensibilité apporté par la diversité est de l'ordre de 8 dB.

- Pour le **mode français** (8k porteuses COFDM, modulation 64QAM, code convolutionnel 2/3, intervalle de garde 1/32, 24 Mbit/s), l'avantage de la Diversité est encore plus spectaculaire dans la mesure où la réception mobile n'est tout simplement pas possible avec un mono-récepteur. Le niveau du rapport signal à bruit (C/N) du signal DVB-T reçu doit être au moins de 27 dB, ce qui dépasse les valeurs couramment présentes sur le terrain. Grâce à la Diversité, le C/N requis est compris, selon la vitesse, entre 20 dB et 25 dB. Il est alors possible, même en haut de la bande UHF, d'atteindre des vitesses de 150 km/h, tout en continuant à regarder la TV,... sur les sièges arrière évidemment.

Le dernier kit de développement "**DEV7000-D**" pour application automobile, développé par DiBcom, est une carte diversité, équipée de deux "front-end" à base de chips de démodulation DIB7000-M et de tuners silicium offrant un encombrement et une consommation minimaux. La consommation totale de cette carte est en effet inférieure à 1,3 Watts.

De nombreux clients asiatiques et

européens ont d'ores et déjà utilisé les circuits de démodulation "DIB7000-M" (ou la version précédente "DIB3000-M") dans des décodeurs de réception mobile pour utilisation en première monte ou seconde monte dans les automobiles.

Des mesures récentes effectuées dans la région parisienne montrent que la réception de la TNT est possible en voiture, avec une bonne qualité, dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres à partir de la Tour Eiffel et jusqu'à des vitesses dépassant largement les limites imposées par la sécurité routière.

Le DVB-T Portable

Grâce au circuit "**DIB3000-P**" disposant d'une interface de sortie spécifique, facilitant la connexion avec un circuit de conversion USB, la société DiBcom a été la première à proposer dès 2003, un récepteur DVB-T à sortie USB1, très compacte (de la taille d'un "memory stick" USB), donnant la possibilité de recevoir la TNT sur son PC en environnement portable, dans sa maison, à la terrasse d'un café, dans un parc, etc...

Le nouveau circuit "**DIB7700-P**" franchit une étape supplémentaire en intégrant complètement l'interface de sortie USB2 / USB1. Il est maintenant possible de développer un récepteur TNT portable avec seulement deux circuits :

- un tuner silicium offrant un faible encombrement et une consommation minimale,
- le circuit DIB7700-P, optimisé pour la réception TNT portable et délivrant le "Transport Stream" via l'interface USB.

La consommation du circuit de démodulation DIB7700-P est seulement de **150 mA** et la consommation globale du récepteur est inférieure à **300 mW**.

Ces récepteurs sont pour l'instant constitués d'une seule chaîne de réception, mais la diversité apporte aussi en environnement "indoor" un gain appréciable. Des mesures effectuées dans un appartement parisien couvert par le signal TNT émis par la Tour Eiffel, ont montré que la couverture passait de **67 %** avec un mono récepteur, à **95 %** avec un double récepteur en mode diversité.

La carte Diversité "**DEV7000-D**" déjà décrite dans le paragraphe précédent peut aussi être utilisée en réception portable "indoor" pour corriger efficacement les échos courts. Grâce à sa très faible consommation et son faible encombrement, elle peut s'intégrer facilement dans les nouveaux récepteurs TNT portables à base de petits écrans LCD (appelés communément PMP : **Portable Media Players**).

Du DVB-T au DVB-H :

Norme DVB-H

Afin de pouvoir recevoir la télévision Numérique sur des portables téléphonique, une nouvelle norme **DVB-H** a été créée. Elle se distingue essentiellement de la norme DVB-T par l'ajout des fonctionnalités suivantes :

- un codage supplémentaire dit "**MPE-FEC**" rendant la transmission plus robuste en environnement mobile, offrant un bon fonctionnement sur un mono récepteur portable, évitant ainsi l'utilisation d'antennes diversité non implantables dans le faible volume des portables téléphoniques,

TV NUMERIQUE MOBILE

- un mode de "Time Slicing" réduisant la consommation d'environ un rapport 10 : le récepteur ne consomme que quand il reçoit les données correspondant au service demandé,

- un mode supplémentaire "4k" offrant le meilleur compromis entre la mobilité (mode 2k) et la résistance aux échos (mode 8k)

La transformation d'une tête de réseau DVB-T en DVB-H est donc simple et peu coûteuse.

Les applications en DVB-T et DVB-H sont par nature différentes. Le DVB-T est optimisé pour recevoir sur un grand écran 4 ou 5 programmes TV, codés à 4-5 Mbit/s, transmis en MPEG2 dans un flux multiplexé d'une vingtaine de Mbit/s.

Le DVB-H convient à une réception sur petit écran d'une trentaine de programmes codés à 250-300 kbit/s transmis en MPEG4 sur IP dans un flux d'environ 10 Mbit/s.

Il est à noter que le DVB-H est nettement plus performant que des systèmes concurrents tels l'ISDB-T (Japonais) ou le T-DMB (Coréen). Le T-DMB a par exemple une consommation supérieure au DVB-H dans la mesure où il n'implémente pas le mécanisme de "Time Slicing". D'autre part, la bande passante du T-DMB est seulement de 1,5 MHz (au lieu de 8MHz max en



Grâce au DIB7000-H, il est désormais possible de regarder la TV sur PDA.



La carte Diversité "DEV7000-D" peut s'intégrer facilement dans les nouveaux récepteurs TNT portables à base de petits écrans LCD.

DVB-H), ce qui limite de manière drastique le nombre de canaux transmissibles et augmente en conséquence les coûts d'infrastructure à service égal.

Par ailleurs le DVB-H est extrêmement flexible, puisque des essais ont prouvé qu'il pouvait fonctionner aussi bien en bande L (~1,5 GHz) qu'en UHF ou VHF. Les premières applications du DVB-H aux Etats-Unis sont d'ailleurs prévues en bande L.

Enfin la bande passante du DVB-H est elle aussi très flexible. Outre les bandes normalisées, 5MHz (US), 6 MHz, 7MHz et 8 MHz, il est aussi possible de réduire la bande à 3 MHz, voire 1.5 MHz afin de diffuser le DVB-H dans les canaux libérés par le DAB.

Le circuit de démodulation DVB-H DiBcom

DiBcom a présenté le "DIB7000-H", son circuit de démodulation DVB-H, en première mondiale au 3GSM à Cannes début 2005. Depuis il a été intégré dans des prototypes de téléphones portables de fabricants majeurs qui ont été montrés dans de nombreux salons (CeBit, CES, IFA, IBC).

Ce circuit a aussi été associé à un tuner silicium sur une carte à interface de sortie "SDIO" destinée à être insérée dans un PDA. Cette carte est utilisée dans de nombreux réseaux de tests à travers le monde afin d'évaluer les performances du DVB-H en environnement réel.

Les performances du circuit "DIB7000-H" en environnement mobile présentent les caractéristiques suivantes :

- La fréquence Doppler maximale

(130 Hz) est aussi bonne avec un mono-récepteur DVB-H qu'avec un récepteur Diversité DVB-T.

- L'amélioration de la sensibilité est de 3 à 7 dB par rapport à celle d'un mono récepteur DVB-T.

- La consommation du démodulateur est seulement de 20 mW en mode DVB-H, ce qui associé aux 30 mW du tuner silicium donne une consommation globale du récepteur DVB-H de l'ordre de 50 mW (nettement inférieure aux 200 mW d'un récepteur T-DMB).

Ces performances sont référencées comme "*proven performances*" dans le "DVB-H implementation Guidelines".

Conclusion

Grâce à la gamme de circuits DiBcom, la Télévision Numérique Mobile et Portable en DVB-T et DVB-H n'est pas un rêve futuriste, mais une réalité tangible.

Les enfants peuvent continuer à suivre leurs émissions préférées à l'arrière de la voiture pendant qu'ils sont emmenés à l'école. Arrivé à votre bureau, il est possible de jeter un œil sur les résumés filmés des matchs de foot de la veille sur votre PC portable grâce à un stick USB, équipé d'un circuit de démodulation TNT. Le midi à la terrasse du café, on peut suivre les derniers matchs de Roland Garros sur son LCD portable.

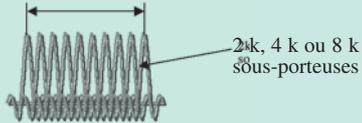
Et très bientôt, les enfants regarderont leurs clips préférés sur un portable téléphonique en DVB-H...

Le COFDM en Bref

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) :

Multiplex Fréquentiel de sous porteuses orthogonales entre elles, de telle façon que le spectre fréquentiel de chacune des sous porteuses n'interfère pas avec les autres (le maximum de chacune des sous porteuses coïncide avec les zéros de toutes autres sous porteuses).

8 MHz, 7 MHz, 6 MHz ou 5 MHz



Symbole OFDM

Ensemble des informations contenues dans le multiplex des sous porteuses (au nombre de 2k, 4k ou 8k selon le mode) pendant la durée symbole.

Modulation QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

Composée de deux modulations d'amplitude en quadrature.

Une modulation efficace transporte le maximum de bits par symbole :

La modulation 64QAM a une efficacité spectrale 3 fois plus importante que celle de la modulation QPSK, mais est en contre partie beaucoup moins robuste.

Code Convolutif :

Lie un bit à plusieurs bits précédents de manière à créer une redondance pour retrouver la valeur du bit émis en cas de perturbation.

Le codage convolutif utilisé dans les DVB-T / DVB-H est un code de Viterbi qui génère deux bits en sortie pour un bit à l'entrée (on parle de code 1/2) La valeur des deux bits est alors fonction des six bits précédents.

Poinçonnage :

Réduit le débit après codage convolutif.

Par exemple pour le "Code Rate" CR=3/4, sur 6 bits en sortie de codage, seuls 4 sont transmis, dont trois sont des bits d'information et 1 est un bit de codage. Le débit utile est égal au 3/4 du débit transmis .

Dans le DVB-T et le DVB-H on utilise au choix les **CR1/2, 2/3, 3/4, 5/6 ou 7/8**. Les deux derniers sont très peu utilisés car ils apportent peu de protection.

Constellation QPSK	Constellation 16QAM	64QAM
2 bit/symbole	4 bit / symbole	6 bit / symbole
~8 Mbit/s dans 8MHz	~16 Mbit/s dans 8 MHz	~24 Mbit/s dans 8 MHz

Temps de garde :

Zone tampon insérée entre chaque symbole transmis pour limiter l'interférence inter symbole provoquée par les multitrajets ou les émetteurs lointains isofréquences.

Les temps de garde possibles dans le DVB-T et le DVB-H sont **Tu/4, Tu/8, Tu/16 et Tu/32**, où Tu est la durée utile du symbole OFDM.

Débit disponible en fonction des paramètres de modulation DVB-T / DVB-H

Le débit offert dans une bande de 8MHz, par chacune des combinaisons des paramètres de modulation DVB-T ou DVB-H est donné dans le tableau ci-dessous extrait de la spécification ETSI EN300744 :

Table 17: Useful bitrate (Mbit/s) for all combinations of guard interval, constellation and code rate for non-hierarchical systems for 8 MHz channels (irrespective of the transmission modes)

Modulation	Code rate	Guard interval			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	13,27	14,75	15,61	16,09
	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
64-QAM	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

Modulation COFDM