

# Les jeux de circuits et les modules Bluetooth

*Les chipsets et les modules Bluetooth n'ont aujourd'hui plus grand rapport avec leurs aînés, « vieux » de quelques années. Leur niveau d'intégration supérieur résulte notamment d'architectures optimisées, de la montée en fréquence du Cmos, des techniques d'empilage de puces et d'enfouissement des composants passifs.*

**A**nnoncé avec fracas, Bluetooth était supposé être la technologie de choix pour assurer à moindre coût la convergence des communications sans fil et de l'informatique. Bluetooth devait, à brève échéance, coloniser nos radiotéléphones cellulaires, nos assistants personnels, nos PC et leurs périphériques... Depuis, tous les analystes ont revu leurs optimistes estimations à la baisse et la déferlante annoncée sera plus tardive qu'escomptée. De fait, le nombre de jeux de circuits Bluetooth vendus à ce jour est à bonne distance des chiffres mirifiques prophétisés il y a quelques années. A la réflexion, le contraire eût été étonnant car, comme toute technologie émergente, Bluetooth a pâti de ses défauts de jeunesse. Et dans ce domaine, le sujet qui fâche a trait à l'interopérabilité discutable entre équipements de marques différentes, mais néanmoins tous estampillés du logo Bluetooth.

Car un sous-système Bluetooth reste complexe et met en jeu une partie matérielle spécifique, une

pile de protocoles, des profils, des pilotes pour le système d'exploitation, un applicatif. Toutes sources potentiellement créatrices de dysfonctionnements. Et si le groupe d'intérêt spécifique (SIG, Special interest group) Bluetooth, s'assure qu'une implantation est techniquement conforme, il ne peut en revanche garantir l'interopérabilité lorsqu'il certifie un produit.

Sans évoquer les aléas liés aux piles de protocoles développées par des sociétés distinctes, la seule gestion des profils, ceux-là même qui ont été définis pour garantir un haut niveau d'interopérabilité, a été source de conflits. A l'usage, il s'est avéré que le protocole de recherche de services (SDP, Service discovery protocol) et la notion de profil étaient des éléments ardues à appréhender.

Depuis, la norme 1.1, avalisée début 2001, a levé les ambiguïtés qui parsemaient la version originelle, et si les soucis de compatibilité n'ont pas été éradiqués, l'horizon s'est globalement bien éclairci. Les nombreuses « Unplugfests », ces réunions



**Les modules radio et bande de base « Simply Blue » de National Semiconductor embarquent pile complète et profils Bluetooth, ainsi qu'un interpréteur de commandes de haut niveau. Le LMX9820, premier élément de la famille, est un module blindé dont les dimensions sont de 14x10,1x1,9 mm.**

organisées sous l'égide du SIG qui permettent aux développeurs de tester l'interopérabilité et la compatibilité de leurs produits, y sont également certainement pour quelque chose.

## La cohabitation au centre des préoccupations

Sur la bande ISM (Industrielle, scientifique, médicale) libre de droits des 2,45 GHz, décidément bien encombrée, la cohabitation avec Wi-Fi (IEEE 802.11b) s'est révélée problématique. Avec à la clé des pertes de paquets et des chutes de débit de données significatives.

La version 1.2 de Bluetooth, en phase finale de test à l'heure où nous écrivons ces lignes, tient compte des problèmes rencontrés sur le terrain en introduisant la technique dite de saut de fréquence adaptatif (AFH, adaptive frequency hopping). Sommairement, AFH consiste à ajuster la séquence de saut de fréquence de Bluetooth afin d'éviter les canaux encombrés. Cependant, lorsque Wi-Fi et Bluetooth cohabitent dans un même équipement, le risque de saturation des frontaux de réception, par effets de couplage sur la carte et entre antennes, reste entier. De fait,



**Le MK70215 d'Oki: un module CMS classe 2 avec 384 Ko de Rom masquée et disposant d'interfaces Uart et PCM.**

même boîtier, selon les stratégies privilégiées par les fabricants.

Le circuit radio, soit un émetteur-récepteur RF associé à un modem GFSK, a bien évolué au fil des ans afin de remplir les exigences de coût et d'encombrement de Bluetooth. Son niveau d'intégration appréciable a pour effet de limiter de façon drastique le nombre des composants environnants. Trouvent ainsi place sur la puce: LNA, VCO avec ses éléments d'accord, synthétiseur de fréquence (parfois fractionnaire), filtre de canal, etc. Nombreux sont ceux qui ajoutent à cette liste le

commutateur Rx/Tx.

Une architecture à conversion directe (ou à FI zéro ou homodyne) du signal RF en bande de base côté réception, et inversement côté émission, semble tout bénéfique. Elle permet de faire l'économie de la circuiterie normalement réclamée par une

chaîne de traitement analogique en fréquence intermédiaire, mais aussi de s'affranchir du phénomène des fréquences images. Cependant, la conversion directe est de mise en œuvre délicate et ceux qui l'ont adoptée se comptent à peine sur les doigts d'une main.

Les inconvénients majeurs inhérents à cette architecture sont en effet bien connus: bruit en  $1/f$ , sensibilité et phénomènes d'auto-mélange liés à l'injection sur l'accès antenne de fuites provenant de l'oscillateur local. Un signal parasite qui est amplifié et qui se recompose avec ce même oscillateur local pour générer une composante continue indésirable, susceptible de saturer les étages de filtrage et d'amplification en aval.

En conséquence, la grande majorité des sociétés a opté pour une architecture hétérodyne avec une fréquence intermédiaire suffisamment basse (dite «proche de zéro»), afin de réaliser intégralement le filtrage de canal en interne et, ainsi, éviter l'utilisation d'un filtre à ondes acoustiques de surface (SAW). Le mélangeur à réjection de fréquence image apporte alors le

surcroît de sélectivité demandé. Les circuits radio disponibles sur le marché sont en BiCmos silicium (Philips, Motorola) ou SiGe (Skyworks, Toshiba), mais la tendance est de migrer vers un procédé Cmos plus économique, jugé toutefois moins performant par ses détracteurs. Notons l'approche atypique d'Austriamicrosystems qui, dans son Celex, fait cohabiter deux puces. Le frontal RF (LNA, PA, mélangeurs, VCO) est en SiGe, pour des performances optimales, tandis que le bloc de modulation-démodulation se satisfait d'un Cmos classique et peu coûteux. L'architecture est ici à conversion directe en émission (les signaux bande de base en I/Q sont directement mélangés à 2,4 GHz) et à FI basse en réception.

Pour les applications exigeant une portée aux alentours de 100m en espace libre, l'émetteur-récepteur se verra adjoindre un amplificateur de puissance classe 1. Ce dernier sera apte à délivrer un peu plus que les 100mW (+20 dBm) max. demandés, et ce afin de compenser les pertes dans le filtre et le commutateur d'antenne. Un marché des PA sur lequel le canadien SiGe Semiconductor s'est taillé de beaux succès.

## Une pile de protocoles partitionnée

Pour la partie bande de base, la solution préférentielle consiste à faire appel à un bloc de traitement du signal et à un processeur de type Risc, souvent un Arm7. Soit un cœur suffisamment puissant pour faire tourner, si besoin est, une application Bluetooth complète sans aucune aide extérieure.

Un juste équilibre doit être trouvé entre une implantation matérielle ou logicielle des fonctions. Les paramètres qui entrent en jeu sont relatifs au nombre de portes (donc au silicium «consommé»), aux ressources en Mips (ce qui conditionne la fréquence du cœur et par suite la consommation) et à la flexibilité. A cet égard, aussi tentante qu'elle soit, une fonction réalisée en logiciel reste gourmande en énergie. Et ce dans la mesure où toute routine requiert un accès mémoire, un décodage et une exécution d'ins-

*Suite p.91*

quelques sociétés comme Mobilian ou le tandem Silicon Wave et Intersil ont proposé des approches collaboratives (les deux systèmes échangent des informations par le biais d'un canal de signalisation) afin d'envisager la cohabitation sous les meilleurs auspices.

Enfin, le coût des équipements a constitué un écueil à l'expansion de Bluetooth. On a longtemps évoqué un jeu de circuits à 5\$ comme facteur de réussite. Présentement, cet objectif est atteint pour les marchés de masse comme celui de la radiotéléphonie cellulaire. Les offres de quelques sociétés sont même à ce jour plus proches de 4\$ que de la barrière symbolique et arbitraire indiquée. Encore faut-il savoir ce que l'on a réellement pour un prix aussi modeste: une version monoboîtier avec microcode jusqu'au niveau HCI en Rom. A cette somme, il convient d'ajouter le prix de l'antenne et des composants annexes ainsi que celui du logiciel.

## En RF la conversion directe reste marginale

La partie matérielle de Bluetooth requiert une radio avec son antenne, un processeur de traitement en bande de base et de la mémoire. Tous éléments indépendants ou réunis dans un

### A.- Quelques données sur Bluetooth (v.1.1)

Bande de fréquences	2,402 à 2,480 GHz
Technique d'étalement de spectre	FHSS (1 600 sauts/s)
Nombre de canaux	Jusqu'à 79 canaux espacés de 1 MHz
Précision sur la fréquence centrale	$\pm 75$ kHz
Type de modulation	GFSK (BT=0,5)
Indice de modulation	Entre 0,28 et 0,35, correspondant à une déviation de fréquence de $\pm 140$ à $\pm 175$ kHz
Débit brut	1 Mbit/s
Mode duplex	TDD
Débit de données max.	En mode asynchrone (ACL) asymétrique: 723,2 kbits/s et 57,6 kbits/s (voie de retour). En mode asynchrone symétrique: 433,9 kbits/s
Codage de la voix	CVSD/PCM (64 kbits/s), en mode synchrone (SCO)
Puissance maximale en émission	Classe 3: 1 mW (0 dBm) Classe 2: 2,5 mW (+ 4 dBm) Classe 1: 100 mW (+ 20 dBm) avec contrôle de puissance au-dessus de + 4 dBm.
Sensibilité en réception	- 70 dBm pour un TEB de $10^{-3}$
Topologie de réseau	Point-à-point ou de point-à-multipoint sur une base maître-esclaves. Un maître et jusqu'à 7 esclaves actifs dans un picoréseau ou piconet. Plusieurs piconets forment un scatternet.

## I.- Jeux de circuits pour Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Fonction	Technologie	Alimentation	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Processeur	Mémoire	Interfaces	Boîtier et dimensions (mm)
Atmel	T7023	Amplificateur de puissance	SiGe	2,7 à 4,6 V	1	NA	NA	NA	NA	QFN-16
	T7024	Frontal RF	SiGe	2,7 à 4,6 V	1	NA	NA	NA	NA	QFN-20/SSOP-20/ Flip Chip
	T7025	Amplificateur de puissance	SiGe	2,7 à 4,6 V	1	NA	NA	NA	NA	QFN-16
	AT76C552	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,21 µm	1,8 V (cœur)/ 3,3 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram	PCMCIA/CF	FBGA (11 x 11), TQFP (24 x 24)
	AT76C553/ AT76C554 -1-0Z144	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,21 µm	1,8 V (cœur)/ 3,3 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram	USB ou Uart, PCM	BGA-144 (12 x 12)
	AT76C553/ AT76C554 -2-0Z082	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,21 µm	1,8 V (cœur)/ 3,3 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram	USB ou Uart, PCM	BGA-82 (9 x 9)
	AT76C553/ AT76C554 -3-0Z082	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,21 µm	1,8 V (cœur)/ 3,3 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram, 4 Mbits Flash	USB ou Uart, PCM	BGA-82 (9 x 9)
Austriamicro-systems	AS3952	Transceiver RF	SiGe 0,8 µm, Cmos 0,35 µm	3 V typ.	2 et 3	- 90 dBm	NA	NA	BlueRF	-
Broadcom	BCM2002	Transceiver RF	Cmos 0,35 µm	3 V	2 et 3	- 80 dBm	NA	NA	BlueQ	LCSP (6 x 6)
	BCM2035	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 à 3,6 V	2 et 3	- 90 dBm	8051	Rom	Uart, USB, PCM, GPIO	LCSP (5 x 6), WSCSP (4 x 5), fpBGA (9 x 9)
	BCM2040	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 à 3,6 V	2 et 3	- 86 dBm	8051	Rom	Interface directe avec les contrôleurs clavier et souris (classiques ou optiques)	fpBGA (8 x 8)
CSR (Micro Puissance)	BC212013/ BC212015	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V	2 et 3	- 83 dBm	Risc 16 bits	32 Ko Ram, flash externe (8 Mbits max.)	Uart ou Uart + USB, PCM, GPIO, SPI	FBGA (6 x 6 x 1 ou 8 x 8 x 1), LFBGA (10 x 10 x 1,4), LGA (6 x 6 x 0,65)
	BC213143A	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V	2 et 3	- 84 dBm	Risc 16 bits	32 Ko Ram, 4 Mbits Rom	Uart, USB, PCM, GPIO, SPI	VFBGA (6 x 6 x 1), CSP (4 x 4 x 0,7)
	BC213159A	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V	2 et 3	- 83 dBm	Risc 16 bits	32 Ko Ram, 4 Mbits Rom	Uart, USB, PCM, GPIO, SPI	VFBGA (6 x 6 x 1), LFBGA (10 x 10 x 1,4)
	BC215159A/ BC219159A	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V	2 et 3	- 83 dBm	Risc 16 bits	32 Ko Ram, 4 ou 8 Mbits Flash	Uart, USB, PCM, GPIO, SPI	TFBGA (6 x 6 x 1,2), LFBGA (10 x 10 x 1,4)
	BC313143A	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V	2 et 3	- 83 dBm	Risc 16 bits	32 Ko Ram, 4 Mbits Rom	Uart, USB, PCM, GPIO, SPI	VFBGA (6 x 6 x 1), LFBGA (10x10x1,4), CSP
	BC358239A	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V	2 et 3	- 84 dBm	Risc 16 bits + DSP 24 bits 32 Mips	32 Ko Ram, 8 Mbits Flash	Uart, USB, GPIO, SPI, PCM/I <sup>2</sup> S/SPDIF	LFBGA-96 (10 x 10 x 1,4)
Flextronics - BrightCom	BIC2102	Contrôleur de bande de base	Cmos	1,8 V (cœur)/ 3 V (E/S)	NA	NA	Risc 32 bits Arc3 28 Mips	144 Ko Ram	Uart, USB, PCM, GPIO, I <sup>2</sup> C/SPI, Jtag	BGA (10 x 10)
Fujitsu	MB15C801	Transceiver RF	Cmos 0,25 µm	2,35 à 2,65 V	2 et 3	- 82 dBm	NA	NA	-	BCC32 (5 x 5)
GCT Semi-conductor	GDM1002	Transceiver RF	Cmos	2,7 V/3 ou 3,3 V (E/S)	2 et 3	- 90 dBm	NA	NA	BlueRF	QFN-40 (6 x 6)
	GDM1202	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V (cœur)/ 3 ou 3,3 V (E/S)	NA	NA	Risc 32 bits propriétaire	128 Ko max. Ram, Flash externe	Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> S, SPDIF, BlueRF	FPBGA-144 (10 x 10), LQFP-144 (20 x 20)
Infineon Technologies	PMB8752 / PMB8754	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,13 µm	1,9 à 3,6 V	2 et 3	- 90 dBm	Arm7	Rom/Flash	Uart, USB, PCM	VQFN-48 (7 x 7), LGA-56 (5 x 5)

## Observations

Puissance de sortie de +23 dBm, contrôle analogique de puissance.

Réunit un PA (+23 dBm typ.) à fort rendement, un LNA (19 dB de gain, facteur de bruit de 2,1 dB) et un commutateur Rx/Tx à diode Pin.

Puissance de sortie de +23 dBm typ., contrôle numérique de puissance.

Possibilité d'embarquer la puce basse (par défaut) ou haute (sur demande).

Idem ci-dessus.

Idem ci-dessus.

Idem ci-dessus.

«Celex». Deux puces. Future version avec frontal RF en SiGe 0,35 µm.

Conçu pour s'interfacer directement avec les jeux de circuits MSM de Qualcomm pour le CDMA.

Supporte les topologies scatternet.

Inclut les profils HID pour claviers et souris. Toute électronique supplémentaire superflue.

«BlueCore2-External».

«BlueCore2-Rom». Pile Bluetooth HCI standard en Rom.

«BlueCore2-Audio». Codec audio linéaire 15 bits.

«BlueCore2-Flash». Codec audio linéaire 15 bits. La version LFBGA inclut balun et filtre.

«BlueCore3-Rom» pour Bluetooth v1.2. Consommation réduite par rapport à BlueCore2. Pile embarquée jusqu'à HCI ou RFCOMM.

«BlueCore3-Multimedia» pour Bluetooth v1.2. Codec audio stéréo 16 bits. DSP (Kalimba) dédié audio.

Interface RF programmable compatible BlueRF.

Architecture à conversion directe.

Hybride Risc et DSP 24 bits (PICOII). CNA audio stéréo 16 bits.

«BlueMoon Universal». Firmware en Rom ou en Flash. Échantillonnés en janvier 2004 pour le standard Bluetooth 1.2.

Suite page 92

tructions. De ce fait, un bon compromis consiste souvent à confier les tâches répétitives, à temps critique et figées à un bloc matériel. De surcroît, par ce biais, la portion de code stockée en mémoire est minimisée. Cette mémoire, interne ou externe, associée au processeur de bande de base sera de type Rom ou flash, selon que l'on privilégie le coût ou l'évolutivité.

Différents types d'applications sont envisageables, embarquées ou non, ce qui va se traduire par une répartition différente des éléments constitutifs d'une pile Bluetooth. Généralement, le contrôleur de bande de base supporte les couches basses des protocoles Bluetooth, tandis qu'un processeur externe fait tourner la pile haute et l'applicatif. Par l'intermédiaire du HCI (Host controller interface), le processeur hôte accède au sous-système Bluetooth avec lequel il échange des données. Cela peut se faire au travers d'un Uart ou d'un port USB. Dans un tel scénario, un pilote HCI est implanté dans la machine hôte.

La pile basse englobe le contrôleur de lien (Link controller), qui travaille de concert avec l'unité bande de base afin de construire les paquets et les synchroniser, le protocole de gestion de lien ou LMP (Link manager protocol), qui gère la communication entre les unités Bluetooth (initialisation, authentification et configuration des liaisons), ainsi que le HCI. Les protocoles de la pile haute incluent le côté hôte du pilote HCI et la couche de contrôle et d'adaptation de lien logique ou L2CAP (Logical link control and adaptation protocol). L2CAP permet l'interaction avec les applications et ses opérations de base consistent en un multiplexage des protocoles, une segmentation et un réassemblage des paquets. Les protocoles s'interfaçant avec L2CAP sont le protocole de recherche de services SDP, qui identifie les services offerts par les appareils Bluetooth environnants, et RFCOMM en charge de l'émulation d'un port série RS-232. Quant à TCS Binary (Telephony control protocol specification), il définit les signaux de contrôle pour l'établissement des appels voix ou données entre les unités Blue-

tooth. Au-dessus de RFCOMM, se situe notamment OBEX (Object exchange protocol), un protocole emprunté à IrDA, pour l'échange de documents divers (carte de visite, répertoire, agenda...).

Dans l'hypothèse où le processeur hôte et le processeur de bande de base ne font qu'un, les couches HCI peuvent disparaître.

### L'attrait du monolithique

Pour offrir une solution matérielle Bluetooth classes 2/3 complète, plusieurs combinaisons sont imaginables afin de réunir ou non les fonctions RF et bande de base/microcontrôleur : composants différenciés, circuit Cmos monolithique, boîtier multipuce.



Un lecteur de codes-barres sans fil original développé par Baracoda. A l'intérieur, un module Bluetooth basé sur le BlueCore2 de CSR.

Et, dans ce domaine, chacun prêche naturellement pour sa paroisse.

La solution monopuce Cmos semble, de prime abord, la plus intéressante d'un point de vue économique ou de l'encombrement, voire de la consommation. Naguère chasse gardée des start-up comme le précurseur CSR (Cambridge Silicon Radio), cette voie a été suivie par les ténors que sont Texas Instruments, Infineon ou Broadcom. L'attrait de cette approche est qu'elle permet d'une part d'expurger les blocs d'E/S redondants et d'autre part de réduire le coût de l'encapsulation.

Cependant, de nombreux protagonistes comme Philips, National Semiconductor ou Motorola voient de multiples intérêts à séparer les fonctions RF et bande

de base. Par ce biais, il est en effet concevable de bénéficier du meilleur des technologies pour la RF (souvent en BiCmos) et pour la partie de traitement numérique en bande de base qui, de son côté, se satisfera pleinement d'un procédé Cmos. Quant à la dégradation possible des performances radio, du fait de la cohabitation de la RF avec le numérique, elle est minimisée. En outre, les fabricants font état de meilleurs rendements en production, un procédé RF Cmos étant à cet égard moins avantageux qu'un Cmos éprouvé. Concrètement, cela sous-entend que lorsque l'on adopte une démarche monopuce, si le sys-

tème radio ne passe pas le programme de test, c'est la puce entière qui est mise au rebut.

Un autre atout à ce partitionnement des fonctions est qu'un transceiver Bluetooth générique peut être développé. Un circuit ou une puce auquel on accolera, selon le marché visé, différents processeurs de bande de base (par exemple un circuit avec codec pour les applications audio), ou un processeur de nouvelle génération tirant profit d'une géométrie plus fine. Enfin, pour conserver une empreinte modeste sur la carte, il suffit de recourir à l'empilage de puces. Le boîtier multipuce est alors tout au plus un peu plus épais que de coutume.

Ajoutons par ailleurs que la vocation ou l'intérêt immédiat de

Suite p.93

## I.- Jeux de circuits pour Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Fonction	Technologie	Alimentation	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Processeur	Mémoire	Interfaces	Boîtier et dimensions (mm)
Infineon Technologies	PMB8760	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,25 µm	3 à 3,75 V ou 2,5 à 2,8 V	2 et 3	- 84 dBm	Propriétaire	Rom, flash externe	Uart, PCM	LFPGA-81 (7 x 7)
	PMB8761	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,25 µm	2,5 à 2,9 V	2 et 3	- 87 dBm	Propriétaire	Rom	Uart, PCM	VQFN-48 (7 x 7)
ISSI (Sildesign)	IS11LV3100	Contrôleur de bande de base	Cmos	2,5 V typ.	NA	NA	Risc 32 bits	Ram	Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> C, Parallèle (PCMCIA/CF), 24 GPIO, BlueRF	LQFP-80 (8 x 8 x 1,4), TFBGA-81
	IS11LV3101	Contrôleur de bande de base	Cmos	2,5 V typ.	NA	NA	Risc 32 bits	Ram	Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> C, 24 GPIO, BlueRF	LQFP-80 (8 x 8 x 1,4), TFBGA-81
	IS11LV5010	Transceiver RF	Cmos	2,5 V typ.	2 et 3	- 80 dBm	NA	NA	BlueRF	QFN-48 (7 x 7 x 1)
KC Technology	KC2680A	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V/3,3 V	NA	NA	CPU 8 bits	32 Ko Rom	USB 2.0, Uart, PCM, GPIO	VFBGA (7 x 7 x 1 ou 5 x 5 x 1)
	KC6101-C	Circuit radio & bande de base	BiCmos SiGe, Cmos	1,8 V/3,3 V	2 et 3	- 85 dBm	CPU 8 bits	Rom	USB 2.0, Uart, PCM, GPIO	VFBGA (9 x 6,15 x 1 ou 8,5 x 5,3 x 1)
Maxim	MAX2240	Amplificateur de puissance	Bipolaire	2,7 à 5 V	1	NA	NA	NA	NA	UCSP (1,56 x 1,56)
	MAX2242	Amplificateur de puissance	Bipolaire	2,7 à 3,6 V	1	NA	NA	NA	NA	UCSP (2 x 1,5)
	MAX2244/2245/2246	Amplificateurs de puissance	Bipolaire	3 à 3,6 V	1	NA	NA	NA	NA	UCSP (1,52 x 1,52)
Microtune (Axess Technology)	MT0750/MT0755	Circuit radio & bande de base	Boîtier multipuce	2,6 à 3,2 V	2 et 3	- 78 dBm	8051 (8 ou 12 MHz)	64 ou 128 Ko flash, 4 Ko Ram	Uart, SPI, 28 ou 32 GPIO, Jtag	BGA-64 ou BGA-81 (8 x 8 x 1,4)
	MT0760/MT0765	Circuit radio & bande de base	Boîtier multipuce	2,6 à 3,2 V	2 et 3	- 78 dBm	8051 (8 ou 12 MHz)	64 ou 128 Ko flash, 4 Ko Ram	Uart, USB, SPI, 28 ou 32 GPIO, Jtag	BGA-64 ou BGA-81 (8 x 8 x 1,4)
Motorola	MC13180	Transceiver RF	BiCmos	2,5 à 3,1 V	2 et 3	- 85 dBm	NA	NA	SPI	QFN-48 (7 x 7)
	MC71000	Contrôleur de bande de base	Cmos	1,65 à 1,95 V (cœur) / 1,8 à 3,3 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram, 256 Ko Rom	Uart, SPI, SSI, 27 GPIO, Jtag	MAPBGA-100 (7 x 7 x 1,35)
	MC72000	Circuit radio & bande de base	BiCmos 0,35µm, Cmos 0,18 µm	2,5 à 3,1 V (RF) / 1,65 à 1,95 (BB)	2 et 3	- 85 dBm	Arm7TDMI	64 Ko Ram, 256 Ko Rom	Uart, SPI, SSI, 27 GPIO, Jtag	MAPBGA-100 (7 x 7 x 1,6)
	MRFC2408	Amplificateur de puissance	-	2,7 à 3,6 V	1	NA	NA	NA	NA	QFN-12 (3 x 3 x 1)
National Semiconductor	LMX5100	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,25 µm	2,5 V	NA	NA	CR16 (NSC)	Flash	Uart, USB, PCM	CSP-48 (7 x 7)
	LMX5251	Transceiver RF	Cmos 0,25 µm	2,75 à 3,5V	2 et 3	<- 82 dBm	NA	NA	Série	MLF-48
	CP3BT13	Microcontrôleur & processeur bande de base	Cmos 0,18 µm, Cmos 0,25 µm	3 V typ.	2 et 3	NA	CR16 (NSC)	256 Ko Rom, 256 Ko flash programmes et 8 Ko flash données, 10 Ko Ram	USART (LIN), USB, CAN 2.0B, I <sup>2</sup> C, SPI	CSP-48, LQFP-100
	CP3BT26	Microcontrôleur & processeur bande de base	Cmos 0,18 µm, Cmos 0,25 µm	3 V typ.	2 et 3	NA	CR16 (NSC)	256 Ko Rom, 256 Ko flash programmes et 8 Ko flash données, 10 Ko Ram	USART (LIN), 2 CAN, 4 USB, 2 x I <sup>2</sup> C, SPI	LQFP-128, LQFP-144
Oki	ML7055	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	2,7 à 3,6 V (analog.) / 1,65 à 1,95 V (num.)	NA	NA	Arm7TDMI	176 Ko Rom masquée, 24 Ko Ram	Uart, PCM, GPIO	TFBGA-64 (7 x 7 x 1,2), LFPGA-84 (9 x 9 x 1,5)
	ML70512	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	2,7 à 3,6 V (analog.) / 1,65 à 1,95 V (num.)	NA	NA	Arm7TDMI	384 Ko Rom masquée, 72 Ko Ram	Uart, PCM, I <sup>2</sup> C, GPIO	LFPGA-84 (9 x 9 x 1,5), W-CSP-83 (6,22 x 6,22 x 0,52)

## Observations

«BlueMoon Single». Firmware en Rom. Interface pour mémoire flash externe, Eeprom. Disponible maintenant.

«BlueMoon Single Cellular». Firmware en Rom. Commutateur RF. Interface pour PA classe 1 et Eeprom. Dispo. maintenant.

Commutateur Rx/Tx.

Architecture  $\mu$ Pax avec accélérateur hardware pour LMP.

SiP avec KC2680A et CX72303 (Skyworks).

Commande de puissance sur 2 bits, entre + 3 et + 20 dBm. Adaptation 50  $\Omega$  en entrée.

Détecteur de puissance. Circuiterie de gestion de l'alimentation.

Boucle analogique de contrôle de puissance. Réseau d'adaptation à l'entrée.

Codec audio G.711. Convertisseur A/N 8 bits (MT0755). Nombreux profils certifiés (HSP, HFP, DUNP, FTP, OPP) pour solutions embarquées complètes.

Convertisseur A/N 8 bits (MT0765). Nombreux profils certifiés (HSP, HFP, DUNP, FTP, OPP) pour solutions embarquées complètes.

Interface mémoire externe. Processeur de signal audio.

Deux puces empilées (MC71000 et MC131180).

Plage de contrôle de gain de 20 dB.

Couche de transport jusqu'à HCl.

Microcontrôleur Risc avec contrôleur LLC Bluetooth. Nombreux profils disponibles.

Microcontrôleur Risc avec contrôleur LLC Bluetooth. Nombreux profils disponibles.

HCl en Rom masquée.

SPP en Rom masquée. Supporte jusqu'à 7 esclaves actifs (SPP mode 1).

Suite page 94

► quelques sociétés n'étant pas de développer une radio Bluetooth, par le jeu d'accords entre les parties, elles font alors appel à un circuit d'émission-réception émanant d'un protagoniste dont l'expertise en ce domaine est reconnue (par exemple Xemics avec Skyworks). La connexion entre les blocs est facilitée par le fait que l'interface est généralement conforme au standard BlueRF.

### Des modules encore plus denses grâce à l'intégration en 3D

Avec les systèmes en boîtier (SiP, system in package) et les modules, une partie, voire la totalité

des composants discrets nécessaires pour implanter une section Bluetooth sont en sus logés dans le boîtier. Cela peut inclure: les condensateurs de découplage, les réseaux d'adaptation d'impédance, le(s) balun(s), un régulateur de tension, un quartz, le commutateur Rx/Tx et le filtre passe-bande d'antenne, voire l'antenne elle-même. On distingue deux types de modules: ceux qui n'intègrent que la radio et ceux qui forment un sous-système Bluetooth complet.

Pour un module, dont le packaging est une source de coût non négligeable, il est impératif d'utiliser des puces «known good die» (KGD), c'est-à-dire testées et res-

pectant les spécifications. Cela est surtout vrai dans le cas des modules multipuces, dans la mesure où le risque de pannes augmente de façon exponentielle avec le nombre de puces reportées sur le substrat.

Pour davantage de compacité, l'état de l'art consiste à enterrer les passifs dans un substrat céramique cocuite basse température (LTCC, Low-temperature co-fired ceramic), au lieu de les monter en surface. Avec une véritable intégration en 3D rendue possible, les modules atteignent dès lors des dimensions quasi dérisoires, et prennent des allures de simple composant à monter en surface. PHILIPPE CORVISIER

## Les critères de choix

# Chipset, module ou Asic ?

*Un parti dicté par des considérations de coût, de complexité, de temps de mise sur le marché du produit, de taille de l'implantation finale. Auxquels s'ajoutent le facteur risque pour la société et les volumes visés.*

Pour qui souhaite implanter Bluetooth dans son produit, le choix se circonscrit à trois possibilités: jeu de circuits, module ou Asic. Les avantages et inconvénients de chaque approche apparaissent dans le tableau B. Le chipset ou le composant Bluetooth préqualifié est une solution d'autant plus attrayante que, vu le niveau d'intégration aujourd'hui atteint, une poignée de composants annexes est requis. Ceux-ci seront le plus souvent: les réseaux d'adaptation d'impédance et de filtrage, quelques condensateurs de découplage, un régulateur de tension, un balun, une antenne, un quartz... Dans certaines applications, comme la radiotéléphonie cellulaire, il sera éventuellement fait l'impasse sur ce dernier élément, dans la mesure où il est envisageable de tirer parti des fréquences du sys-

tème. De surcroît, une société comme Silicon Wave privilégie une architecture avec des entrées-sorties asymétriques RF afin de faire l'impasse sur tout balun externe. Enfin, l'avènement du boîtier-puce (Chip-scale package) a également contribué à la compacité actuelle d'un sous-système Bluetooth.

L'un des points à prendre en considération concerne le fait que la spécification Bluetooth est susceptible d'évoluer, ce qui peut se traduire par des modifications matérielles. Ainsi, pour la version Bluetooth 1.2, les fabricants de l'industrie du semiconducteur affirment que les circuits de dernière génération accepteront sans souci les évolutions introduites. En ce qui concerne les produits existants disposant d'une mémoire reprogrammable, CSR indique que 90% des nouvelles

caractéristiques seront supportées, grâce à une simple mise à niveau du microcode (firmware). Tout en avouant que quelques ajustements matériels seront nécessaires pour supporter le mode eSCO (Enhanced SCO), destiné à améliorer la qualité, notamment en environnement bruité, des connexions synchrones pour la voix.

### Quel type de mémoire ?

Outre ces questions relatives aux évolutions du standard, il est en général hautement souhaitable de disposer d'une mémoire reprogrammable de type flash. Alors que le facteur économique plaide en faveur d'une Rom masquée embarquée dans le processeur de bande de base. En effet, même si ce dernier fait tourner une petite partie de l'application, il est nécessaire de pouvoir modifier le microcode aux fins de débogage et d'optimisation. Quitte à opter pour de la Rom, une fois le développeur suffisamment confiant dans la stabilité du logiciel, et les phases de prototypage et de préproduction terminées.

(Suite p.95)

## I.- Jeux de circuits pour Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Fonction	Technologie	Alimentation	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Processeur	Mémoire	Interfaces	Boîtier et dimensions (mm)
<b>Oki</b>	ML70561	Transceiver RF	Cmos 0,18 µm	2,7 à 3,6 V	2	- 82 dBm	NA	NA	BlueRF	FBGA-48 (5 x 5 x 1,2), W-CSP-39 (3,26 x 3,26 x 0,52)
<b>Philips Semi-conductors</b>	PCF87752	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V (cœur)/ 2,7 à 3,4 V	NA	NA	Arm7TDMI	30 Ko Ram, 224 Ko flash	Uart, USB, PCM/IOM, I <sup>2</sup> C, 21 GPIO	LFPGA-80 (7 x 7)
	PCF87852	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V (cœur)/3,4 V	NA	NA	Arm7TDMI	30 Ko Ram, 224 Ko Rom	Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> C, 21 GPIO	LFPGA-80 (7 x 7)
	UAA3559	Transceiver RF	BiCmos	2,7 à 3,4 V	2 et 3	- 85 dBm	NA	NA	Série	HVQFN-32 (5 x 5)
<b>Renesas Technology</b>	M64110WG	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 à 2 V (cœur)/ 2,7 à 3,3 V (E/S)	NA	NA	CPU 16 MHz	Rom masquée	Uart, PCM	FBGA-100 (9 x 9)
	M64111WG	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,7 à 1,9 V (cœur)/ 1,7 à 3,3 V (E/S)	NA	NA	CPU 16 MHz	Rom	Uart, PCM	FBGA-120 (8 x 8)
	M64846FP	Transceiver RF	BiCmos 0,5 µm	2,7 à 3,3 V	2 et 3	- 80 dBm	NA	NA	-	QFN-52 (7 x 7)
	SH7630/SH7660	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	2,7 à 3 V/ 3 à 3,6 V (E/S)	NA	NA	Risc 32 bits SH-3/ SH3-DSP	128 Ko Ram	2 x SCI, USB, PCM, GPIO, BlueRF	BGA-208 (12 x 12)
	HD157100/ HD157101	Transceiver RF	BiCmos 0,35 µm SOI	2,7 à 3 V	2 et 3	- 83 dBm/ - 85 dBm	NA	NA	BlueRF	QFN-36 (6,2 x 6,2 x 0,8)
<b>RF Micro Devices (Elhyte)</b>	RF2172	Amplificateur de puissance	GaAs HBT	3,6 V	1	NA	NA	NA	NA	LCC-16 (4 x 4 x 1)
<b>SiGe Semiconductor (Insight Memec)</b>	PA2423G	Amplificateur de puissance	BiCmos SiGe	3,3 V	1	NA	NA	NA	NA	Puce nue (0,96 x 0,63)
	PA2423L	Amplificateur de puissance	BiCmos SiGe	3,3 V	1	NA	NA	NA	NA	LPCC-6 (3 x 1,6)
	PA2423MB	Amplificateur de puissance	BiCmos SiGe	3,3 V	1	NA	NA	NA	NA	MSOP-8 (3 x 3)
<b>Signia Technologies</b>	SGN5010	Transceiver RF	Cmos	2,5 V	2 et 3	- 80 dBm	NA	NA	BlueRF	TQFP, QFN-48 (7 x 7 x 1)
<b>Silicon Wave</b>	SiW1701/02/03	Transceiver RF	BiCmos	2,7 à 3,6 V	2 et 3	- 85 dBm	NA	NA	SPI	MLF-48 (7 x 7 x 0,9)
	SiW1711/12/13 (1)	Transceiver RF	Cmos 0,18 µm	2,3 à 3,6 V	2 et 3	- 87 dBm	NA	NA	SPI	QFN-32 (5 x 5 x 0,8)
	SiW1750	Contrôleur de bande de base	Cmos	1,8 V/3,3 V	NA	NA	Arm7TDMI	20 Ko Ram, flash externe (2 Mbits)	Uart, USB, PCM, 8 PIO, SPI, Jtag	BGA-132 (8 x 8), puce nue
	SiW1760	Contrôleur de bande de base	Cmos	1,8 V/3,3 V	NA	NA	Arm7TDMI	20 Ko Ram, 256 Ko Rom	Uart, USB, PCM, 3 PIO, SPI, Jtag	BGA-64 (6 x 6), puce nue
	SiW3000 (1)	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V (cœur)/ 1,8 à 3,3 V (E/S)	2 et 3	- 87 dBm	Arm7TDMI	256 Ko Rom, flash externe optionnelle	Uart, USB 2.0, PCM, 8 GPIO	VFPGA-96 (6 x 6 x 0,9)
<b>Skyworks (Insight Memec)</b>	CX72303	Transceiver RF	BiCmos SiGe	1,8 V	2 et 3	- 82 dBm	NA	NA	SPI	BCC++ 48 broches (7 x 7 x 0,8)
<b>STMicro-electronics</b>	STLC2150	Transceiver RF	Cmos 0,25 µm	2,7 V typ. (cœur)/ 2,7 à 3,6 V (E/S)	2 et 3	- 80 dBm	NA	NA	BlueRF, Jtag	VFQFPN-48 (7 x 7)
	STLC2410	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V typ. (cœur)/ 2,7 à 3,6 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram	2* Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> C, SPI, 16 GPIO, Jtag, BlueRF	TFBGA-132 (8 x 8)

(1) Suite à un accord entre Silicon Wave et RF Micro Devices, cette dernière société propose également ces circuits.

## Observations

« Blueberry Data Flash ». CAN 8 bits pour la mesure du RSSI. Pilotes et pile Bluetooth jusqu'à HCI. Codec PCF87757 en Cmos 0,18 µm et boîtier HVQFN-16 (3 x 3 mm) pour applications voix.

Compatible broche à broche avec le PCF87752.

Produits Mitsubishi avant fusion avec Hitachi.

Idem. Commutateur RF interne.

Produits Hitachi avant fusion avec Mitsubishi.

Le HD157101 est une version améliorée (sensibilité, consommation) du HD157100.

+ 23,5 dBm max et rendement de 45 %. Gain ajustable jusqu'à 28 dB.

Famille « RangeCharger ». + 22,5 dBm avec un rendement de 47 %. 80 mA typ. à + 20 dBm. Entrées analogique et numérique pour le contrôle de puissance.

+ 22,5 dBm avec un rendement de 45 %. 80 mA typ. à + 20 dBm. Entrées analogique et numérique pour le contrôle de puissance.

+ 22,7 dBm avec un rendement de 45 %. 80 mA typ. à + 20 dBm. Entrées analogique et numérique pour le contrôle de puissance.

Famille « Ulysses ».

Le premier est d'usage général, le second est conçu pour les radiotéléphones tandis que le dernier supporte l'interface RF/BB de Nokia. Deux régulateurs de tension. Architecture à conversion directe.

Idem. Commutateur Rx/Tx interne. Produits de troisième génération.

Accélérateur CVSD. Interfaces mémoires flash & Eeprom.

Accélérateur CVSD. Interface mémoire Eeprom.

« UltimateBlue 3000 ». Architecture à conversion directe. Interface mémoire externe. Protocoles jusqu'à HCI en Rom. Gammes de température étendues - 40 à + 85°C ou + 105°C.

+ 3 dBm max. en émission. Contrôle de puissance Tx par pas de 2 dB sur une plage de 30 dB. Régulateur interne.

Aucun filtrage FI requis. Commutateur Rx/Tx, signal RSSI, contrôle de puissance.

Embarque la pile basse jusqu'à HCI. Interface mémoire externe (EMI) pour flash.

Suite page 96

► A cet effet, quelques fabricants proposent des circuits avec Rom disposant d'une interface avec une mémoire flash externe. Les inconvénients inhérents à ce choix sont en rapport avec la place occupée sur le circuit imprimé, les coûts d'assemblage additionnels... Une alternative consiste à adopter une solution dans laquelle la flash est embarquée dans le circuit de bande de base, et à migrer ensuite pour une version romée qui aura le même brochage et la même empreinte, et ce afin d'éviter toute reconception.

La capacité mémoire est naturellement fonction de l'application ciblée et les exigences ne sont pas les mêmes selon la configuration avec pile sous HCI (LC, LM, HCI, OS) ou totalement embarquée (LC, LM, L2CAP, RFCOMM, SDF, OS, profils, application). La taille de la pile dépend de la façon dont cette dernière a été écrite et portée sur différents processeurs ou systèmes d'exploitation.

### Le module ou le coût du moindre risque

Pour sa part, le module offre une solution prête à l'emploi, pour un PC, un radiotéléphone mobile, un PDA, un microcasque sans fil ou un point d'accès, dans laquelle la complexité d'une conception RF est masquée. L'offre en la matière est pléthorique et l'intégrateur n'a que l'embaras du choix en modules complets, avec ou sans antenne. Ce que nous indique le tableau II où l'on perçoit l'omniprésence du BlueCore2 de CSR, dans sa déclinaison avec mémoire flash externe. Ce n'est guère surprenant en ce sens que CSR a été le premier à proposer une offre Bluetooth monopuce, très attractive dans le cas d'un module, éprouvée et de surcroît disponible en volume.

Quelques sociétés commercialisent par ailleurs des modules n'incluant que la partie radio de Bluetooth et l'on parle alors plutôt de système en boîtier. Opter pour un module certifié ne garantit nullement que le produit final le sera, même si cela y contribue notable-

	Coût	Risque	Complexité	« Time to market »	Taille de l'implantation
Module Bluetooth	Elevé	Faible	Faible	Très rapide	Très importante
Jeu de circuits	Moyen	Faible	Moyenne	Rapide	Moyenne
Asic (développement interne)	Elevé	Elevé	Elevée	Lent	Très réduite
Asic (IP)	Moyen/Faible	Moyen	Elevée	Rapide	Très réduite

Source: NewLogic Technologies

ment. En effet, un module est placé dans un environnement qui peut être source de perturbations (bruit, IEM...). A cet égard, le seul emplacement de l'antenne est un motif d'inquiétude. Dans une étude récente, et abondamment commentée, Flo-meric démontre l'impact que pouvait avoir un simple boîtier en plastique sur le décalage de la fréquence RF et sur le niveau de puissance émis.

Concernant le choix du module lui-même, un certain nombre de questions élémentaires se posent: quelle taille et quel facteur de forme, quel niveau de puissance d'émission, l'hôte dispose-t-il d'une puissance de traitement suffisante, quels profils et quelles interfaces sont requis, l'antenne sera-t-elle externe ou interne, l'environnement est-il contraignant? Ce dernier facteur conditionne la présence ou non d'un blindage ainsi que la gamme de température d'utilisation. Dans les systèmes alimentés sur batterie, le support des modes d'éco-

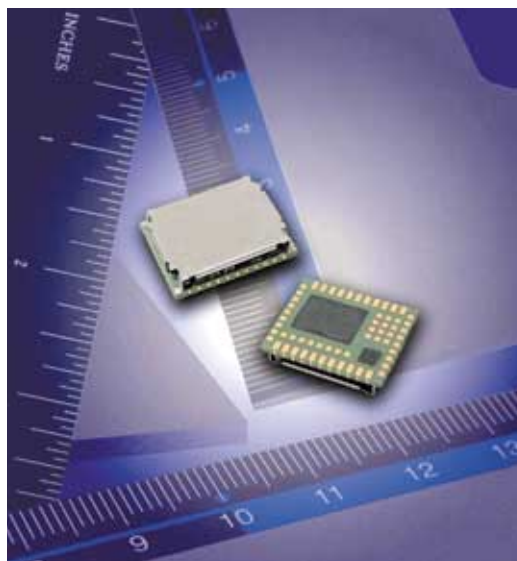
nomie d'énergie sera plus qu'appréciable. Dans une chaîne où un contrôle de puissance est souhaitable, une information de champ RF reçu ou RSSI (Receiver signal strength indicator) doit être fournie, et ce afin que l'émetteur distant ajuste son niveau de puissance en conséquence. Le module Bluetooth générique dispose d'une interface de bas niveau HCI au travers de laquelle le processeur hôte (d'un PC, d'un PDA, d'un radiotéléphone...), sur lequel tourne la partie haute de la pile Bluetooth, communique ses directives. Dans une application autonome, le module intègre piles basse et haute, les profils et l'applicatif. En général, le code jusqu'au niveau HCI est délivré par le fournisseur de silicium, au-delà par des tierces-parties. Cependant, quelques sociétés comme Inventel ont préféré, par souci d'optimisation, un développement interne intégral de la pile sous HCI.

Dans le domaine de l'embarqué, beaucoup de besoins sont spécifiques. Certaines sociétés, comme Baracoda (pour rester dans l'Hexagone), apporte une plus-value en prenant en charge le développement de cette glu logicielle située au-dessus de la pile, et qui vise à dissimuler la complexité de Bluetooth au monde extérieur.

Toute application embarquée les profils dont elle a

Suite p.97

**La technologie LTCC avec l'intégration des passifs dans le substrat a permis aux modules de gagner en compacité (source Murata).**





## I.- Jeux de circuits pour Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Fonction	Technologie	Alimentation	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB = 0,1%)	Processeur	Mémoire	Interfaces	Boîtier et dimensions (mm)
<b>STMicro-electronics</b>	STLC2415	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 V typ. (cœur)/ 2,7 à 3,6 V (E/S)	NA	NA	Arm7TDMI	64 Ko Ram, 4 Mbits flash	2 Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> C, SPI, 16 GPIO, Jtag, BlueRF	TFBGA-120 (10 x 10)
<b>Texas Instruments</b>	BRF6100	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,13 µm cuivre	1,78 à 3,6 V	2 et 3	- 80 dBm	Arm7TDMI	Rom, flash externe optionnelle	Uart, PCM	Microstar BGA (6 x 6)
<b>Toshiba</b>	TC35654	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	1,5 V (cœur)/2,5 V (RF)/1,8 à 3 V (E/S)	2 et 3	-	Arm7TDMI	Rom masquée	Uart, PCM, GPIO	PFLGA-113 (7 x 7 x 0,8)
	TB31296FT	Transceiver RF	BiCmos SiGe	-	2 et 3	-	NA	NA	Série	TQON-44 (4,9 x 4,9 x 0,5)
<b>Xemics (Spectrum Design)</b>	XE1401	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 à 3,6 V (cœur en 1,8 V)	NA	NA	8 bits (Xemics)	Rom	Uart, SPI, PCM	LQFN-48, VQFN-48 (7 x 7), CSP
	XE1402	Contrôleur de bande de base	Cmos 0,18 µm	1,8 à 3,6 V (cœur en 1,8 V)	NA	NA	8 bits (Xemics)	Rom	Uart, SPI	VQFN-40 (6 x 6)
<b>Zeevo (Azzurri Technology)</b>	TC2001P/TC2001P Z	Circuit radio & bande de base	Cmos 0,18 µm	3,3 V	2 et 3	- 80 dBm	Arm7TDMI	8 Ko Rom, 64 Ko Ram, 4 Mbits flash	Uart ou Uart + USB, 8 GPIO, PCM	BGA (13,1 x 10,9 x 1,6)

## Observations

Embarque la pile basse jusqu'à HCl. Flash empiée.

Régulateur de tension. Pour radiotéléphones cellulaires. Consommation de 30  $\mu$ A en veille.

Cœur Bluetooth sous licence Nokia. Interface mémoire externe. Future version en 0,13  $\mu$ m.

Ultrabasse consommation 4 mA à 1,8 V en mode pleinement opérationnel. Protocoles embarqués jusqu'à HCl. Supporte diverses radios (Skyworks, Silicon Wave...).

Idem. Applications données uniquement (pas d'interface PCM audio).

Architecture à conversion directe. Applications Uart/USB HCl ou série via Uart. Composants externes requis : antenne, quartz, résistance et condensateurs de découplage. Technologie LTCC.

► besoin, chacun d'eux mettant à profit une partie ou la totalité des services offerts par Bluetooth. Outre les indispensables comme GAP (Generic access profile) ou SDAP (Service discovery application profile), les profils les plus courants figurant dans le tableau II sont SPP (Serial port profile) pour l'établissement d'une liaison série entre deux appareils, DUN (Dial-up networking profile) qui permet de

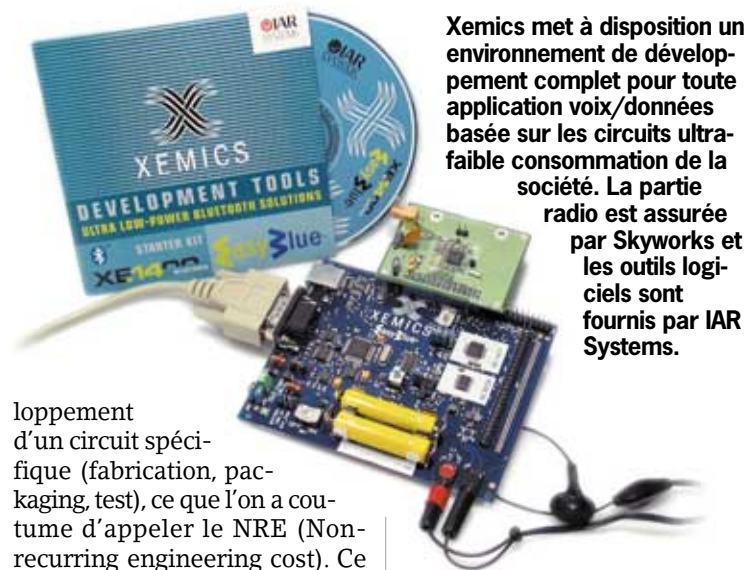


se servir d'un téléphone mobile comme modem, GOEP (Generic object exchange profile) pour l'échange de données au travers du protocole OBEX, SYNC pour la synchronisation des données entre deux périphériques, OPP (Object push profile) pour typiquement échanger des cartes de visite en utilisant la technique du « push », FTP (File transfer profile) pour le transfert de fichiers, LAN/LAP (Lan access profile) pour la connexion à un réseau local, FAX pour l'envoi de fax via un modem ou un radiotéléphone, HSP (Headset profile) pour les microcasques sans fil, HFP (Hands-free profile) pour les kits mains-libres dans l'automobile, HID pour les claviers et souris, etc.

### Une implantation de taille minimale grâce aux blocs de propriété intellectuelle

Même si les compétences sont présentes, développer un Asic en interne est toujours un exercice périlleux, et génère des coûts et des temps de développement qui pourraient paraître prohibitifs. De ce fait, la solution préférentielle consistera à acquérir une licence auprès d'une société (Ericsson Technology Licensing, NewLogic, Silicon Wave, MindTree...) mettant à disposition des blocs IP avalisés par un BQB (Bluetooth qualification body). Et ce afin de réaliser un système sur une puce qui réunira microprocesseur, contrôleur de bande de base et radio Bluetooth, mémoire et interfaces. Le tout pour une miniaturisation sans égale et une consommation réduite, à la condition qu'il soit fait usage d'une technologie Cmos à l'état de l'art. Un autre avantage est lié au fait que les connexions avec l'extérieur étant moindres, les phénomènes d'IEM susceptibles d'affecter les performances du système se posent avec moins d'acuité. L'inconvénient est la mise de fonds initiale et les frais non-récurrents liés au déve-

**Le BlueBird 2 d'Inventel : un module classe 1 (+ 20 dBm) offrant une sensibilité de - 90 dBm. Il embarque pile Bluetooth et profils et supporte notamment la fonction scatter-net ainsi que l'audio.**



veloppement d'un circuit spécifique (fabrication, packaging, test), ce que l'on a coutume d'appeler le NRE (Non-recurring engineering cost). Ce qui suppose un amortissement grâce à de forts volumes de ventes.

Ces blocs IP se déclinent en « hard » IP, qui constituent une représentation physique de la fonction, et en « soft » IP. Dans ce dernier cas, il s'agit de modèles logiciels écrits en langage de description de haut niveau, théoriquement portables d'une technologie à une autre.

Remarquons que, pour le développement ou les essais sur le terrain, les FPGA constituent une alternative acceptable. Pas au-delà, car leur prix et leur consommation ne les destinent pas aux marchés de masse visés par Bluetooth.

### La consommation en question

La cible première de Bluetooth concerne les produits nomades, notamment les téléphones mobiles et les oreillettes sans fil. Dans ce dernier cas, la demande est justifiée par la législation actuelle concernant l'usage du radiotéléphone au volant, ce qui suscite une forte demande en kits mains-libres. A terme, les casques et appareils audio sans fil seront fortement intéressés par Bluetooth. Présentement, le débit de Bluetooth ne permet pas de véhiculer de l'audio de qualité, à moins de faire appel à un procédé de compression comme MP3, ce qui suppose l'usage d'un DSP. En réalité, une foule d'applications est potentiellement visée et notamment tout ce qui touche aux systèmes d'acquisition de données.

Le dénominateur commun à toutes ces applications est une

**Xemics met à disposition un environnement de développement complet pour toute application voix/données basée sur les circuits ultra-faible consommation de la société. La partie radio est assurée par Skyworks et les outils logiciels sont fournis par IAR Systems.**

faible consommation de rigueur. Dans certains cas (un microcasque sans fil par exemple), on peut même parler d'ultrabasse consommation. A cet effet, Bluetooth a défini plusieurs modes de fonctionnement (park, hold, sniff) selon le degré d'implication d'une unité esclave dans un piconet. Ce qui ne dispense pas de mettre en place une stratégie d'économie d'énergie spécifique à l'application.

Prenons par exemple le cas d'un périphérique HID tel qu'une souris optique. Pour celle-ci, le support du mode sniff est capital. Dans ce mode, les données sont échangées durant certains intervalles temporels définis pendant la négociation. Hors de ces slots, l'unité est en veille aux fins de réduction de la consommation. Il est dès lors possible de tirer profit de cette information pour couper la Del qui est l'élément le plus vorace en énergie.

En règle générale, un problème délicat à résoudre est de parvenir au meilleur compromis possible entre consommation et temps de latence. Pour un ingénieur, évaluer la consommation relève du parcours du combattant, s'il s'en tient aux seules valeurs indiquées dans les spécifications des composants ou des modules. En effet, ces données correspondent généralement à des valeurs moyennes observées pendant des modes opératoires statiques. Ceux-ci refléteront rarement les conditions réelles d'utilisation du produit final, et font fi de la nature essentiellement dynamique de Bluetooth. PHILIPPE CORVISIER

Suite p.98

## II.- Modules Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Circuits Bluetooth	Alimentation (V)	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Mémoire Flash/Rom	Interfaces	Antenne	Protocoles et profils embarqués	Dimensions (mm)	Observations
AirLogic	ABM-200-2XXX	BlueCore2-Ext (CSR)	2,7 à 3,6	2	-82 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM, PIO, SPI	Externe	-	18 x 14 x 2	
	ABM-300-2GSMB	BlueCore2-Flash (CSR)	2,2 à 4,2	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, PIO, SPI	Externe	-	9,6 x 9,6 x 2	Avec codec audio.
Alps Electric	UGXZ1	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM	Externe	SPP, HSP, DUN, FAX, HFP, jeu simple de commandes AT	13,5 x 10 x 2	Boîtier BGA.
	UGXZ2	BlueCore2-Ext (CSR)	2,8	2 et 3	-82 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Externe	Idem ci-dessus	10 x 10 x 1,9	Boîtier BGA
	UGXZ4	BlueCore2-Rom (CSR)	2,8	2 et 3	-82 dBm	Rom masquée	Uart, USB, PCM	Externe	-	10 x 10 x 1,6	Nouveau produit.
	UGNZ	BlueCore3-Rom (CSR)	2,8	2 et 3	-82 dBm	Rom masquée	Uart, USB, PCM	Externe	-	8 x 8 x 1,5	En développement.
	UGPZ1	BlueCore2-Ext (CSR)	5	1	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM	Antenne céramique et connecteur pour antenne externe	SPP, commandes AT	32 x 15 x 2,6	
	UGPZ2	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2 et 3	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM	Idem ci-dessus	SPP, commandes AT	32 x 15 x 2,6	
	UGZZ1	Risc 32 bits (80 Mips)	3,3	1	-77 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, Uart haute vitesse, USB, PCM	Externe	SPP, HSP, DUN, FAX, HFP, OBEX	32 x 15 x 3	Pile haute Allion Blue disponible.
Ambit Microsystems (Ultimate Renaissance)	T60M665	BlueCore2-Ext (CSR)	-	2	-76 dBm	Flash	Uart, USB, PCM	Externe	SPP, GAP, SDP, DUN, FTP, LAN	-	
Archtek Telecom	BTM-103	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	-	Externe	-	25 x 14,5 x 2,2	« Famille « SmartLink » »
	BTM-104	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	-	Interne (antenne imprimée)	-	30 x 14,5 x 2,2	
	BTM-105	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	-	Interne	-	45 x 15 x 2,2	
	BTM-106	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	-	Externe	-	12,35 x 11,73 x 2,2	Codec audio.
AvantWave	BTR110/BTR110A	BlueCore2-Ext (CSR)	1,8 et 3,3	2	-78 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM, PIO, SPI	Interne ou externe	Différentes options : USB HCI, Uart HCI, pile haute avec L2CAP, SDP, RFCOMM, GAP et nombreux profils (SPP, DUN, FAX, HSP, HFP)	24,5 x 15 x 2,8 ou 34,6 x 15 x 2,8	
	BTR110B	BlueCore2-Ext (CSR)	1,8 et 3,3	2	-78 dBm	Rom	Uart, USB, PCM, PIO, SPI	Externe	USB HCI, Uart HCI	18 x 13 x 2,2	Boîtier LGA.
Baracoda	SM_C1_A	BlueCore2 (CSR)	3,3 ± 0,1	1	<-80 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Interne (céramique)	L2CAP, RFCOMM, SDP	24,08 x 13,2 x 2,05	Famille « SmartModule ». Interface de haut niveau pour une intégration simple et rapide.
	SM_C1_W	BlueCore2 (CSR)	3,3 ± 0,1	1	<-80 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Externe	Profils, interface de haut niveau	18,2 x 13,2 x 2,05	Logiciel de gestion des modes basse consommation du module.
	SM_C2_A	BlueCore2 (CSR)	3 à 3,6	2	<-80 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Interne (céramique)	Profils, interface de haut niveau	17,6 x 11,8 x 1,9	Logiciel de gestion des modes basse consommation du module.
	SM_C2_W	BlueCore2 (CSR)	3 à 3,6	2	<-80 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Externe	L2CAP, RFCOMM, SDP	12,4 x 11,8 x 1,9	Interface de haut niveau pour une intégration simple et rapide.
BlueGiga Technologies	Wrap Thor-2022-1	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-82 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, USB, SPI, GPIO	Externe	HCI	25,6 x 14 x 2,5	
Bluetronics	ICM101	-	2,7 à 3,6	1	-	-	Uart, USB, PCM	Externe	HCI	36,5 x 20 x 3,5 (version LGA)	Module CMS ou avec connecteur. Puissance de sortie +14 dBm typ.

Suite page 100

## II.- Modules Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Circuits Bluetooth	Alimentation (V)	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (EB=0,1%)	Mémoire Flash/Rom	Interfaces	Antenne	Protocoles et profils embarqués	Dimensions (mm)	Observations
<b>Bluetronics</b>	ICM102	-	2,7 à 3,6	2 et 3	-	-	Uart, USB, PCM	Externe	HCI	36,5 x 20 x 3,5 (version LGA)	Module CMS ou avec connecteur.
<b>Bluwinc</b>	BW-BTM01	PA2423MB (SiGe SC) - BlueCore (CSR)	-	1	-86 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM, SSI	Interne	HCI	37,5 x 21 x 4,9	
	BW-BTM03	-	-	2	-86 dBm	-	Uart, USB, PCM, SSI	-	HCI	32,8 x 16,8 x 2,7	
<b>Brainboxes (Equipements Scientifiques)</b>	BL-730	BlueCore (CSR)	5	2	-	-	RS232	Interne	-	46,8 x 36	
<b>Flextronics - BrightCom</b>	Metis	BIC2102 (BrightCom)	3,3	1	-	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart haute vitesse, USB, PCM	Externe	HCI-API, pile haute et profils en option (SPP, HCRP, OPP)	35 x 25 x 3	
<b>Free2Move</b>	F2M03C1	BlueCore2-Ext (CSR)	-	1	-	Flash	Uart, USB, PCM, SPI	Externe	Différentes options: HCI, RFCOMM, SPP, HSP	33 x 14,5	Puissance émise + 14 dBm.
	F2M03C2	BlueCore2-Ext (CSR)	-	2	-	Flash	Uart, USB, PCM, SPI	Externe	Idem ci-dessus	25 x 14,5	
<b>Fujitsu</b>	MBH7BT02A	-	3,3	2	-80 dBm	-	USB, Uart, PCM	Externe	HCI	18 x 13 x 2,2	Module CMS 24 broches.
	MBH7BT09	-	2,8 à 3,3	2	-70 dBm	Flash	Uart	Externe	L2CAP, SDP, RFCOMM, SPP, GAP	26 x 16 x 2,67	Une version dotée d'une interface PCM est prévue.
<b>Gennum (Micro Puissance)</b>	GR2312	BlueCore2-Ext (CSR)	3	2	-	Flash (8 Mbits)	Uart, USB, SPI, PCM	Externe	HCI	12 x 12 x 1,8	Boîtier BGA.
<b>Globalsun Technology</b>	GL2BMU01	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-88 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Externe	Différentes options	25 x 14,5 x 2,5	Puissance émise +18 dBm.
	GL2BMU02	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM	-	Différentes options	25 x 14,5 x 2,5	
<b>Infineon Technologies</b>	ROK 104 001	-	2,8 à 6,5	2 et 3	-80 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM, GPIO	Externe	GAP, SPP, DUN, SDAP, PAN/BNEP	15,5 x 10,5 x 2,1	«FlinkStone». Disponible via Eurodis.
	PBA 31307	PMB 8761 (Infineon)	3 à 3,75	2 et 3	-85 dBm	Rom	Uart, PCM	Externe	HCI	11,85 x 10,6 x 2	«SingleStone». Disponible fin 2003.
<b>Inventel</b>	BB2G	Cœur Inventel et composant Philips VEGA	3,3	1	-90 dbm	Flash (704 Ko)	Uart, I <sup>2</sup> C, SPI, GPIO, Jtag, E/S analogiques	Antenne céramique (et connecteur en option)	HCI, RFCOMM, L2CAP, SDP, GAP, SPP, HSP, autre sur demande	34,7 x 5,8 x 22	«BlueBird 2». Puissance émise + 20 dBm. DSP (Real DSP) et codec audio embarqués. Mode scatternet implanté. Pile Bluetooth sous HCI développée par la société.
<b>KC Technology</b>	KC8201	KC6101 (KC Technology)	3,3	2	-80 dBm	-	Uart, USB, PCM, I <sup>2</sup> C, GPIO	Externe	-	10,7 x 12,7 x 1,6	
<b>Kyocera</b>	RB07	BCM2002 (Broadcom)	3	2 et 3	-80 dBm	NA	BlueQ	Externe	NA	8 x 7 x 1,8	Module radio conçu pour s'interfacer directement avec les jeux de circuits MSM de Qualcomm pour le CDMA.
<b>LG Innotek</b>	LBMx-2002	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,6	2	-	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM, PIO	Externe	-	17,5 x 12,5 x 2	
<b>Microlink</b>	MBT-4101	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,5	2	-80 dBm	Flash	Uart, USB, PCM, 12 GPIO	Externe	HCI	21 x 13 x 2,3	
	MBT-4102	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,5	1	-88 dBm	Flash	Idem ci-dessus	Externe	HCI	32 x 13 x 2,3	
	MBT-4104	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,5	2	-80 dBm	Flash	USB, 12 GPIO	Interne	HCI	32 x 13 x 2,3	
	MBT-4201	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,3	2 et 3	-85 dBm	Flash	Uart, 36 GPIO	Externe	HCI	43 x 18 x 2,3	

Suite page 102

## II.- Modules Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Circuits Bluetooth	Alimentation (V)	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Mémoire Flash/Rom	Interfaces	Antenne	Protocoles et profils embarqués	Dimensions (mm)	Observations
<b>Mitsumi (Micro Puissance)</b>	WML-C10AHR	BlueCore2-Ext (CSR)	1,8/3,3	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM, PIO, SPI	Interne	HCI ou RFCOMM + Application	17,6 x 11,8 x 1,9	
	WML-C10NHR	BlueCore2-Ext (CSR)	1,8/3,3	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Idem ci-dessus	Externe	Idem ci-dessus	12,6 x 11,8 x 1,9	
	WML-C11AH	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-80 dBm	Flash (4 Mbits)	Idem ci-dessus	Interne	Idem ci-dessus	24,8 x 13,2 x 2,05	
	WML-C11NH	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-80 dBm	Flash (4 Mbits)	Idem ci-dessus	Externe	Idem ci-dessus	18,8 x 13,2 x 2,05	
	WML-C13NH	BlueCore2-Rom (CSR)	1,8	2	-82 dBm	Rom	Idem ci-dessus	Externe	HCI	7,7 x 6,9 x 1,5	Technologie LTCC.
	WML-C19AH	BlueCore2-Ext (CSR)	1,8 et 3,3	2	-82 dBm	Flash (8 Mbits)	Idem ci-dessus	Interne	HCI ou RFCOMM + Application	17,6 x 11,8 x 1,9	
	WML-C19NH	BlueCore2-Ext (CSR)	1,8 et 3,3	2	-82 dBm	Flash (8 Mbits)	Idem ci-dessus	Externe	Idem ci-dessus	12,6 x 11,8 x 1,9	
	WML-C20AH	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-80 dBm	Flash (8 Mbits)	Idem ci-dessus	Interne	Idem ci-dessus	24,8 x 13,2 x 2,05	
	WML-C20NH	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-80 dBm	Flash (8 Mbits)	Idem ci-dessus	Externe	Idem ci-dessus	18,8 x 13,2 x 2,05	
<b>Motorola</b>	MMM7400	-	2,5 à 3,1	2	-	NA	SPI	Externe	NA	7 x 6 x 1,3	Module radio en technologie LTCC.
<b>Murata</b>	LBMA29BAE2, LBMA486AK2, LBMA49BAM2, LBMA49CAF2	CSR, Broadcom, TI...	1,8 ou 3	2 et 3	-84 dBm	4 ou 8 Mbits Flash	Uart ou USB ou BCSP	Selon version	HSP, audio, etc	6,5 x 6,3 x 1,4 pour le plus compact	30 versions au total. Contrôle de puissance, versions Rom ou sans quartz disponibles.
<b>National Semiconductor</b>	LMX9814	Processeur à cœur CR16 (NSC) en Cmos 0,25 µm	2,85 à 3,5	2 et 3	<-77 dBm	Flash	Uart, USB, PCM	Externe	HCI	14 x 10,1 x 1,9	Technologie LTCC.
	LMX9820	Idem ci-dessus	2,85 à 3,5	2 et 3	<-77 dBm	Flash	Uart, USB	Externe	L2CAP, GAP, SDP, SPP, SDAP, RFCOMM	14 x 10,1 x 1,9	Premier produit de la famille « Simply Blue ».
<b>Oki</b>	MK70215	BCM2002X (Broadcom), ML70512 (Oki)	3 à 3,6	2	-80 dBm	Rom (384 Ko)	Uart, PCM	Externe	SPP/HCI	17,4 x 16,9 x 1,9	Module CMS 20 broches. 3 modes SPP supportés.
<b>Philips Semiconductors</b>	BGB101	UAA3559 (Philips)	2,7	2	-82 dBm	NA	-	Externe	NA	10,5 x 8,5 x 1,8	Famille « TrueBlue ». Module radio uniquement (SIP). Tous filtres inclus, nécessite seulement une antenne. Future version (BGB202) en boîtier HVQFN (6 x 6 mm). »
	BGB201	PCF87752 Blueberry, UAA3559 (Philips)	2,7	2	-82 dBm	Flash (224 Ko)	Uart, USB, I <sup>2</sup> C PCM/IOM, GPIO,	Externe	HCI, HSP, HFP	11,5 x 9,5 x 1,8	Tous filtres inclus, nécessite seulement une antenne. Future version (BGB202) en boîtier HVQFN.
<b>Samsung Electro-Mechanics</b>	BTR1B2NR 16KAA0	BCM2002 (Broadcom)	2,7 à 3,3	2	-80 dBm	NA	BlueQ	Externe	NA	9,5 x 8,9 x 1,9	Module radio conçu pour s'interfacer directement avec les jeux de circuits MSM de Qualcomm pour le CDMA.
	BTMZ7311A0/ BTMZ7311C0	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,4	1	-84 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart ou USB, SPI, PCM	Interne	-	26 x 14 x 2	« BlueSEM-CI ». Puissance +16 dBm typ.
	BTMZ5012A0/ BTMZ5012C0	BlueCore2-Ext (CSR)	2,7 à 3,6	2	-84 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart ou USB, SPI, PCM	Interne	-	18 x 14 x 2	« BlueSEM-CII ».
	-	BRF6100 (TI)	3	1	-75 dBm	Rom	Uart, PCM	Externe	-	15 x 9	
<b>Siemens</b>	SieMo S50037	BlueCore01b (CSR)	3,25 à 6	2	-85 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart, USB, PCM, SPI, 6 PIO	Externe	Module HCI ou indépendant (machine virtuelle)	32,8 x 16,8 x 3	
	SieMoS	BlueCore01b (CSR)	3,25 à 6	2	-85 dBm	Flash (4 Mbits)	Série RS-232	Externe	L2CAP, SDP, RFCOMM, SPP	32,8 x 16,8 x 2,6	Remplacement direct d'un câble 9 broches (RS-232) par une liaison radio.

## II.- Modules Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Circuits Bluetooth	Alimentation (V)	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Mémoire Flash/Rom	Interfaces	Antenne	Protocoles et profils embarqués	Dimensions (mm)	Observations
Siemens	SieMo2	BlueCore2 (CSR)	2,2 à 3,6	2	-83 dBm	-	Uart, USB, SPI, PCM, PIO	Externe	HCI via Uart/USB/BCSP	12,2 x 13,5 x 2,2	
	SieMo2 plus	BlueCore2 (CSR)	2,7 à 3,6	1	-90 dBm	-	Idem ci-dessus	Externe	Idem ci-dessus	12,2 x 23,5 x 2,2	+ 17 dBm typ.
Smart Modular Technologies	90147-1	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,75	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	USB	Externe	HCI	21,47 x 14,43 x 3	Famille « BlueTopaz ». Pile de protocoles en option.
	90147-2	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,75	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart	Externe	HCI	21,47 x 14,43 x 3	Pile de protocole en option.
	90147-3	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,75	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart	Externe	Profil SPP	21,47 x 14,43 x 3	Profil préchargé.
	90147-4	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,75	2	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart	Externe	Profil HID	21,47 x 14,43 x 3	Profil préchargé.
	90157	Silicon Wave (RF), BrightCom	3,3 (±10%)	1	-82 dBm	Flash (4 Mbits)	Uart/USB, PCM, 23 GPIO, Jtag, SPI	Externe	HCI	35 x 25 x 3	De multiples profils peuvent être préchargés. Puissance jusqu'à + 16 dBm par pas de 4 dB.
Socket Communications (Intervalle)	KwikBlue SMD	Bluecore02 (CSR)	3,3	2	-73 dBm (-20 à +85° C)	Flash (4 Mbits)	Uart/BCSP ou USB	Externe	BCSP	9,5 x 9,0 x 1,5	Module indépendant. Référence PN 8520-00070.
	KwikBlue KCM	Bluecore02 (CSR)	3,3	2	Idem ci-dessus	Flash (4 Mbits)	Uart/BCSP	Interne	BCSP	25 x 12 x 3	Module précédent monté sur une carte avec son antenne. Référence PN 8520-00069.
	KwikBlue VM	Bluecore02 (CSR)	3,3 V	2	Idem ci-dessus	Flash (4 Mbits)	Uart/série ou Uart/BCSP	Interne	Machine virtuelle	25 x 12 x 3	Module sur carte. Référence PN 8520-00076.
Sony	CXN1000-3	BlueCore2-Ext (CSR)	2,7 à 3,6	2	-85 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM, PIO	Externe	Pile HCI ou RFCOMM ou machine virtuelle	11 x 11 x 2,2	Option avec régulateur intégré.
Stollmann	BlueRS+I	Zeevo	3,3 ou 5	2	-80 dBm	-	V.24 / RS-232, GPIO	Interne ou externe	GAP, SDP, SPP. En option: DUN, LAN	36 x 21,5 x 8	
	BlueRS+A	Zeevo	3,3 ou 5	2 et 3	-80 dBm	-	V.24/RS-232, GPIO, PCM, microphone, HP	Interne ou externe	GAP, SDP, SPP, HSP. En option: DUN, LAN, HFP	36 x 35 x 8	Codec audio.
Taiyo Yuden (TT Electronics)	EYSMNYAXX	BRF6100 (TI)	1,8 à 3,6	2	-80 dBm	Rom	Uart, PCM	Externe	HCI	Sans blindage: 8,4 x 8,4 x 1,4 ou 9,2 x 9,2 x 1,4	Pour radiotéléphones cellulaires.
	EYSMCYAXX	BRF6100 (TI)	1,8 à 3,6	2	-80 dBm	Rom ou Rom + EEprom	Uart, PCM	Externe	HCI	Sans blindage: 9 x 8,8 x 1,4	Avec quartz. Pour PDA.
	EWSC2SXXX	Silicon Wave	2,7 à 3,3	2	-82 dBm	NA	BlueRF	Externe	NA	7 x 7 x 1,8	Module radio pour radiotéléphones cellulaires. Technologie LTCC.
	EYSF2CAXX-XX	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,6	2	-83 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, PCM, SPI, PIO	Externe	HCI ou SPP	15,4 x 10 x 2	
	EYSF2CSXX	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,6	2	-83 dBm	Flash (8 Mbits)	USB, SPI, PIO	Externe	HCI	15,4 x 10 x 2	
	EYMF2CAXX-XX	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,6	2	-83 dBm	Flash (8 Mbits)	Uart, SPI, PIO	Interne	HCI ou SPP	34 x 15,6 x 3,7	
	EYMF2CSMM	BlueCore2-Ext (CSR)	3 à 3,6	2	-83 dBm	Flash (8 Mbits)	USB, SPI, PIO	Interne	HCI	34 x 15,6 x 3,7	
TDK Systems (Equipements Scientifiques)	blu2i module	BlueCore2 (CSR)	3,3 à 6	1	-85 dbm	-	TTL série, 2 E/S analogiques	Interne	SPP, DUN, Audio Gateway	69 x 24	Conçu pour le développement rapide des applications.
Tecom	BT3010/ BT3014	PA2423MB (SiGe SC)	-	1 à 3	-80 dBm/ -89 dBm	-	Uart, USB, PCM	Externe	HCI	-	
Uniwill	BTM2020-2-Y	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-75 dBm	-	Uart, USB, PCM, SPI	Externe	HCI	21,6 x 15 x 2,5	Sans LNA. Puissance émise 0 dBm.

Suite page 104

## II.- Modules Bluetooth

Fabricant (fournisseur)	Référence	Circuits Bluetooth	Alimentation (V)	Classes de puissance	Sensibilité Rx (typ.) (TEB=0,1%)	Mémoire Flash/Rom	Interfaces	Antenne	Protocoles et profils embarqués	Dimensions (mm)	Observations
Uniwill	BTM2021-2-Y	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-85 dBm	-	Uart, USB, PCM, SPI	Externe	HCI	23 x 14 x 2,5	Avec LNA. Puissance émise +3 dBm.
	BTM2022-1-Y	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-85 dBm	-	Uart, USB, PCM, SPI	Externe	HCI	25,6 x 14 x 2,5	
	BTM2023-2-Y	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-78 dBm	-	Uart, USB, PCM, SPI	Externe	HCI	25 x 15 x 2,5	Sans LNA. Puissance émise +3 dBm.
USI - Universal Scientific Industrial (Equipements Scientifiques)	UB1-1111	BlueCore2-Ext (CSR)	2,7 à 3,3	2	-80 dBm	Flash	Uart, USB, PCM	Externe	-	22,25 x 16 x 2,5	Module CMS 34 broches.
	UB1-1112	BlueCore2-Ext (CSR)	2,7 à 3,3	2	-80 dBm	Flash	Uart, USB, PCM	Interne	-	27,7 x 15 x 2	Module CMS 32 broches.
Wilcoxon Research	C1BV56	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	1	-85 dBm	-	Uart, USB, PCM	Interne	HCI	48 x 19 x 5	Connecteur optionnel pour antenne externe. Pour applications industrielles.
Windigo Systems	Série BTM02C2XX-X	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Interne ou externe	-	25 x 14,5 x 2,2	Différentes options pour l'antenne et les interfaces.
	Série BTM02C2AC-X	BlueCore2-Ext (CSR)	3,3	2	-80 dBm	Flash (4 ou 8 Mbits)	Uart, USB, PCM	Interne CMS	-	38,4 x 19,9 x 2,2	Antenne externe en option.
Zeevo (Azzurri Technology)	ZV3001/ ZV3001Z	TC2001 (Zeevo)	3,3	2 et 3	-80 dBm	Rom, Flash	Uart ou Uart+USB, 8 GPIO, PCM	Externe	HCI/Pile complète avec profils SPP et DUN	21,4 x 15,3 x 2,9	Famille « BlueStamp ».