

## Les solutions Bluetooth Smart pour le marché du sans fil basse consommation

La technologie sans fil Bluetooth Smart est la nouvelle version de Bluetooth, qui s'apprête à transformer l'industrie du sans fil basse consommation. Simple d'emploi et ultra-efficace en puissance, cette technologie ne cesse de faire apparaître de nouvelles opportunités et applications dans les marchés verticaux, depuis l'électronique grand public, les équipements médicaux et la domotique jusqu'au commerce de détail et aux appareils portables. Les équipes de Future Connectivity Solutions (FCS) sont fermement engagées à fournir les solutions Bluetooth Smart capables de répondre à la croissance rapide et à la demande du marché du sans fil basse consommation. Grâce à son partenariat avec STMicroelectronics, Dialog Semiconductor, Murata, Panasonic, Cypress Semiconductor et Microchip Technology, FCS est à même de proposer les solutions les plus récentes et les plus performantes. Bluetooth Smart est également une technologie essentielle pour l'Internet des objets (IoT : Internet of Things), qui constitue un objectif capital pour Future Electronics et ses partenaires.

Si l'efficacité énergétique des composants Bluetooth Smart proposés par divers fournisseurs le rend idéal pour des appareils fonctionnant sur de petites piles pendant de longues périodes, un autre intérêt majeur de la technologie Bluetooth Smart est sa capacité à fonctionner avec toute une variété d'applications sur les smartphones ou les tablettes que les utilisateurs possèdent déjà. L'architecture de Bluetooth Smart, simple à mettre en oeuvre par les développeurs, est maintenant supportée de manière native par les systèmes d'exploitations majeurs, simplifiant la conception d'applications reliées à des objets du quotidien comme des moniteurs de rythme cardiaque, des brosses à dents ou même des chaussures. Avec Bluetooth Smart les développeurs ne sont limités que par leur imagination. Une étude de marché réalisée en 2013 par ABI prévoit que la production mondiale d'appareils Bluetooth Smart et Bluetooth Smart Ready dépassera la production Bluetooth "Classic" en 2014.

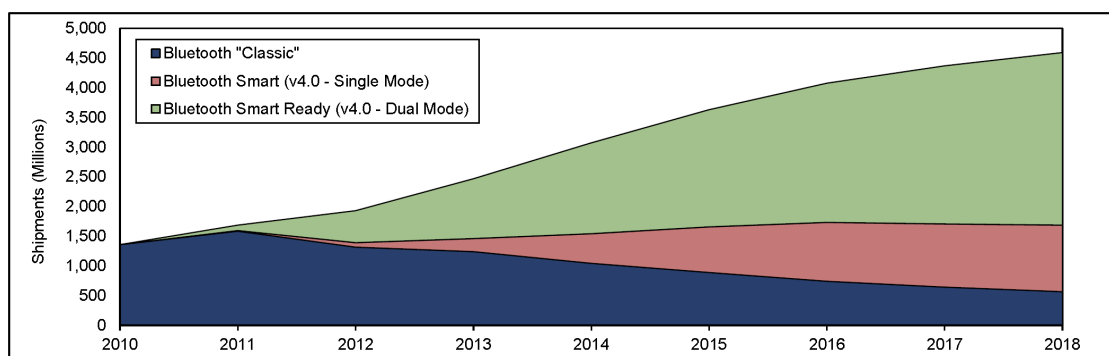


Figure 1: Source: ABI Research; Bluetooth Service

## Qu'est-ce que Bluetooth Smart?

Bluetooth Smart, précédemment connu sous le nom de Bluetooth Low Energy ou BLE, est une technologie radio à ultra-faible consommation -- sous-entendu compatible avec une pile bouton, émettant de courtes rafales de données à intervalles espacés, avec une latence faible.

Bluetooth Smart est né de la technologie Wibree de Nokia, présentée en 2007 : *"Wibree est une nouvelle technologie radio interopérable pour petits appareils. Elle peut être intégrée dans des produits tels que montres, claviers sans fil, capteurs pour jeux et pour le sport, qui peuvent alors se connecter à des dispositifs hôtes tels que téléphones portables et ordinateurs. C'est essentiellement le chaînon manquant entre petits objets et appareils portables/ordinateurs."* La technologie manquait toutefois d'un protocole structuré pour l'interopérabilité. Wibree a par la suite été pris en charge le groupe Bluetooth Special Interest Group (SIG) et la spécification Bluetooth 4.0 Low Energy a été officialisée en 2010.

## Quelles applications pour Bluetooth Smart?

Bluetooth Smart est adapté aux données à faible débit et courte latence émises à intervalles espacés. Si vous vous demandez quel est le débit maximum de Bluetooth Smart pour votre application, alors ce n'est certainement pas la technologie adaptée. Bluetooth Smart est parfait pour des données de type "état". Ce sont les données que ANT/ANT+ et ZigBee savent bien manipuler, pour la commande et le contrôle (on/off), l'acquisition de capteurs faible résolution et les indications d'état. Les podomètres, moniteurs de fréquence cardiaque, thermomètres, accéléromètres de positionnement, détecteurs de proximité sont tous d'excellents exemples d'applications faible débit et faible latence. Si l'on considère que Bluetooth Classic est utilisé pour les applications de transmission de données en remplacement d'un câble, alors Bluetooth Smart est une technologie de remplacement de liaison filaire.

## Bluetooth Smart comparé à Bluetooth Classic

Pour faire baisser la consommation de façon drastique des changements ont été apportés aux couches existantes Bluetooth Baseband, Link Management et aux couches supérieures de gestion de données (L2CAP). L'un des changements évidents pour diminuer la consommation concerne le rapport cyclique de la radio, l'établissement et la gestion de la connexion. Si la modulation GFSK est toujours la même que Bluetooth Classic, le débit théorique est passé de 0,7-2,1 Mbits/s à ~0,27 Mbits/s.

La nouvelle couche Link Management diminue le rapport cyclique de la radio et ajoute de nouveaux mécanismes pour limiter la consommation, tout en renforçant la robustesse et en assurant une faible latence à la liaison. A titre d'exemple un paquet radio de Bluetooth Classic doit être acquitté immédiatement par le récepteur avant la transmission

du paquet suivant. Ceci signifie que l'appareil récepteur doit transmettre un paquet ACK et rester éveillé pendant un créneau supplémentaire pour décider de passer en mode faible consommation ou de rester éveillé pour recevoir de nouvelles données. Dans Bluetooth Smart le paquet reçu n'a pas à être acquitté immédiatement, le récepteur peut passer en mode basse consommation pour une durée  $X$  puis se réveiller et envoyer le paquet ACK. Ainsi un appareil Bluetooth Smart peut recevoir ou même envoyer des données sans dilapider la précieuse durée de vie des piles par des acquittements.

L'espacement des canaux, l'indice de modulation, la puissance maximum de sortie et les types de paquets sont d'autres éléments qui ont évolué avec Bluetooth Smart. Cela signifie que Bluetooth Classic n'est pas compatible avec Bluetooth Smart. Seuls des appareils Bluetooth Smart et Bluetooth Smart Ready peuvent communiquer entre eux. Les appareils Bluetooth Smart Ready supportent à la fois Bluetooth Classic et Bluetooth Smart, ce qui en fait des appareils double-mode. De nombreux appareils Smart Ready arrivent aujourd'hui sur du marché : l'iPhone 4S de Apple et ses successeurs, l'iPad 3 et ses successeurs, les nouveaux Macbooks, des appareils Android et des PC portables sont quelques exemples d'appareils Smart Ready disponibles aujourd'hui.

## **Nouveaux rôles et nouveaux modes de données**

Bluetooth Smart définit aussi de nouveaux rôles et types d'appareils. Comme les rôles Maître et Esclave de Bluetooth Classic il y a pour Bluetooth Smart le rôle Central et le rôle Périphérique (Peripheral). Les rôles sont définis dans des profils, ainsi que la manière de fournir les services entre dispositifs Bluetooth Smart et Bluetooth Smart Ready. Tout appareil peut jouer un rôle ou l'autre et basculer entre les deux.

Le rôle d'un appareil Central consiste à découvrir, connecter et accéder aux services disponibles du Périphérique. Les smartphones, tablettes et PC sont typiquement Central puisqu'ils disposent d'un affichage et d'une interface utilisateur permettant de découvrir, connecter et visualiser les données et les services de l'appareil Périphérique.

Le rôle d'un Périphérique est de réaliser des fonctions telles que des signalisations, et de fournir des services. Exemples d'appareils Périphériques typiques les porte-clés, coachs électroniques, montres, capteurs de température, souris ou claviers. Les appareils Périphériques sont typiquement Bluetooth Smart uniquement, et alimentés par pile.

## **Mode Signalisation (Advertisement)**

L'une des qualités de Bluetooth Smart est sa capacité de signaler et diffuser des données sans avoir à établir au préalable une connexion complète. Etablir une connexion complète nécessiterait un rapport cyclique radio plus élevé et une consommation plus importante. Certaines applications ne nécessitant pas une liaison RF bidirectionnelle full duplex peuvent utiliser ce mode signalisation pour économiser de l'énergie. Pour un thermomètre

diffusant périodiquement la température par exemple, le faible échange de données ne justifie pas d'établir avec le Périphérique un lien de communication complet.

Le mode signalisation n'utilise que 3 canaux pour diffuser les données. Les 3 canaux sont dédiés à la signalisation, à la recherche et à la connexion d'appareils Bluetooth Smart. Il y a 37 autres canaux utilisables comme canaux de données orientés connexion. Cela fait un total de 40 canaux espacés de 2 MHz. Bluetooth Classic utilise 80 canaux espacés de 1 MHz. Les 3 canaux de signalisation sont situés aux fréquences stratégiques de 2402, 2426 et 2480 MHz leur permettant d'éviter les 3 canaux Wifi 1, 6 et 11. En connexion active il reste encore 9 canaux sans chevauchement avec ces canaux WiFi. Les 3 canaux de signalisation sont également utilisés pour découvrir et activer des connexions entre appareils. Après les requêtes de découverte et de connexion les appareils exécutent un algorithme de saut de fréquences à étalement de spectre (FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum) sur les 37 autres canaux.

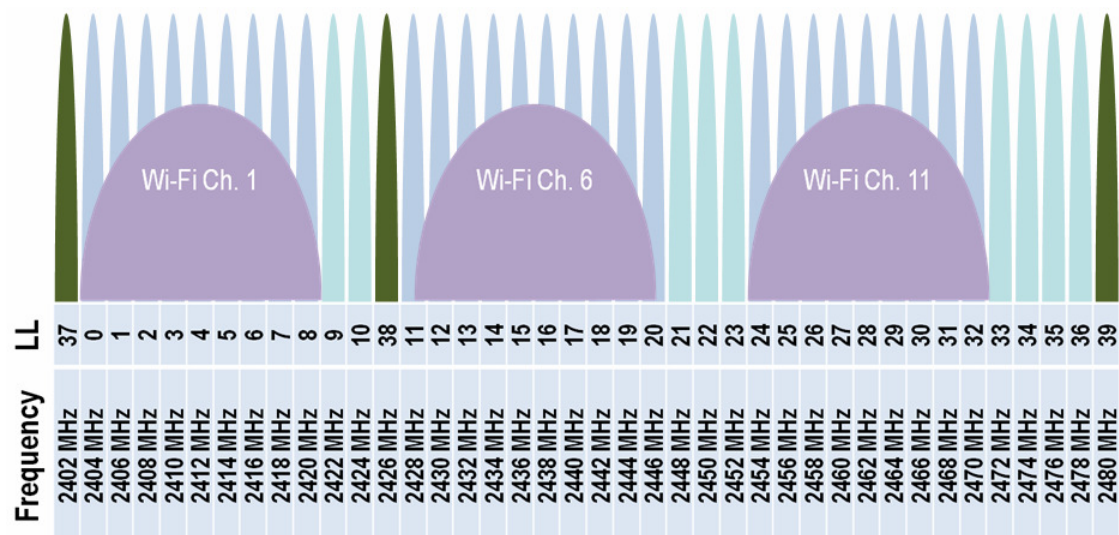


Figure 2: Canaux Bluetooth Smart et WiFi

## Nouvelle structure de données - ATT et GATT

Dans ce qui précède Bluetooth Smart a été définie comme une technologie de "remplacement filaire". Les informations sont toutefois échangées selon un modèle Client-Serveur, faisant appel à une architecture orientée service basée sur le protocole ATtribut (ATT). Dans Bluetooth Smart toute la communication s'effectue via le profil Generic ATtribute (GATT). Une application ou un autre profil utilise le profil GATT pour faire interagir client et serveur de manière structurée. Le serveur contient un nombre d'attributs, et le profil GATT définit comment utiliser le protocole ATT pour découvrir, lire, écrire et acquérir des données. Les services sont utilisés tels que définis dans les

spécifications du profil, et GATT vous permet de présenter ces services et leurs caractéristiques à l'intérieur des profils spécifiés.

A l'heure actuelle 18 profils basés GATT avec Attributs définis sont réservés. Ces attributs possèdent des identifiants uniques universels (UUID : Universally Unique Identifiers). Les UUID utilisables ont 16, 32 ou 128 bits. Les UUID 16 et 32 bits sont réservés pour des applications et profils Bluetooth Smart actuels et à venir. Les UUID sur 128 bits sont utilisables pour usage personnel, dans des profils et applications spécifiques du vendeur. Il n'existe pas dans Bluetooth Smart de profil Port Série (SPP : Serial Port Profile). Les applications utilisant SPP sont basiquement des transferts de données propriétaires. Les profils GATT personnalisés correspondent au même concept et peuvent être utilisés pour une mise en oeuvre simili-SPP.

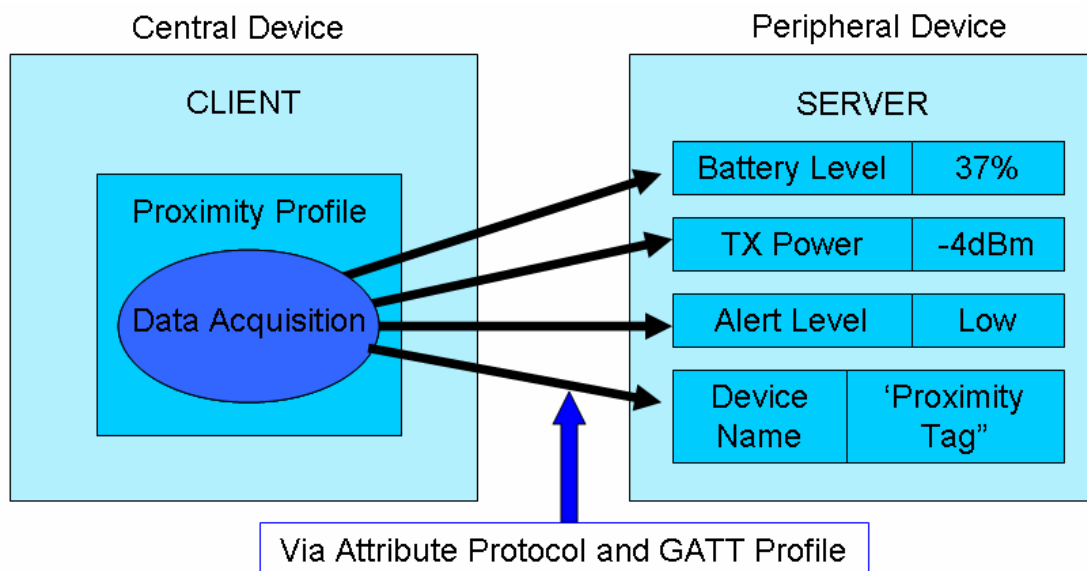


**Figure 3: Exemple de Profil Proximité avec GATT**

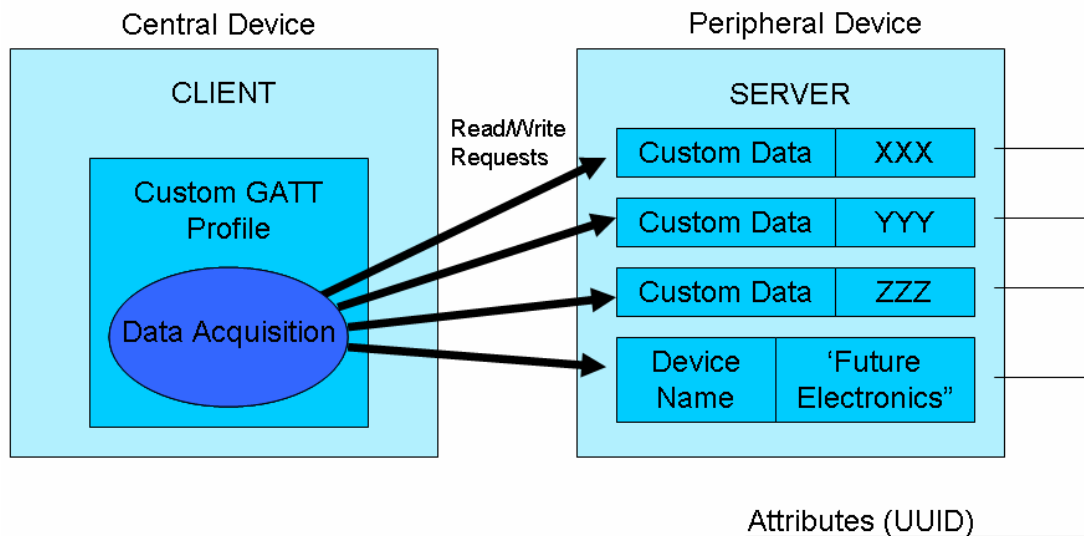


**Figure 4: Profil personnalisé utilisant GATT et des UUID personnels**

## Additions de la révision 4.1

En décembre 2013 Bluetooth SIG a officialisé la spécification Core 4.1 qui ajoute certaines fonctionnalités optionnelles à Bluetooth Smart. Il s'agit d'extensions aux fonctionnalités déjà présentes dans la révision 4.0 des spécifications. Toutes les nouvelles fonctionnalités 4.1 sont optionnelles, elles n'ajoutent pas d'éléments obligatoires à la révision 4.0. Cela signifie que les appareils 4.0 et 4.1 sont compatibles. Les solutions Bluetooth Smart 4.0 déjà qualifiées n'ont pas à repasser une nouvelle qualification, sauf si elles souhaitent obtenir la certification 4.1.

Changements de la révision 4.1 :

- 1.) Nouvelle signalisation de coexistence entre Bluetooth Smart et des technologies cellulaires telles que LTE
  - a. Les nouvelles radios cellulaires telles que LTE/LTE-A Time Division Duplex (TDD) mode (Band 40) opèrent souvent dans la bande 2.300-2.400GHz, la même que Bluetooth Smart. Cette fonctionnalité permettra la coexistence pacifique entre la radio cellulaire et Bluetooth Smart.
- 2.) Amélioration de la gestion du Link Supervision Timeout
  - a. Le gestionnaire du lien entre les appareils peut aussi négocier les délais de reconnexion en cas de perte de connexion suite par exemple à une distance excessive. Auparavant la négociation ne concernait que la durée pendant laquelle le lien était maintenu après la perte de connexion. Pour se reconnecter l'appareil devait relancer le processus de connexion. Cette attente est coûteuse en énergie car il n'y a pas de moyen déterministe de savoir quand l'autre appareil reviendra dans le champ pour se reconnecter.

La fonction ajoutée dans la révision 4.1 autorise les appareils à négocier les intervalles de temps pour se reconnecter mutuellement, intervalles entre lesquels ils peuvent se mettre en veille et économiser leur énergie.

3.) Canaux dédiés orientés L2CAP

- a. Cette fonctionnalité est mise en place pour permettre au groupe Bluetooth SIG de s'appuyer sur une couche IPV6 dans le futur. Bluetooth Smart 4.0 utilise la couche L2CAP avec le protocole ATtribute et le profil GATT, et les données ne sont disponibles qu'au travers de ces couches. Une application Bluetooth Smart 4.1 sera capable d'avoir une connexion directe à la couche L2CAP et les canaux d'avoir un flux direct de données de la même manière que Bluetooth Classic.

4.) Topologie Dual Mode et fonctionnalités software de la topologie Link Layer

- a. La fonctionnalité Dual Mode permet à un appareil Bluetooth Smart de d'être simultanément Central et Périphérique. Cette caractéristique peut s'avérer très utile pour échanger des informations entre deux instruments dans un écosystème. Par exemple une montre Bluetooth Smart peut récupérer les informations d'un moniteur de rythme cardiaque en tant que Central et simultanément être Périphérique d'un smartphone. Auparavant les données entre montre et moniteur devaient être relayées via le smartphone Central.

## Changements au listing de qualification Bluetooth

Le 1er février 2014 un nouveau moyen de financer les activités du groupe Bluetooth SIG a été mis en place pour permettre à l'alliance de satisfaire les demandes croissantes dues à l'arrivée massive de produits Bluetooth sur le marché.

Les changements ne remettent en cause aucun process de qualification, et les tests d'interopérabilité Bluetooth continueront à supporter les designs passés et présents. Le changement concerne le mécanisme par lequel les produits sont qualifiés et listés.

Historiquement les clients étaient autorisés à utiliser des composants et sous-systèmes pré-qualifiés et lister leurs produits gratuitement. Désormais les membres qui mettent en oeuvre la technologie sans fil Bluetooth dans un produit doivent remplir une déclaration de conformité (DoC : Declaration of Compliance) et un Listing pour le Qualified Design qu'ils ont construit, changé, utilisé ou commercialisé. Un Listing peut inclure plusieurs produits si chaque produit utilise le Qualified Design référencé dans la DoC. Si un client conçoit un produit OEM qui peut être revendu sous une ou plusieurs autres marques, alors celles-ci doivent également lister le produit. Un listing de produit final (EPL : End Product Listing) ne peut être créé que par un membre du groupe Bluetooth SIG, et un EPL ne peut pas être créé par un membre pour le compte d'une autre société.

La DoC et le Listing s'accompagnent d'une commission pour le processus. Son montant va de 2K\$ à 8K\$ par EPL selon la situation du demandeur vis-à-vis du groupe Bluetooth SIG – Associate Member ou Adopter – sa taille et son revenu. La commission n'est associée ni à Future Electronics ni à ses partenaires, elle est perçue directement par le groupe Bluetooth SIG et distincte des coûts de certification et de test. Bien que des

solutions pré-certifiées Bluetooth et Bluetooth Smart soient disponibles auprès de Future Electronics Solutions et de nos partenaires, la commission EPL s'applique néanmoins.

## Solutions

Les équipes de Future Connectivity Solutions (FCS) sont fermement engagées à fournir les solutions Bluetooth Smart les meilleures et les plus efficaces à nos clients. Des systèmes-sur-puce (SoC) et des modules sont disponibles auprès de FCS. Ces solutions sont fournies avec des piles logicielles Bluetooth Smart Protocol prêtes à l'emploi, certifiées et associées à des environnements de développement de profil et d'application simples d'emploi. En ce qui concerne les composants, leur taille peut descendre à 2.5mm x 2.5mm pour un SoC et 5mm x 5mm pour des modules certifiés. Des solutions avec une consommation crête de 4mA et ~600 nA en mode veille sont également disponibles.

Des modules et des SoC avec horloge basse fréquence intégrée, régulateur buck/boost, balun, antenne, avec certifications Bluetooth, FCC, IC, CE sont disponibles dès aujourd'hui. Les produits en développement intégreront encore plus de fonctionnalités telles que entrées de détection tactile, accéléromètre, capteurs MEMS, coeurs d'application M0+ et récupération d'énergie. Chaque solution sera plus particulièrement adaptée à un type d'appareil Bluetooth Smart. Qu'il s'agisse d'un objet aussi simple qu'un capteur de température prévu pour durer 7 ans à partir d'une pile bouton CR2032 de 180mAh ou du tout dernier thermostat de réseau à radios multiples, FCS sait apporter avec les vendeurs ci-dessous des solutions aux applications Bluetooth Smart et Bluetooth Smart Ready.