Bluetooth Low Energy

Présentation et Utilisation sous Linux

maxime.chevallier@smile.fr

4 janvier 2017

Smile

OPEN SOURCE SOLUTIONS

Plan

Bluetooth

SIG : **S**pecial **I**nterest **G**roup
Origine : *Ericsson, IBM, Intel, Nokia, Toshiba*
Actuellement : 31000 Sociétés

Historique

- 1994 : Création
- 1998 : SIG
- 1999 : 1.0
- 2004 : 2.0 BR / EDR
- 2010 : 4.0 BLE
- 2014 : 4.2

Standard Bluetooth

Services, **Profils** et **Protocoles**

- Liaison physique
- Adressage physique
- Controle de flux
- Multiplexage
- Chiffrement
- Protocoles over Bluetooth
- "Profils"

`https://www.bluetooth.com/specifications/adopted-specifications`

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Dénomination

Classique

- Classique
- BR/EDR
- 2.0 3.0 3.1
- Bluetooth

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Dénomination

Classique

- Classique
- BR/EDR
- 2.0 3.0 3.1
- Bluetooth

Low Energy

- Low Energy
- Smart
- Wibree
- 4.0 4.1 4.2

Dénomination

Classique

- Classique
- BR/EDR
- 2.0 3.0 3.1
- Bluetooth

Les deux

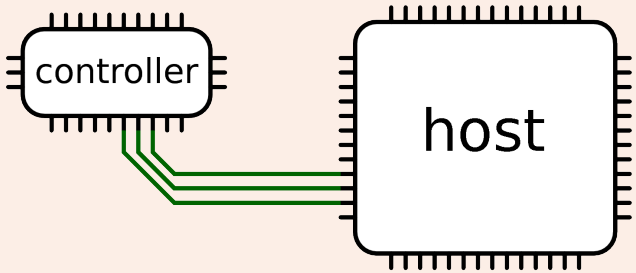
- Dual mode
- Smart Ready
- 4.0 4.1 4.2

Low Energy

- Low Energy
- Smart
- Wibree
- 4.0 4.1 4.2

Architecture physique

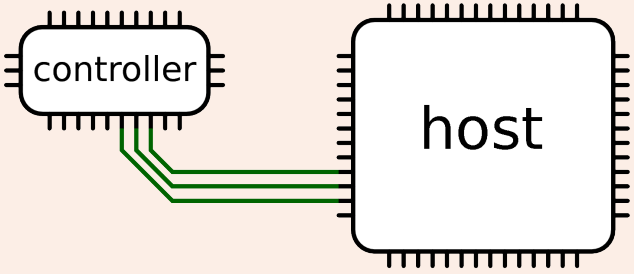
Host et controller séparés



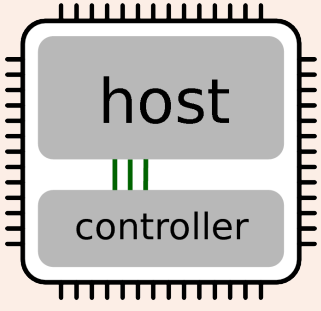
Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

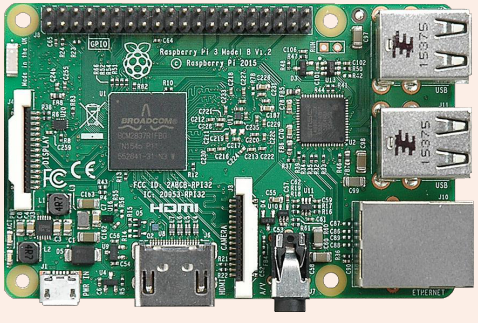
Architecture physique

Host et controller séparés



System on a Chip





Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Bluetooth Classique

Profils

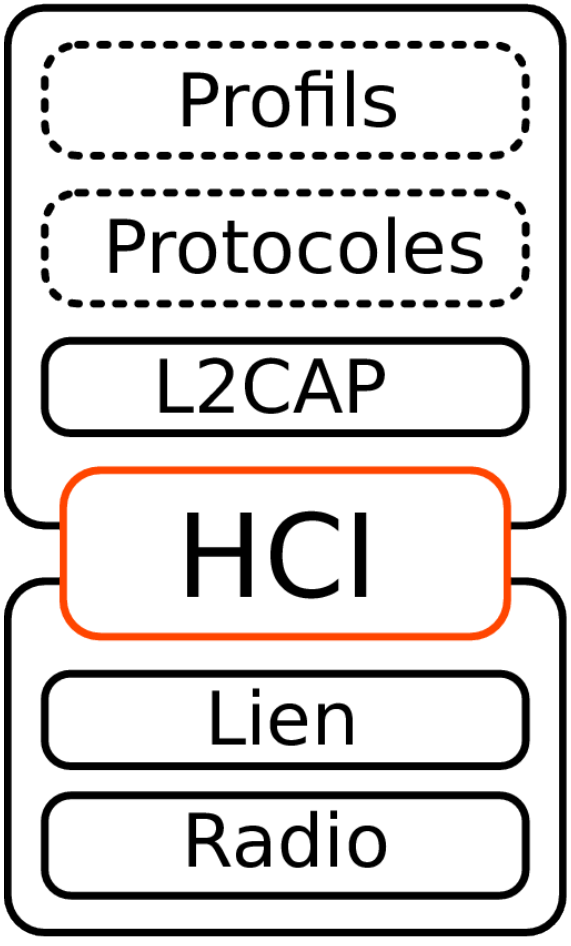
- Audio
- Transfert de fichiers
- IP / LAN
- Port série
- Partage de contacts
- Human Interface Device
- Découverte de services

Radio

- 2.4 GHZ
- 79 canaux
- FHSS

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Architecture logique

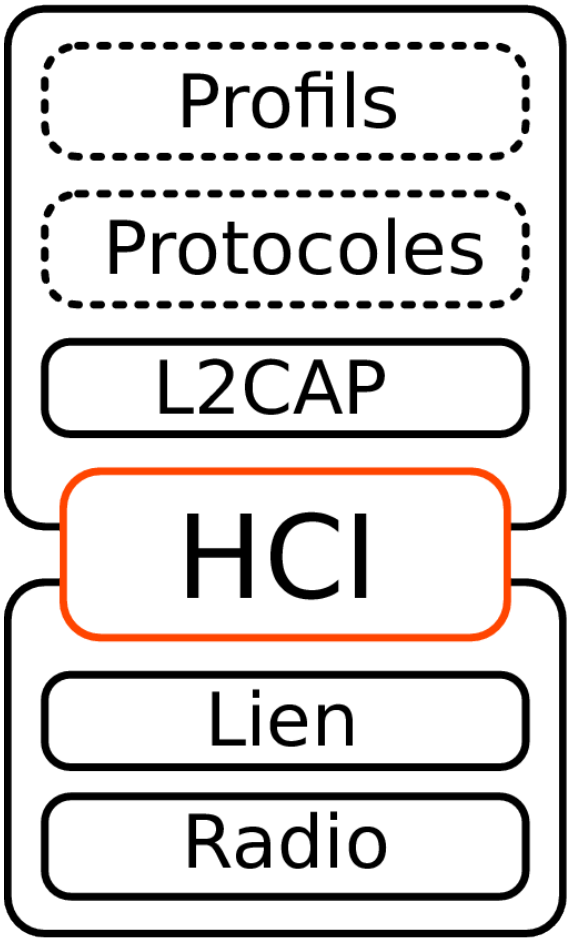


Controller

- Chiffrement
- Connexion
- Transmission physique

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Architecture logique



Host

- Profils et applications
- Différents protocoles
- Abstraction
- Multiplexage

Controller

- Chiffrement
- Connexion
- Transmission physique

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Plan

Bluetooth Low Energy

Services

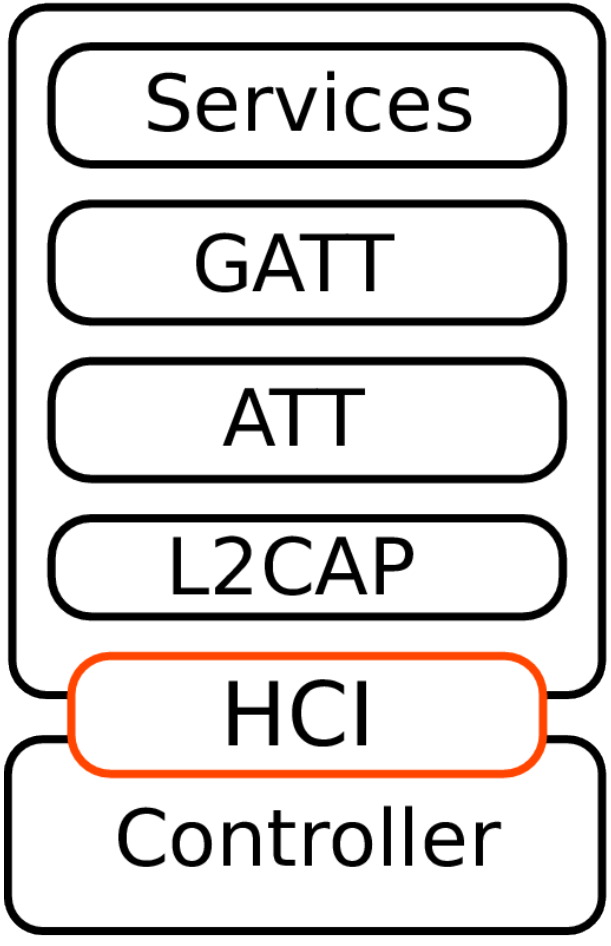
- "Healthcare"
- "Fitness"
- "Human Interface Device"
- "Alert"
- "Proximity"
- Capteurs génériques
- Découverte de services
- Et bien plus...

Radio

- 2.4 GHZ
- 40 canaux

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Stack BLE

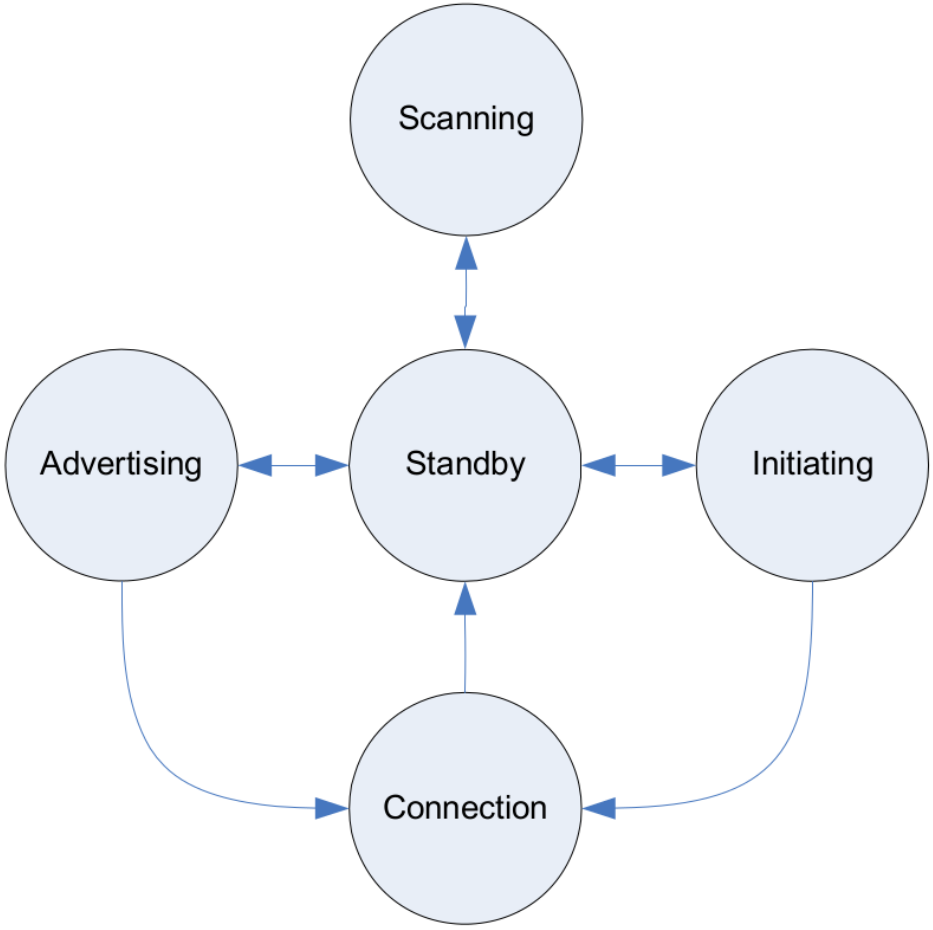


Stack Bluetooth Low Energy

- Link Layer
- L2CAP
- Protocole ATT
- Profile GATT
- Services : Application

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Link Layer

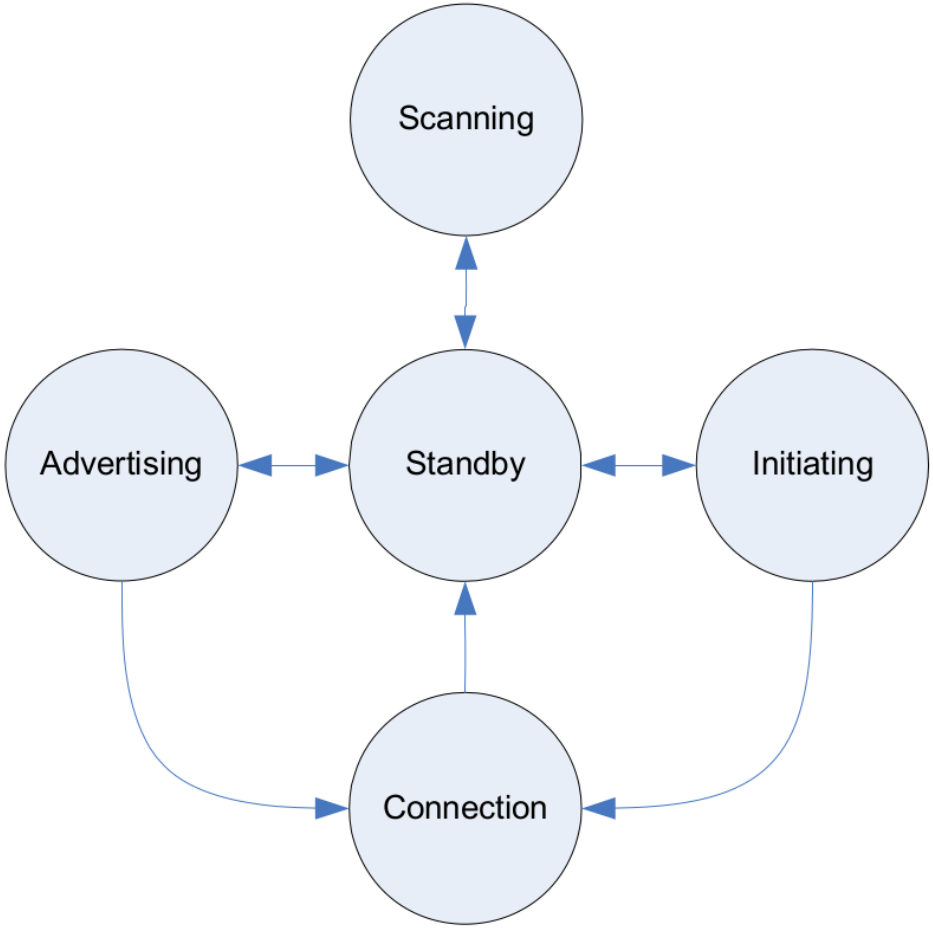


- Idle

  On ne fait rien

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Link Layer



- Idle

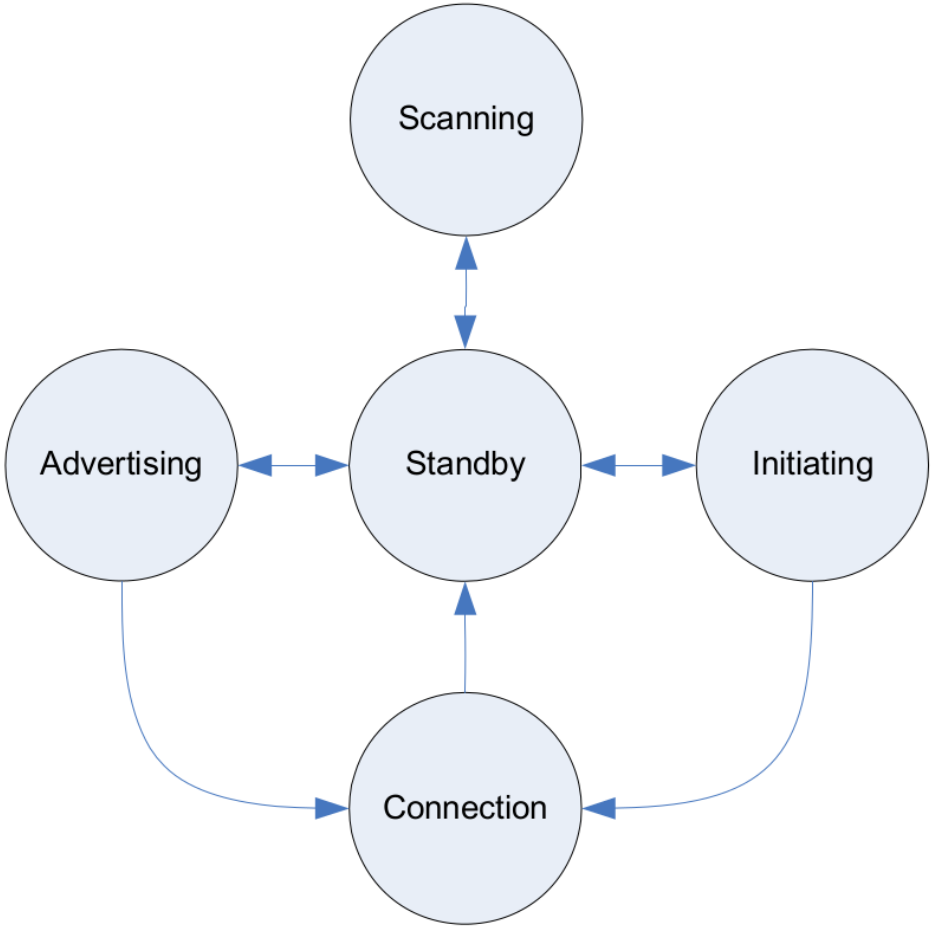
  On ne fait rien

- Advertising

  Broadcast, connectable ou non

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Link Layer



- **Idle**

  On ne fait rien

- **Advertising**

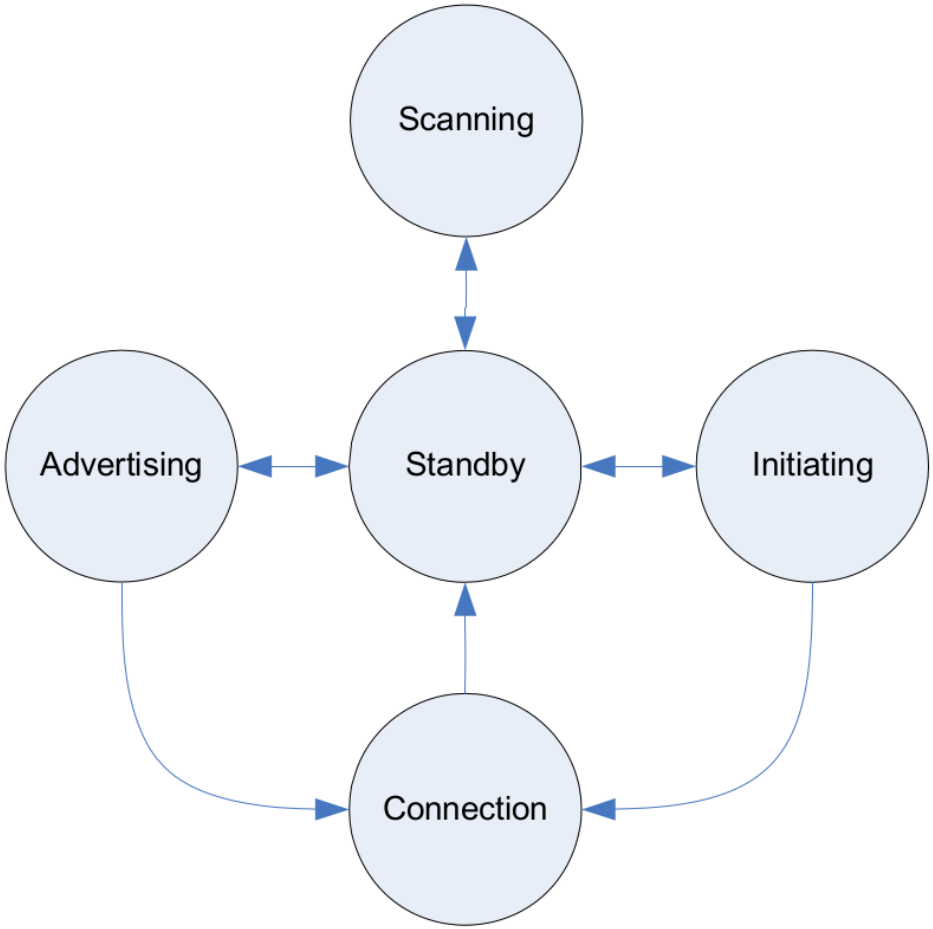
  Broadcast, connectable ou non

- **Scanning**

  Ecoute d'advertisements

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Link Layer



- **Idle**

  On ne fait rien

- **Advertising**

  Broadcast, connectable ou non

- **Scanning**

  Ecoute d'advertisements

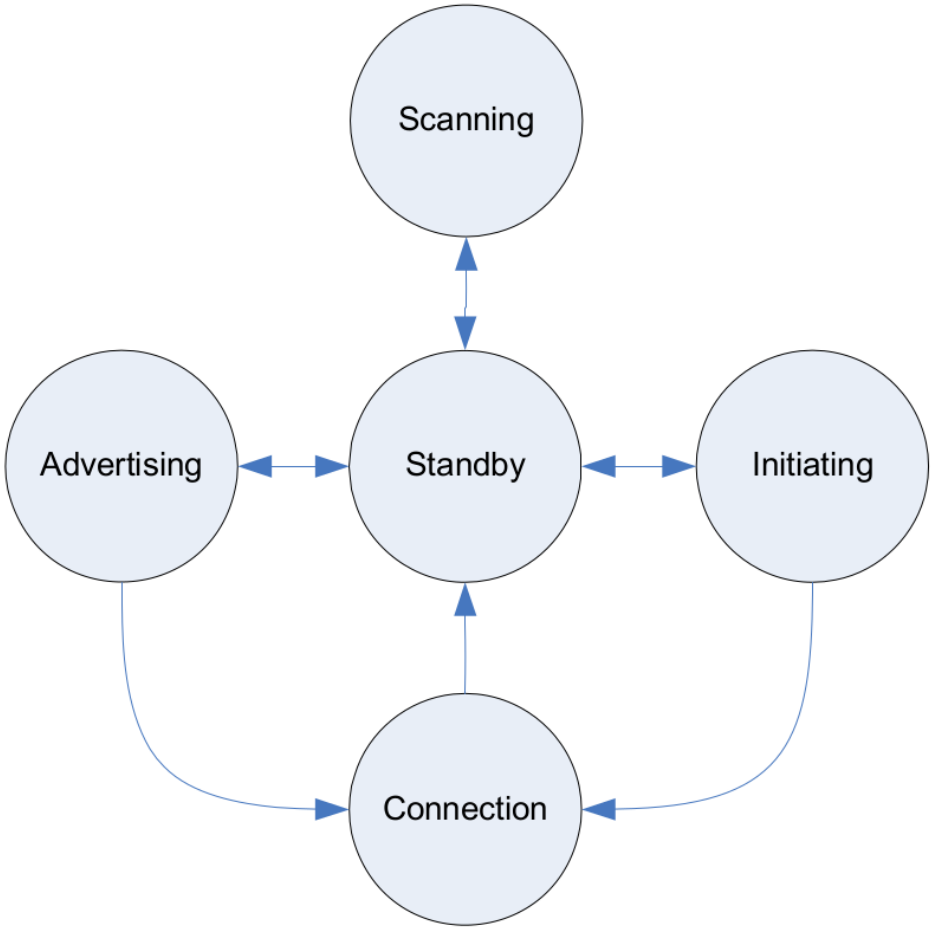
- **Initiating**

  Ecoute d'advertisements

  Réponse par connexion

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Link Layer



- **Idle**

  On ne fait rien

- **Advertising**

  Broadcast, connectable ou non

- **Scanning**

  Ecoute d'advertisements

- **Initiating**

  Ecoute d'advertisements

  Réponse par connexion

- **Connection**

  Connecté

  Master (depuis Initiating) ou

  Slave (Depuis Advertising)

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Plan

ATT

A protocol for discovering, reading, and writing attributes on a peer device.

ATTribute

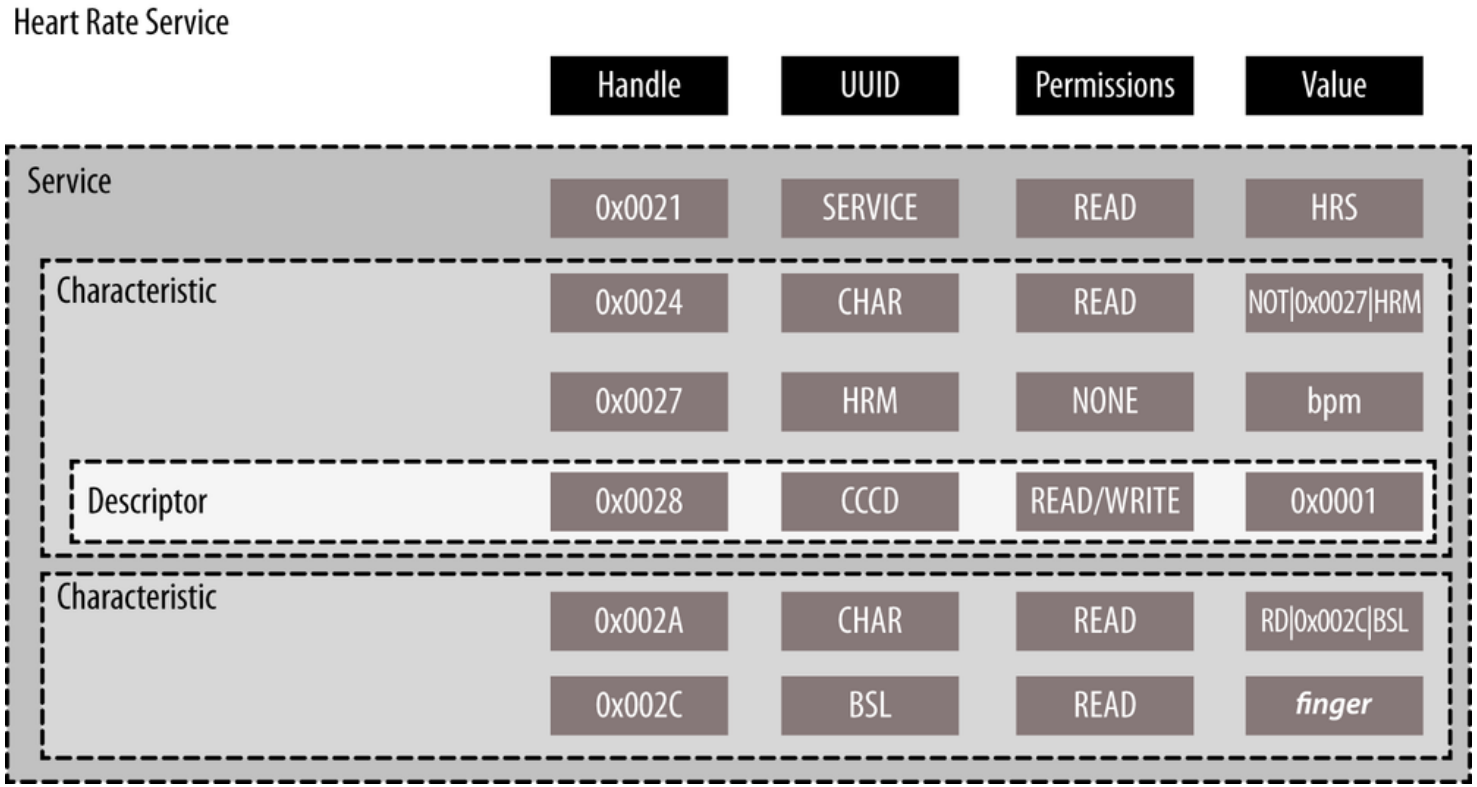
- Type : Ce que l'attribut représente (UUID)
- Handle : Indentifie l'attribut sur un serveur
- Permissions :
  - Lecture / Écriture
  - Notification
  - Encryption
  - Autorisation
  - Authentification

Un Attribut est une métadonnée définissant une valeur.

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

GATT par l'exemple

Generic **ATT**ribute Profile



"Getting started with bluetooth low energy", R.Davidson, Akiba, Carles Cufí, Kevin Townsend, O'Reilly

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Plan

BlueZ

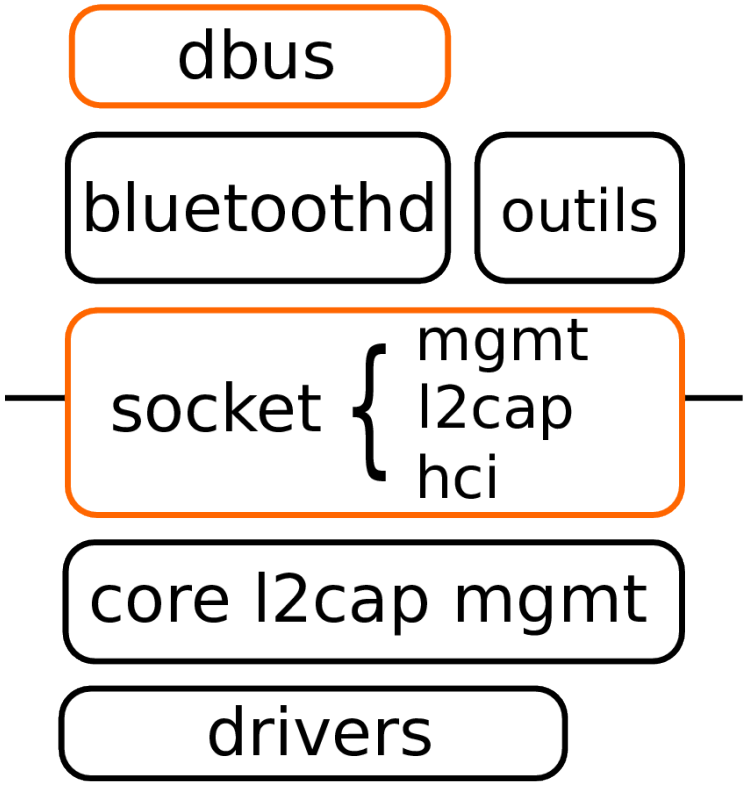
Historique

- 2001 : Max Krasnyansky (Qualcomm) *linux 2.4.6*
- 2004 : Marcel Holtmann (Intel) *linux 2.6*
- 2012 : Low Energy (BlueZ 5.0) *linux 3.5*
- 2016 : BlueZ 5.43

APIs : *DBus*, *Socket*, *Librairie C*

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Bluez : Architecture

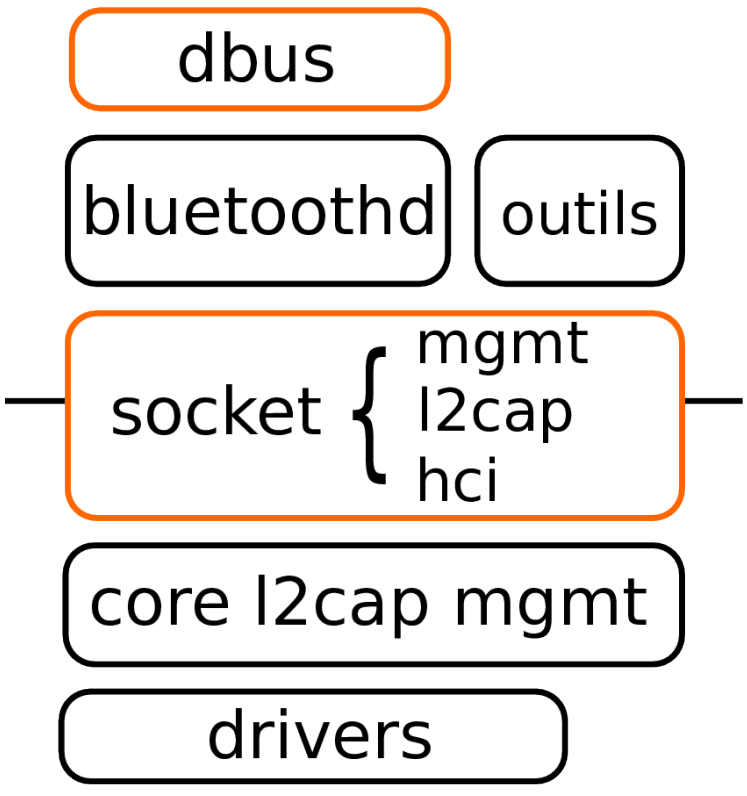


kernel

- HCI
- Drivers
- Protocoles
- mgmt
  l'API à tout faire

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Bluez : Architecture



userspace

- Profils
- API Dbus
- Bluetoothd

  le démon à tout faire

kernel

- HCI
- Drivers
- Protocoles
- mgmt

  l'API à tout faire

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Outils pratiques

bluetoothctl

- UI de bluetoothd
- Gestion des appareils
- Gestion des profils

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Outils pratiques

bluetoothctl

- UI de bluetoothd
- Gestion des appareils
- Gestion des profils

btmgmt

- Utilise la MGMT API
- Gestion du controller
- Gestion du dual-mode

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Outils pratiques

bluetoothctl

- UI de bluetoothd
- Gestion des appareils
- Gestion des profils

btmgmt

- Utilise la MGMT API
- Gestion du controller
- Gestion du dual-mode

btmon

- Monitore HCI
- Monitore MGMT
- Excellent pour le debug

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Outils pratiques

bluetoothctl

- UI de bluetoothd
- Gestion des appareils
- Gestion des profils

btmgmt

- Utilise la MGMT API
- Gestion du controller
- Gestion du dual-mode

btmon

- Monitore HCI
- Monitore MGMT
- Excellent pour le debug

GATT

- gatttool
- btgatt-client
- btgatt-server

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Outils pratiques

bluetoothctl

- UI de bluetoothd
- Gestion des appareils
- Gestion des profils

btmgmt

- Utilise la MGMT API
- Gestion du controller
- Gestion du dual-mode

btmon

- Monitore HCI
- Monitore MGMT
- Excellent pour le debug

GATT

- gatttool
- btgatt-client
- btgatt-server

A voir aussi : *obexctl*, *rfcomm*, *l2ping*, *hciattach*

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Outils pratiques

bluetoothctl

- UI de bluetoothd
- Gestion des appareils
- Gestion des profils

btmgmt

- Utilise la MGMT API
- Gestion du controller
- Gestion du dual-mode

btmon

- Monitore HCI
- Monitore MGMT
- Excellent pour le debug

GATT

- gatttool
- btgatt-client
- btgatt-server

A voir aussi : *obexctl*, *rfcomm*, *l2ping*, *hciattach*
Déprécié : *hciconfig*, *hcitool*, *hcidump*, *sdptool*

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

Démo

Laptop : *Intel 7265, linux 3.19, BlueZ 5.37*
Host - Controller : PCI

TI Sensortag :*TI CC2650, Démonstrateur BLE avec capteurs embarqués, OS TI*
Host - Controller : SoC

Wistiki : *nRF8002, "Tag" connecté, profils "Alert" et "Proximity"*
Host - Controller fusionnés, pas de HCI

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS

C'est fini

Merci

Smile
OPEN SOURCE SOLUTIONS