

MEETUP 14 JUIN 2016

# Toulouse

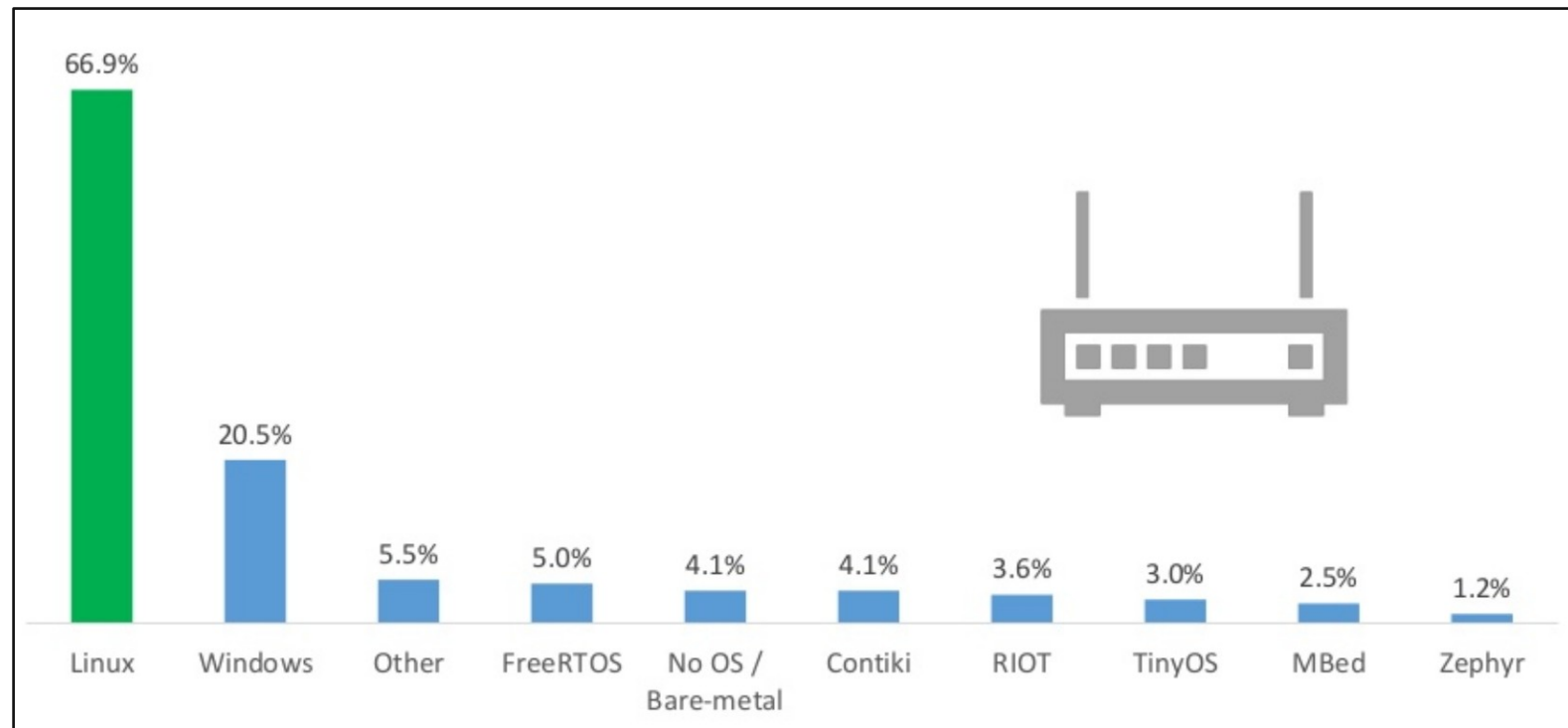
## Support 802.15.4/6LoWPAN pour objets connectés basés Linux

Alexis Lothoré – Smile ECS Toulouse  
[alexis.lothore@smile.fr](mailto:alexis.lothore@smile.fr)  
01/06/2017

1

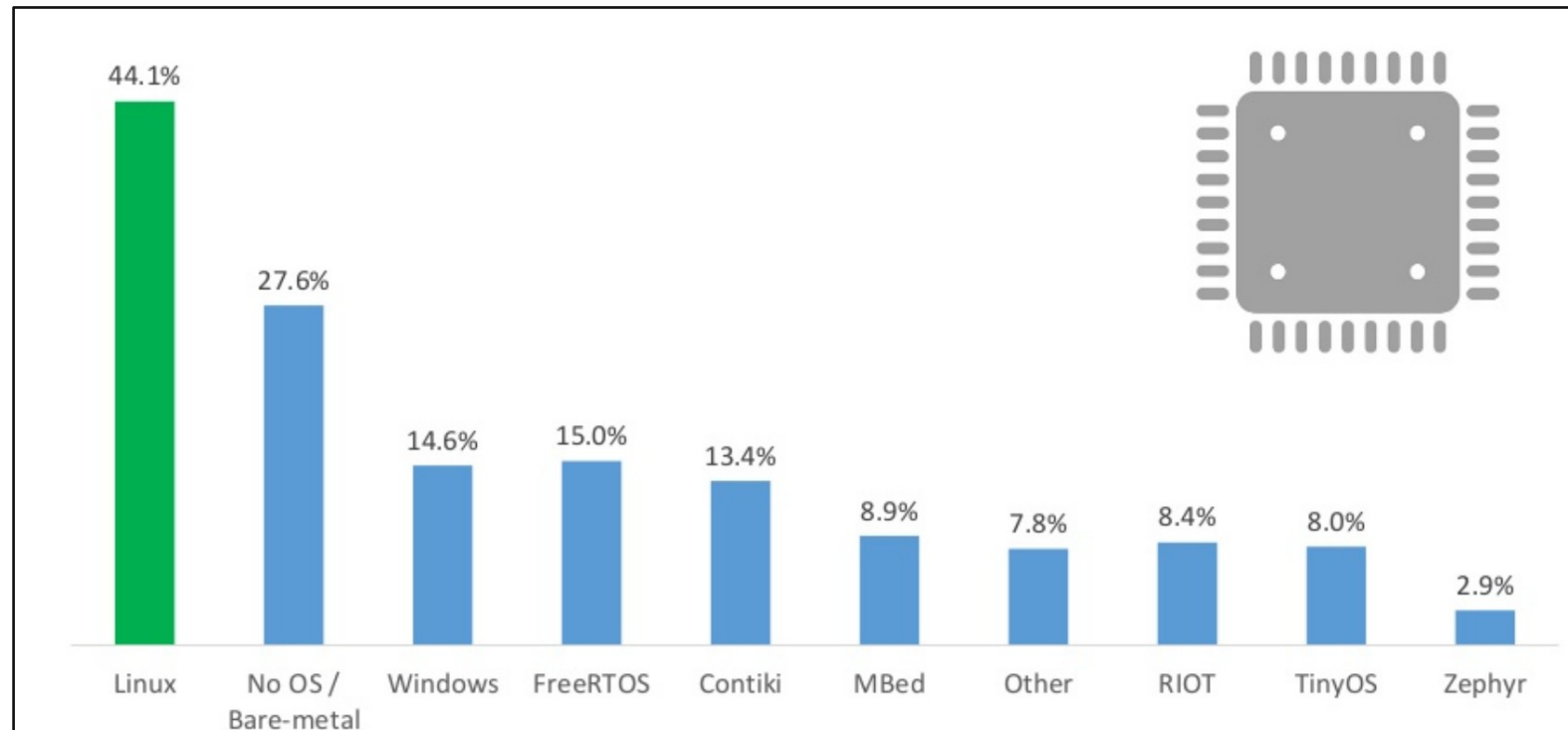
# CONTEXTE

**« Pourquoi s'intéresserait-on aux protocoles IoT sous Linux ? »**



Source : IoT Survey 2017 (<https://www.slideshare.net/IanSkerrett/iot-developer-survey-2017>)

**« Pourquoi s'intéresserait-on aux protocoles IoT sous Linux ? »**



Source : IoT Survey 2017 (<https://www.slideshare.net/IanSkerrett/iot-developer-survey-2017>)



# CONTEXTE

Quelques termes qui vont nous servir par la suite :

- PAN : Personal Area Network
- LoWPAN : Low power Wireless Personal Network

I] 802.15.4

II] 6LoWPAN

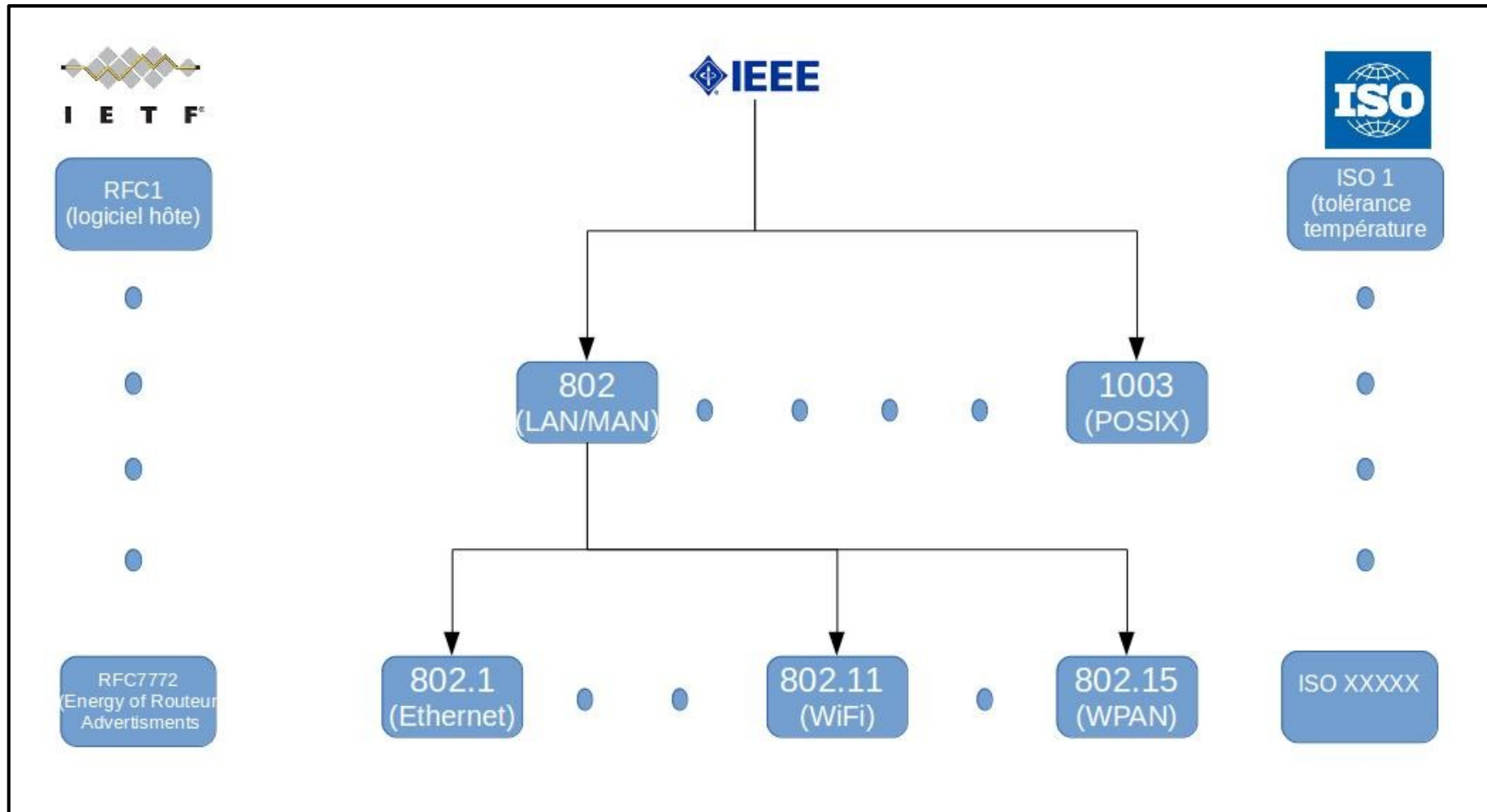
III] Cas d'utilisation et alternatives

I] 802.15.4

II] 6LoWPAN

III] Cas d'utilisation et alternatives

# PROTOCOLE 802.15.4



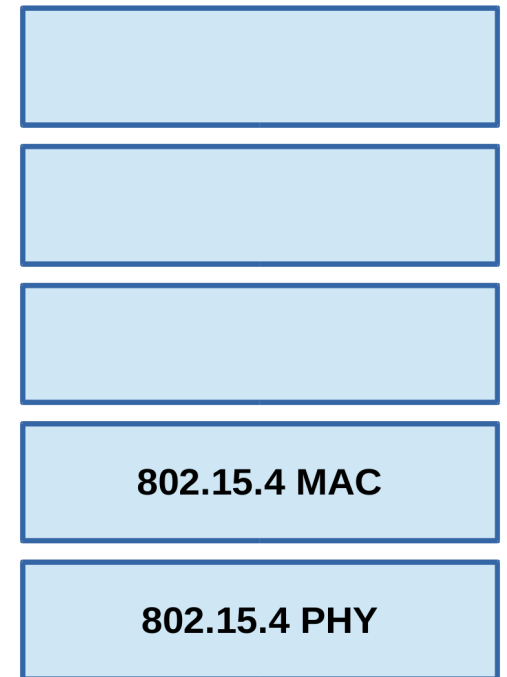
Source : <http://www.linuxembedded.fr/2016/03/protocoles-de-communication-frameworks-et-systemes-dexploitation-pour-les-objets-connectes/>



# PROTOCOLE 802.15.4

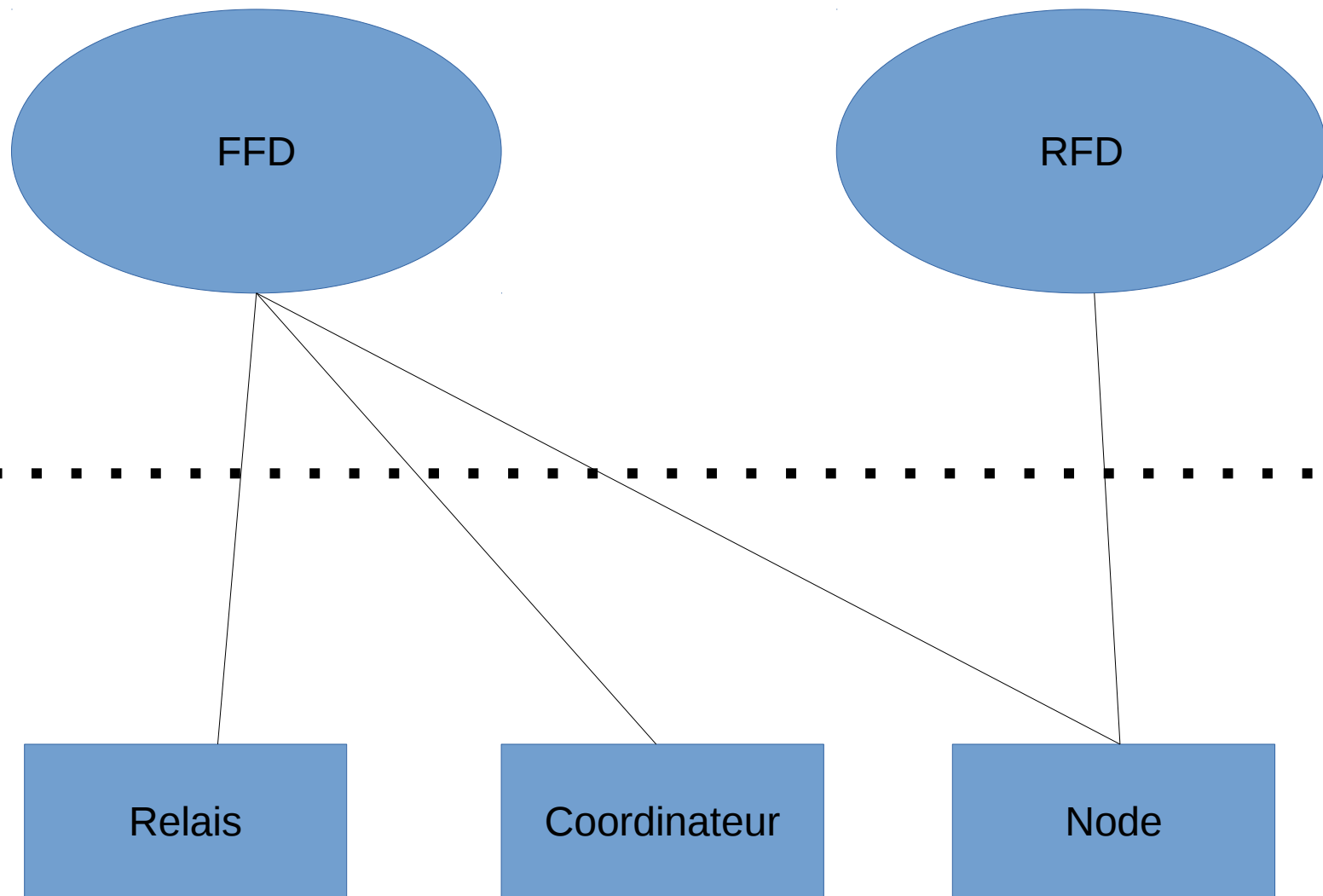
Protocole LWPAN (Low rate Wireless Personal Area Network)

- 868 MHz – 2,4 GHz (915MHz US)
- Accès physique : CSMA/CA
- Faible débit (**250kbit/s**)
- Faible taille de paquets (**MTU 127 octets**)
- Faible portée (**dizaine de mètres**)
- **Faible consommation** (varie selon transceivers, centaines de uA visés en idle)

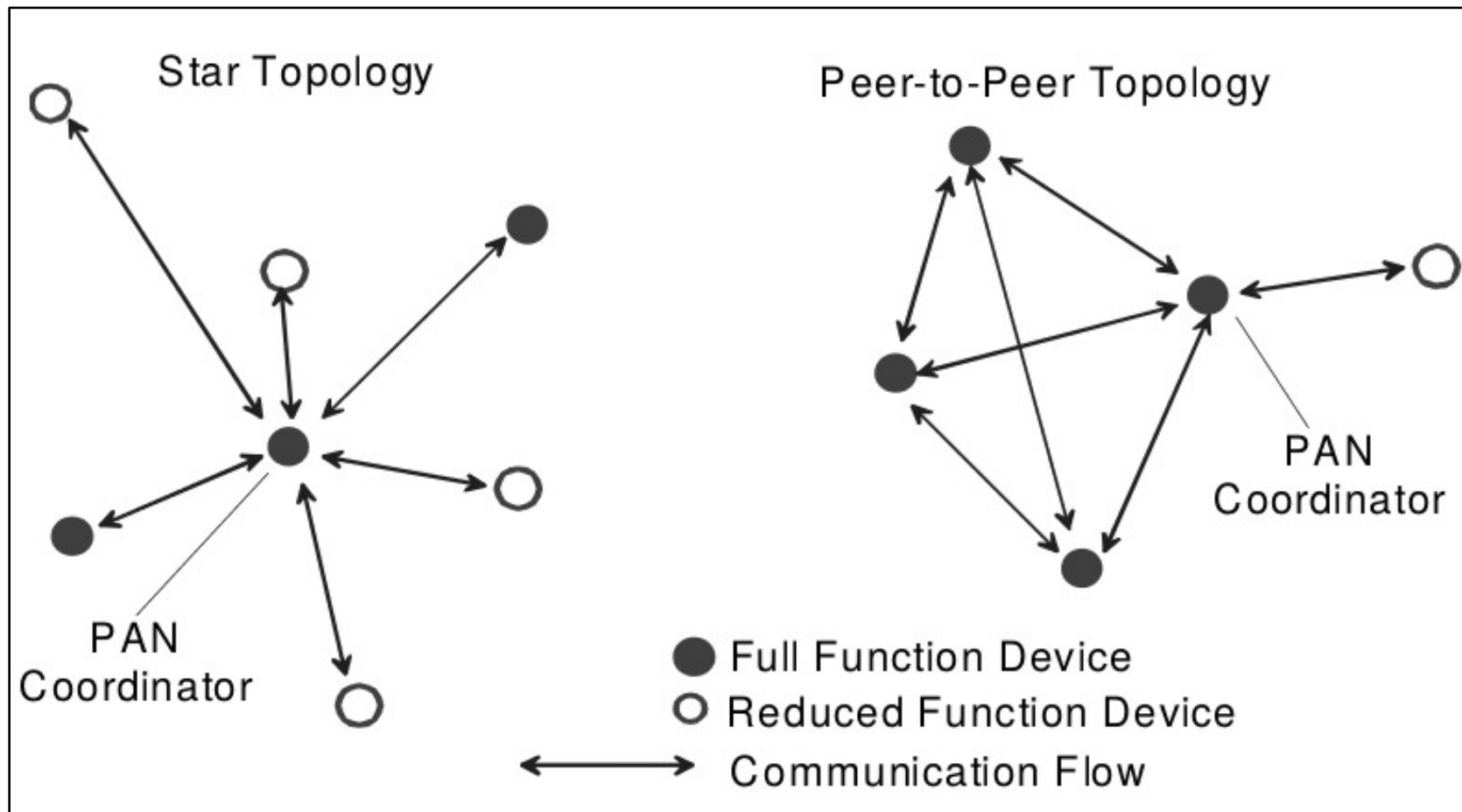


Sert de bases à plusieurs protocoles connus

# PROTOCOLE 802.15.4

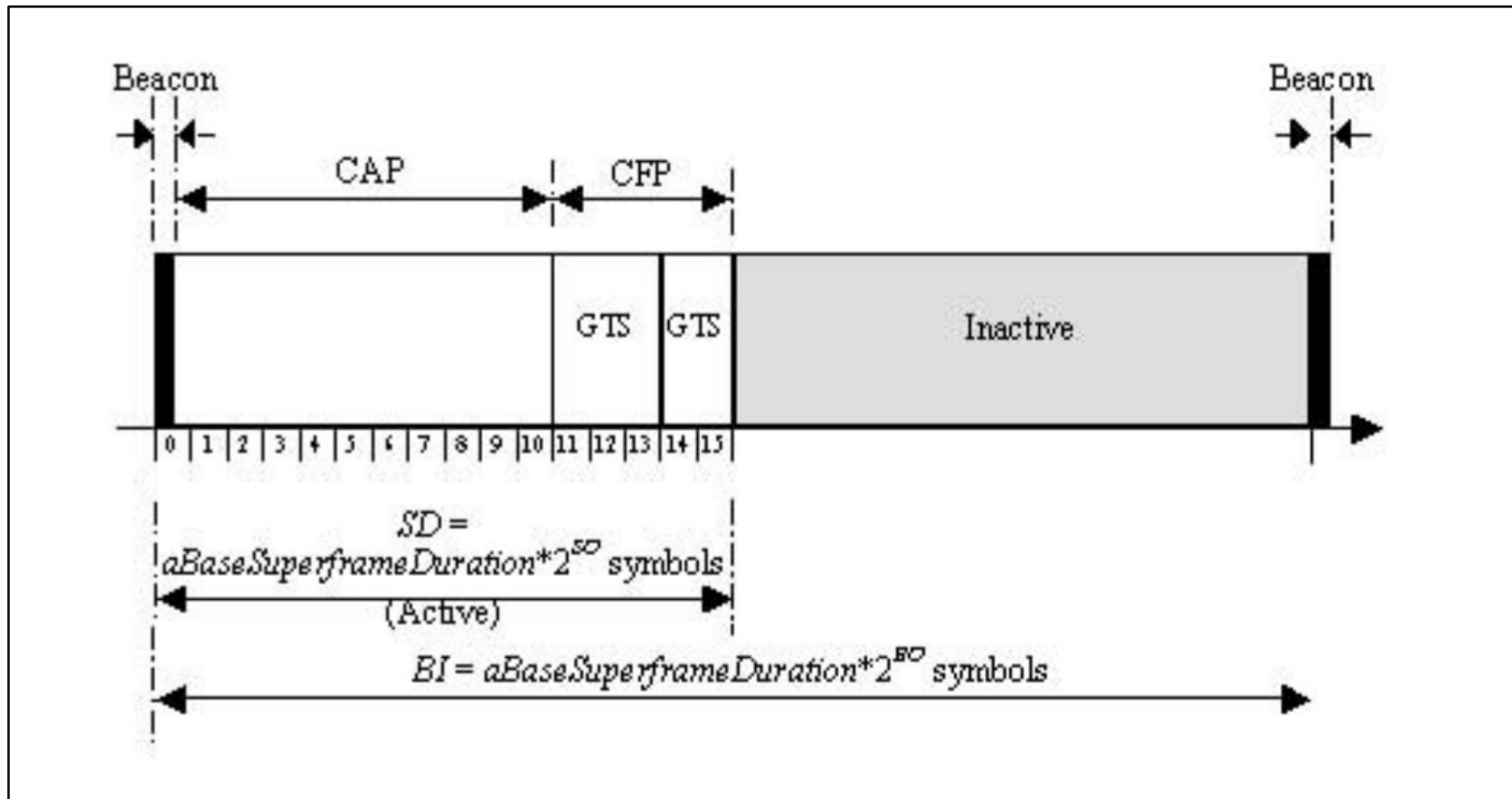


# PROTOCOLE 802.15.4



*Source : IEEE Std 802.15.4 - 2003*

# PROTOCOLE 802.15.4

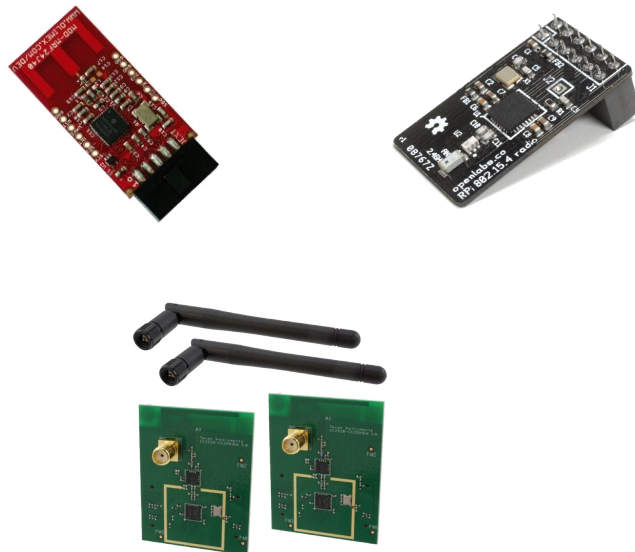


Source : IEEE Std 802.15.4 - 2003

## Kernel :

### **Drivers** (drivers/net/ieee802154)

- at86rf23x, mrf24j40, ca8210, cc2520, etc
- faketb



### **Protocoles** (net/ieee802154)

- ieee802154 (« core »)
- ieee802154 - netlink
- ieee802154 - socket
- ieee802154 - 6lowpan

Userspace :

linux-zigbee :

[git://git.code.sf.net/p/linux-zigbee/linux-zigbee](https://git.code.sf.net/p/linux-zigbee/linux-zigbee)

iz

izattach

izcoordinator

izchat

wpan-tools :

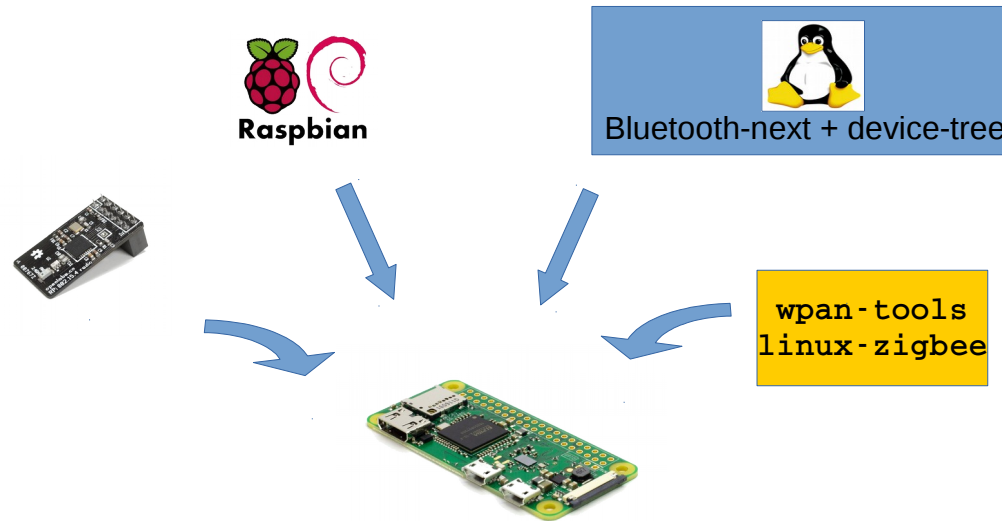
<https://github.com/linux-wpan/wpan-tools.git>  
([wpan.cakelab.org](http://wpan.cakelab.org))

iwpan

wpan-ping

## 802.15.4 ET LINUX

### Implémentation



```
$ iwpan phy
$ iwpan dev
$ iwpan phy phy0 set channel 0 13
$ iwpan dev wpan0 set pan_id 0xcafe
$ iwpan dev wpan0 set short_addr 0x1
```

```
$ wpan-ping 0x1 0x2
$ izchat 0xcafe 0x1 0x2
```

I] 802.15.4

**II] 6LoWPAN**

III] Cas d'utilisation et alternatives



# PROTOCOLE 6LOWPAN

On peut vouloir profiter :

- des services du protocole IP (routage, adressage, etc)
- Des compétences sur protocole largement déployé,
- Des outils basés sur le protocole IP (ssh, ping, etc)

MAIS : les couches inférieures contraignent les possibilités  
(MTU de 127 octets max)

|                   |            |                  |     |              |
|-------------------|------------|------------------|-----|--------------|
| Frame Header (25) | LLSEC (21) | IPv6 Header (40) | UDP | Payload (33) |
|-------------------|------------|------------------|-----|--------------|

*Source : [https://fosdem.org/2017/schedule/event/lowpan\\_embedded/](https://fosdem.org/2017/schedule/event/lowpan_embedded/)*

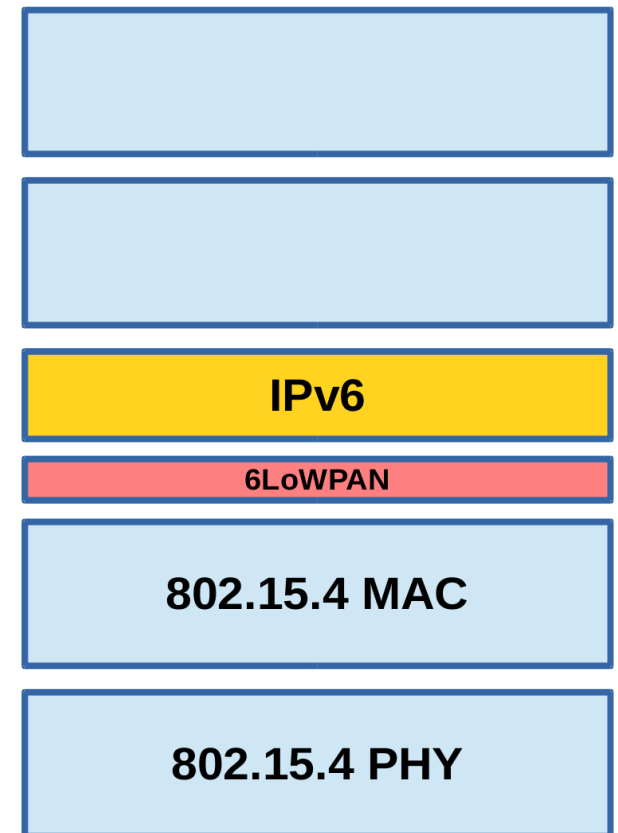
**Solution => le protocole 6LoWPAN**

# PROTOCOLE 6LOWPAN

Protocole proposé par l'IETF

Fonctionnalités :

- Fragmentation/ré-assemblage SOUS la couche Ip
- Header compression (40 octets => 2 octets !)
- « Next-Header compression » (NHC)
- Autoconfiguration de l'adresse



Kernel :

**IEEE802154** (net/ieee802154/6lowpan)

- ieee802154\_6lowpan

**Protocole 6LOWPAN** (net/6lowpan)

Plusieurs options activables dans le kernel, principalement pour la compression d'en-têtes

# 6LOWPAN ET LINUX

Userspace :

Pas d'outil à ajouter ! On configure notre interface :

```
$ ip link add link wpan0 name lowpan0 type lowpan
$ ip address add 2001:0a0a:dead:beef::1 dev lowpan0
$ ip link set wpan0 up
$ ip link set lowpan0 up
```

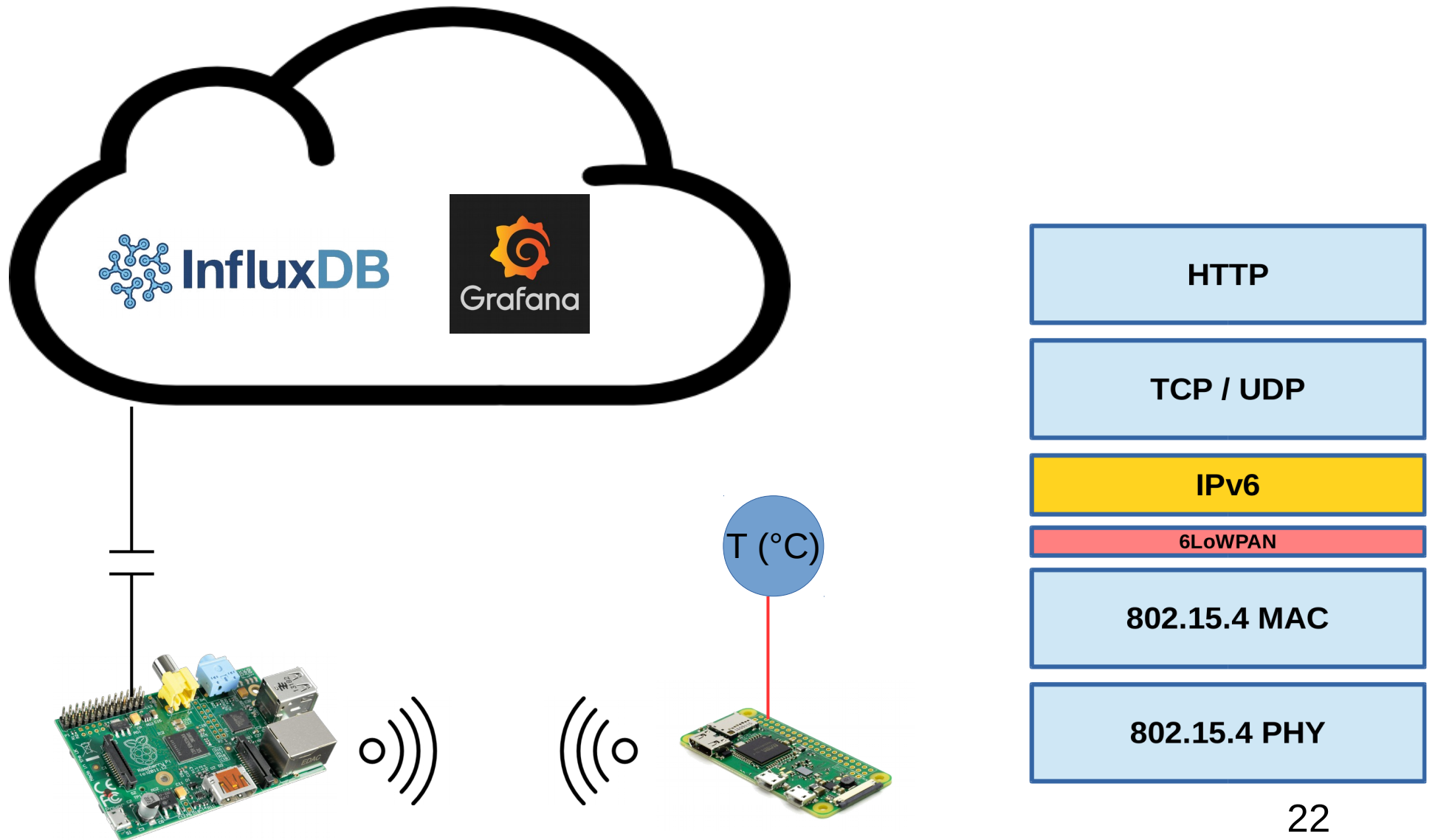
```
$ ping6 2001:0a0a:dead:beef::1
$ ssh root@[2001:0a0a:dead:beef::1]
$ scp -6 ...
$ nc6 ...
```

I] 802.15.4

II] 6LoWPAN

III] Cas d'utilisation et alternatives

# CAS D'UTILISATION



22

# STATUS DU PROJET

Le support du 802.15.4 et du 6LoWPAN est encore en cours de développement

| Feature  | Linux   | RIOT | Contiki |
|--|---------|------|---------|
| IEEE 802.15.4: data and ACK frames                                 | ✓       | ✓    | ✓       |
| IEEE 802.15.4: beacon and MAC command frames                       | ✗       | ✗    | ✗       |
| IEEE 802.15.4: scanning, joining, PAN coordinator                  | ✗       | ✗    | ✗       |
| IEEE 802.15.4: link layer security                                 | ✓       | ✗    | ✓       |
| 6LoWPAN: frame encapsulation, fragmentation, addressing (RFC 4944) | ✓       | ✓    | ✓       |
| 6LoWPAN: IP header compression (RFC 6282)                          | ✓       | ✓    | ✓       |
| 6LoWPAN: next header compression, UDP only (RFC 6282)              | ✓       | ✓    | ✓       |
| 6LoWPAN: generic header compression (RFC 7400)                     | ✗       | ✗    | ✗       |
| 6LoWPAN: neighbour discovery optimizations (RFC 6775)              | Partial | ✓    | ✗       |
| RPL: IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks        | ✓       | ✓    | ✓       |
| Mesh link establishment draft                                      | ✗       | ✗    | ✗       |

Source : [https://fosdem.org/2017/schedule/event/lowpan\\_embedded/](https://fosdem.org/2017/schedule/event/lowpan_embedded/)

- Initialisation : intégration a systemd / networkd ? NetworkManager ?

# ALTERNATIVE

Interface Contiki  
avec Tun/Slip

6lbr



# QUELQUES SOURCES

- Présentation FOSDEM 2017 :  
[https://fosdem.org/2017/schedule/event/lowpan\\_embedded/attachments/slides/1729/export/events/attachments/lowpan\\_embedded/slides/1729/FOSDEM\\_2017\\_linux\\_wpan.pdf](https://fosdem.org/2017/schedule/event/lowpan_embedded/attachments/slides/1729/export/events/attachments/lowpan_embedded/slides/1729/FOSDEM_2017_linux_wpan.pdf)
- Standard IEEE 802.15.4 : <http://user.engineering.uiowa.edu/~mcover/lab4/802.15.4-2003.pdf>
- RFC4944 (6LoWPAN) : <https://tools.ietf.org/html/rfc4944>
- Guide Openlabs : <http://openlabs.co/blog/archives/1-6LoWPAN-kernel-on-a-Raspberry-Pi>