

Réseaux de capteurs

- Un ensemble de capteurs autonomes interconnectés à faible coût qui coopèrent par un réseau de communications pour rendre un service dans une certaine zone géographique.

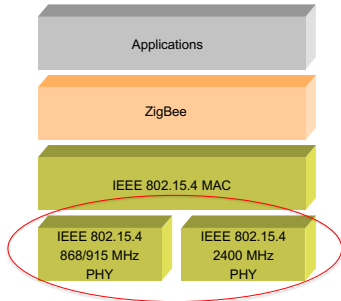
Capteurs

- Monitorer l'environnement:
 - température, humidité, mouvement des véhicules, illumination, pression, composition chimique, niveau de bruit, présence, taille, vitesse, accélération, direction, etc.

Capteurs

- Énergie fournie par batterie
- Peut réaliser:
 - acquisition des mesures
 - traitement des mesures
 - stockage des mesures
 - communication des mesures

802.15.4 / ZigBee Architecture



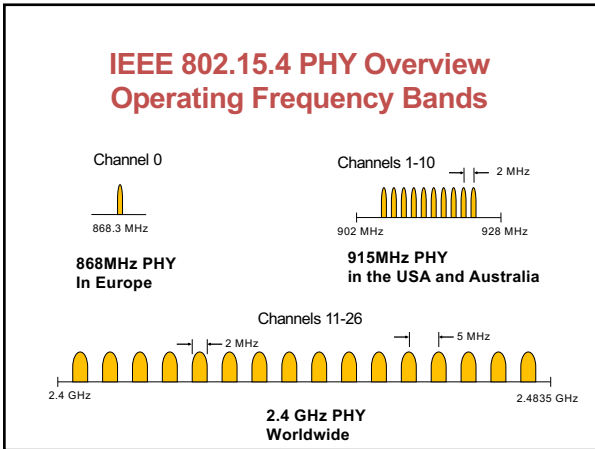
Slide adapté de Joe Dvorak, Motorola

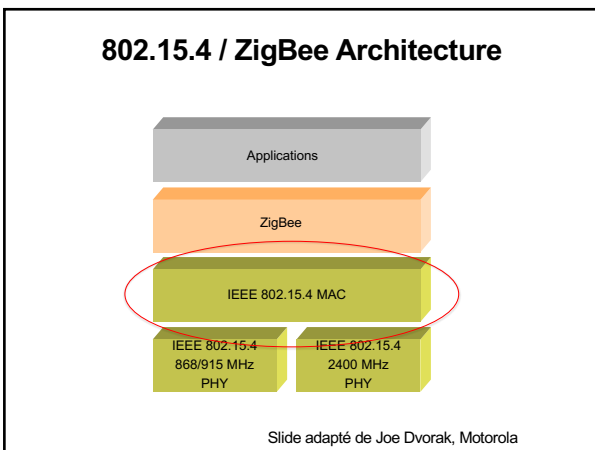
802.15.4

- PHY speeds
 - 250 kbps
 - 40 kbps
 - 20 kbps.
- Modulation: BPSK for 20 and 40 kbps, O-QPSK with DSSS for 250 kbps

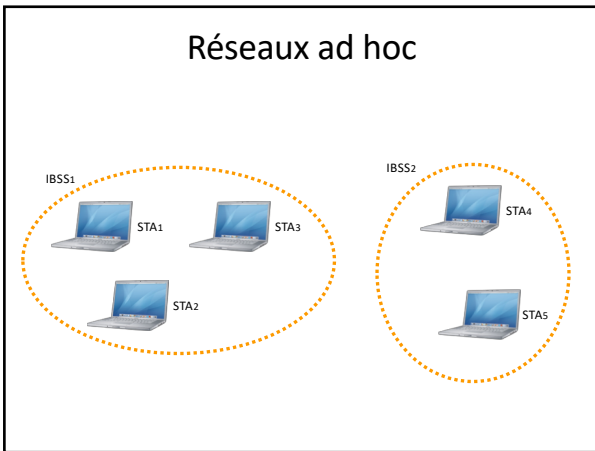
802.15.4 Physical layer

- Channels
 - 16 channels in the 2.4 GHz ISM band
 - 10 channels in the 915 MHz ISM band in the USA and Australia
 - 1 channel in the European 868 MHz band
 - 1 channel in China's 784 MHz band





Protocole de base: CSMA/CA



- CSMA/CA est utilisé aussi dans les réseaux permanents, appelés « basés sur infrastructure »

11

Quelques principes

- CSMA/CA est utilisé dans 802.11 et 802.15.4
- CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access / Collision avoidance
- Son objectif est d'éviter les collisions entre transmissions
- Pour pouvoir détecter les transmission en cours...

12

CCA

- CSMA/CA se base sur le service Clear Channel Assessment offert par la couche physique à la couche MAC
- La DSP (densité spectrale de puissance) moyenne est mesurée pendant un interval T_{CCA} .
- Si cette DSP dépasse un seuil, le dispositif conclut que le canal est occupé

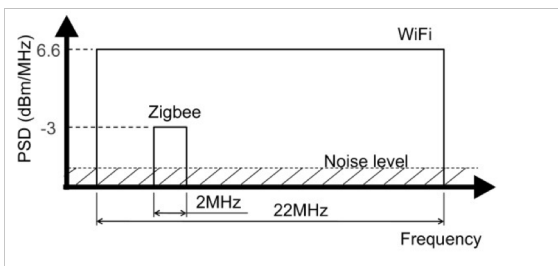
13

Comparaison de CCA pour 802.15.4 et 802.11

Paramètre	802.15.4	802.11
BW (MHz)	2	22
Puissance de Tx (dBm)	0	20
PSD (dBm/MHz)	-3	6.6
T_{CCA} (μ s)	128	< 4
T_{RxTx} (μ s)	192	< 5
Durée min. paquet (μ s)	320	28
Durée max. paquet (μ s)	4256	12416

14

Qui détecte plus de puissance?



15

Qui détecte les transmissions de qui?

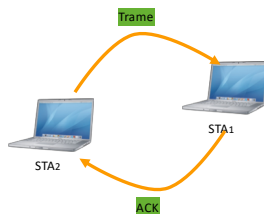
- 802.11 transmet 20 dBm et 802.15.4 seulement 0 dBm
- 802.11 a une bande passante de 22 MHz (n, ac et ad encore plus grande) tandis que 802.15.4 seulement 2 MHz.
- La combinaison de ces deux facteurs fait que 802.15.4 détecte environ 8 fois plus de puissance des transmissions 802.11 (9.6 dB de plus)
- Le mécanisme CCA dans 802.15.4 détecte donc les transmissions 802.11 mais WiFi ne détecte pas toujours (presque jamais selon Tytgat et al. 2011) les transmissions 802.15.4.

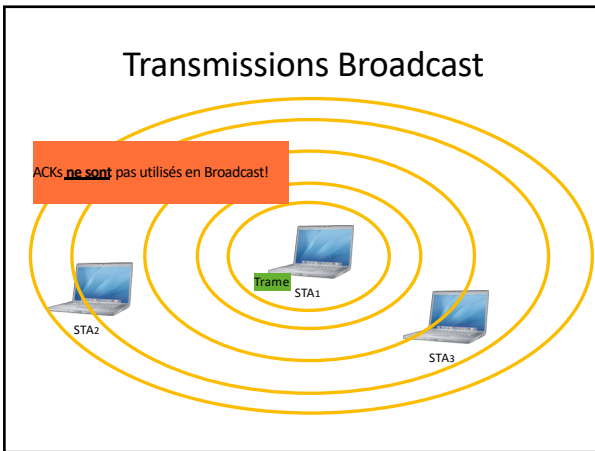
16

Opération de CSMA/CA (et RTS/CTS)

17

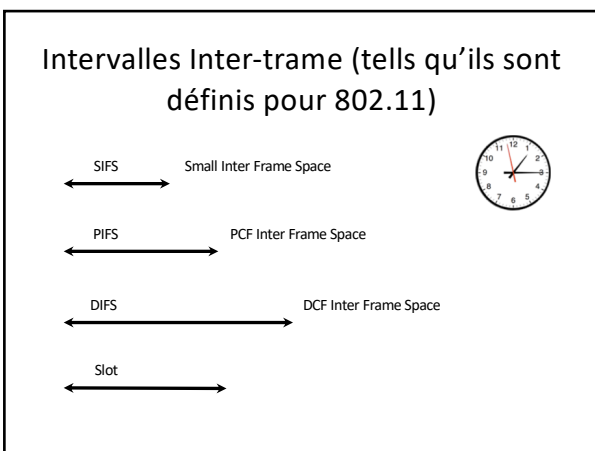
Transmissions unicast





LES Méthodes d'accès (arbitrage)

- CSMA/CA
- RTS/CTS



CSMA/CA

- Ecouter le canal pendant DIFS. S'il n'y a pas d'activité, transmettre
- S'il y en a, attendre la fin de la transmission et écouter la porteuse pendant DIFS plus un nombre aléatoire de Slots. Transmettre si le canal est libre
- S'il n'est pas libre, recommencer la procédure mais en utilisant cette fois-ci le temps restant
- Pour les transmissions unicast, la station réceptrice attend SIFS et transmet un acquittement

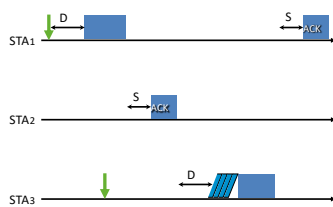
Type de diagramme à utiliser

- Axes horizontaux de temps, un par dispositif.
 - Intervalles (SIFS, DIFS, PIFS, AIFS, Slots)
 - Trames
 - NAV

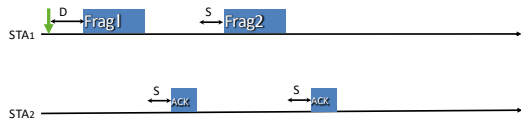
23

CSMA/CA for Unicast Frames

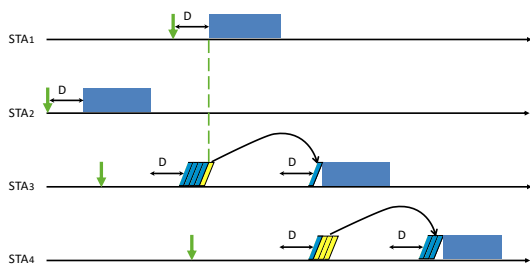
- Ecouter le canal pendant DIFS. S'il n'y a pas d'activité, transmettre
- S'il y en a, attendre la fin de la transmission et écouter la porteuse pendant DIFS plus un nombre aléatoire de Slots. Transmettre si le canal est libre
- S'il n'est pas libre, recommencer la procédure mais en utilisant cette fois-ci le temps restant
- Pour les transmissions unicast, la station réceptrice attend SIFS et transmet un acquittement



Fragmentation CSMA/CA Trames unicast



CSMA/CA for Trames broadcast



Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission d'une station STA1 à une autre stations STA2 si la méthode d'accès CSMA/CA est utilisée

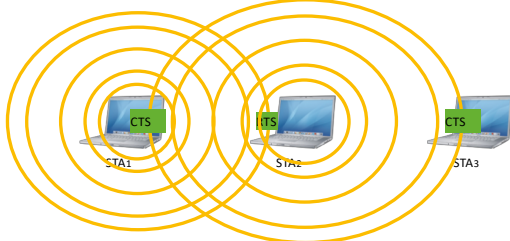
Exercice

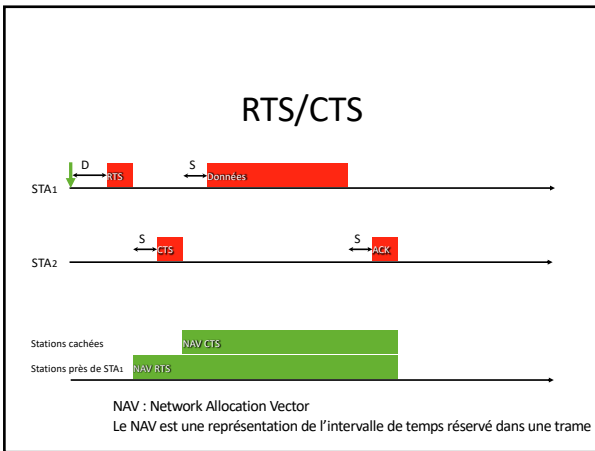
- Dessinez les trames pour la transmission d'une trame broadcast envoyée par une station

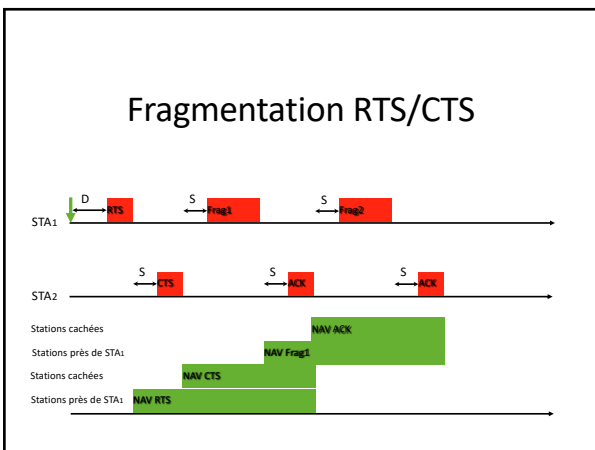
Le problème des stations cachées - RTS/CTS



RTS/CTS







Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission unicast d'une station STA1 à une autre stations STA2 si la méthode d'accès RTS/CTS est utilisée

Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission broadcast d'une station STA1 si toutes les stations sont réglées pour utiliser la méthode d'accès RTS/CTS

Le cas de 802.11

- Le mode infrastructure est très souvent utilisé
- Dans ce mode d'opération, les stations communiquent par l'intermédiaire d'un AP (Access Point)
- Toutes les transmissions passent par l'AP dans CSMA/CA ou RTS/CTS

37

Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission unicast entre une station STA1 et une station STA2 dans un réseaux basé sur infrastructure (en présence d'un AP donc)

38

Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission broadcast effectuée par une station STA1 dans un réseaux basé sur infrastructure

39

Coexistence b et g

- Les stations 802.11b ne comprennent pas la modulation utilisée dans 802.11g
- Si des stations 802.11b se trouvent dans la zone de portée d'un réseau 802.11g, des problèmes peuvent se produire
- L'amendement 802.11g introduit le mode protection

Mélanger b et g: Mode protection avec full RTS/CTS

