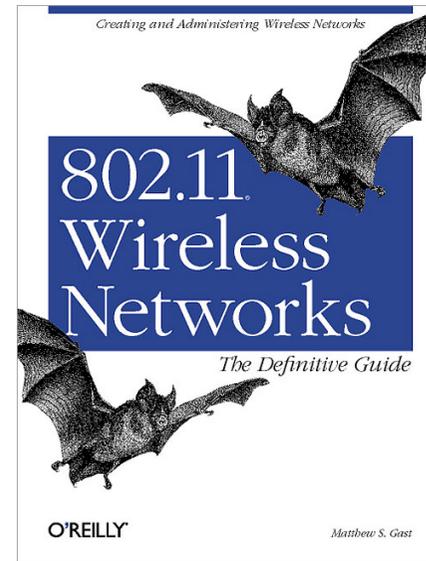
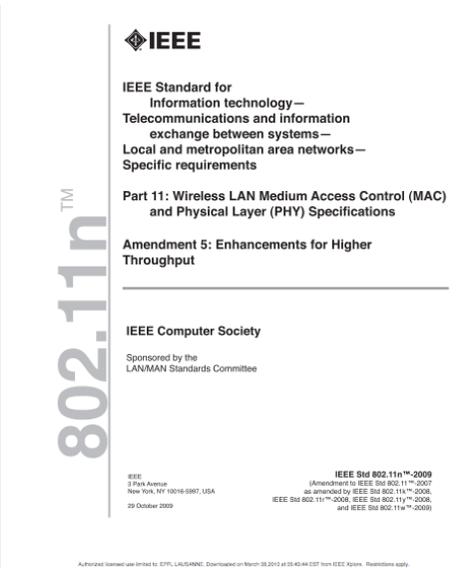
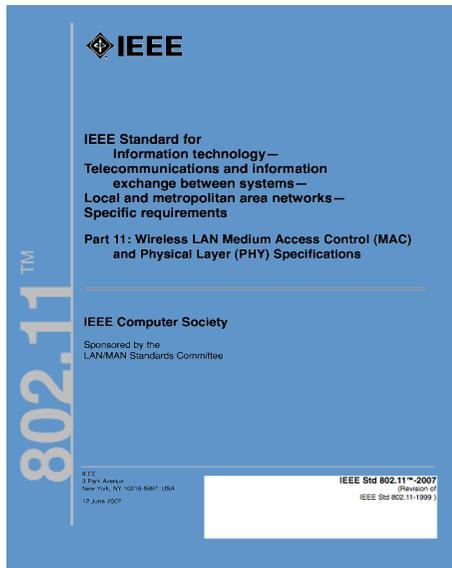


Transmission Sans Fil

Wireless LAN

Bibliographie



Thèmes abordés

Bases des réseaux 802.11

- Normes et consortiums
- Architecture topologique et composants
- Architecture des protocoles
- PHY
- MAC (DCF, PCF, HCF, RSNA)

Histoire brève de Wi-Fi

- Comité IEEE **802.11** formé en 1990
- Norme publiée en 1997 (dispositifs étaient déjà vendus avant)
- Deux variantes ont été ratifiées les deux années suivantes
- La sécurité était faible « volontairement »
- Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA) en 1999
- Nouvelle marque technologique :  Wi-Fi
- La popularité de Wi-Fi augmente avec l'accès Internet haut débit
- WECA change son nom à **Wi-Fi Alliance** en 2000
- En décembre 2009, la Wi-Fi Alliance a plus de 287 membres

Wi-Fi Alliance Sponsors



Critères de conception

- Basse consommation 
- Utilisable dans le monde entier 
- Sécurité équivalente 802.3 
- Transparent pour les applications existantes

Les normes

Norme	Débit nominal en Mbps	Commentaire	Bande de fréquences
IEEE 802.11	1, 2	Première norme	2.4 GHz
IEEE 802.11a	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	Plus faible portée que les autres mais plus de canaux indépendants	5 GHz
IEEE 802.11b	1, 2, 5.5, 11	Compatible avec 802.11g et 802.11 (DSSS)	2.4 GHz
IEEE 802.11g	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54	Très populaire aujourd'hui	2.4 GHz
IEEE 802.11n	Jusqu'à 600 (MCS)	Ratifié en 2009	2.4 GHz/5 GHz

Amendements

Le futur

Norme	Débit nominal en Mbps	Commentaire	Bande de fréquences
IEEE 802.11ac	Max 7 Gb/s	Ratification fin 2013	5-6 GHz
IEEE 802.11ad	Max 7 Gb/s (même vitesse)	Seulement pour distances courtes	60 GHz

Composants des réseaux 802.11

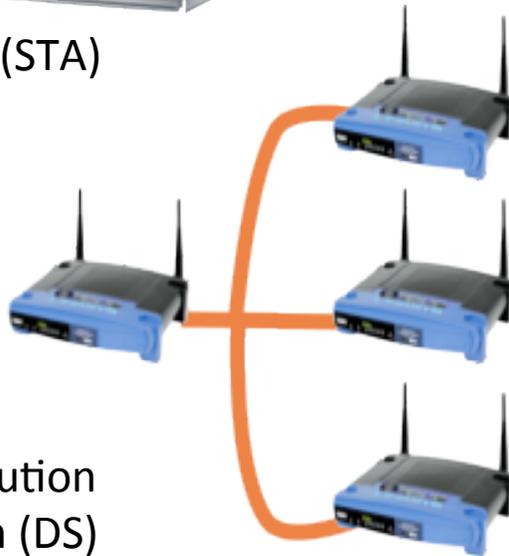


Station
(STA)

Station (STA)

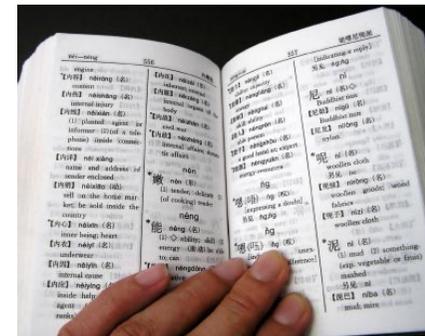


Access Point (AP)



Distribution
System (DS)

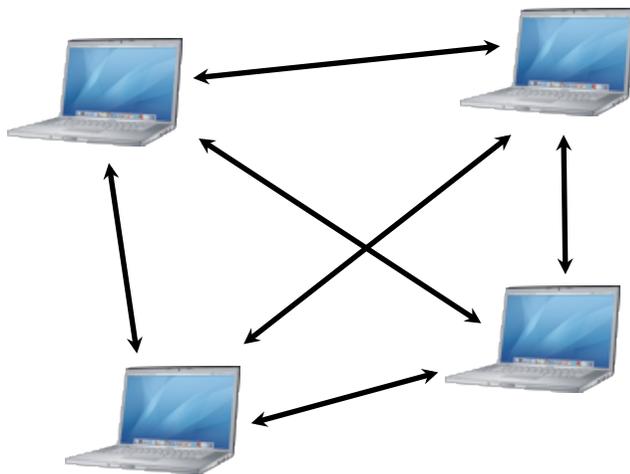
Distribution
System (DS)



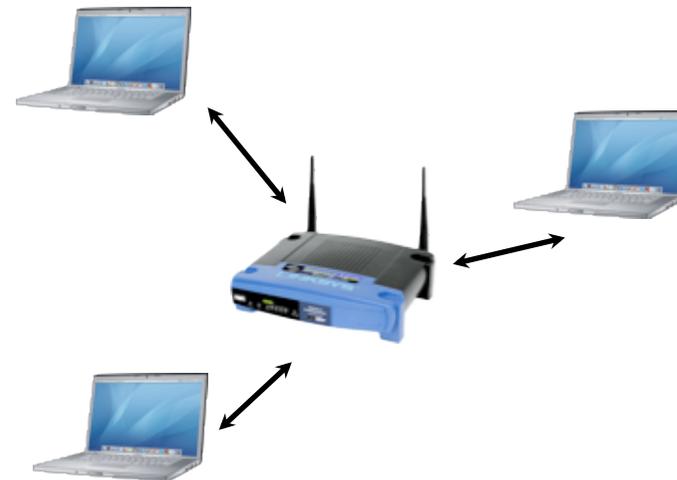
Portail (traduction entre
802.11 et 802.x)

Les réseaux 802.11X fonctionnent dans un de deux modes d'opération

- Ad hoc

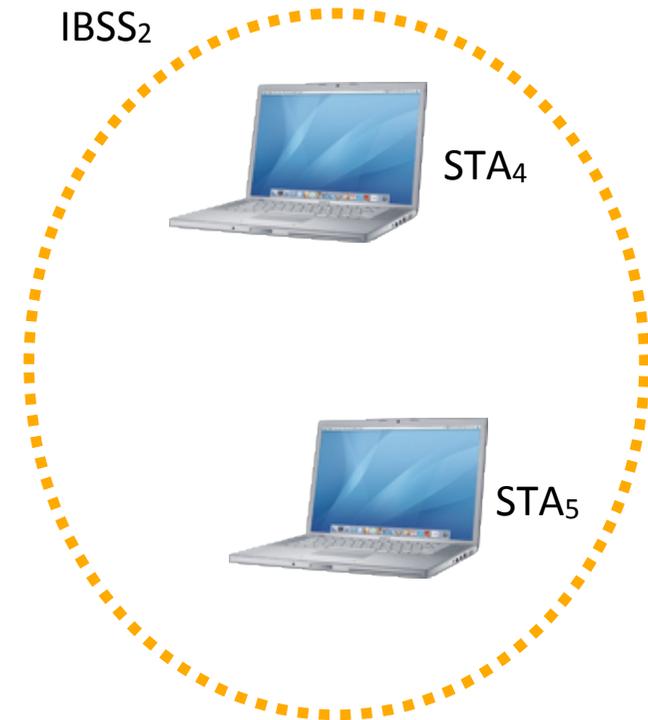


- Infrastructure

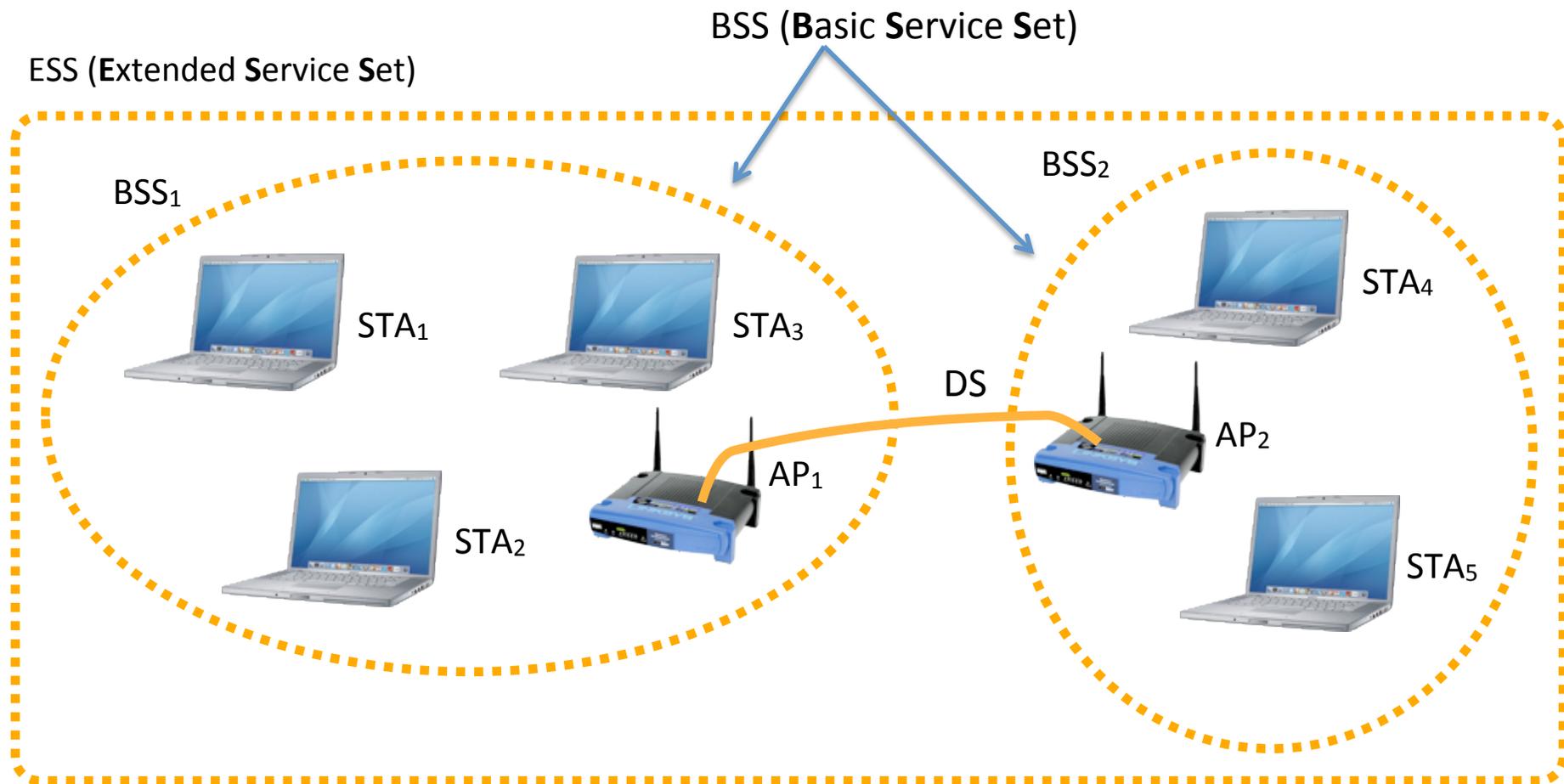


Mode ad hoc

IBSS (Independent **B**asic **S**ervice **S**et)

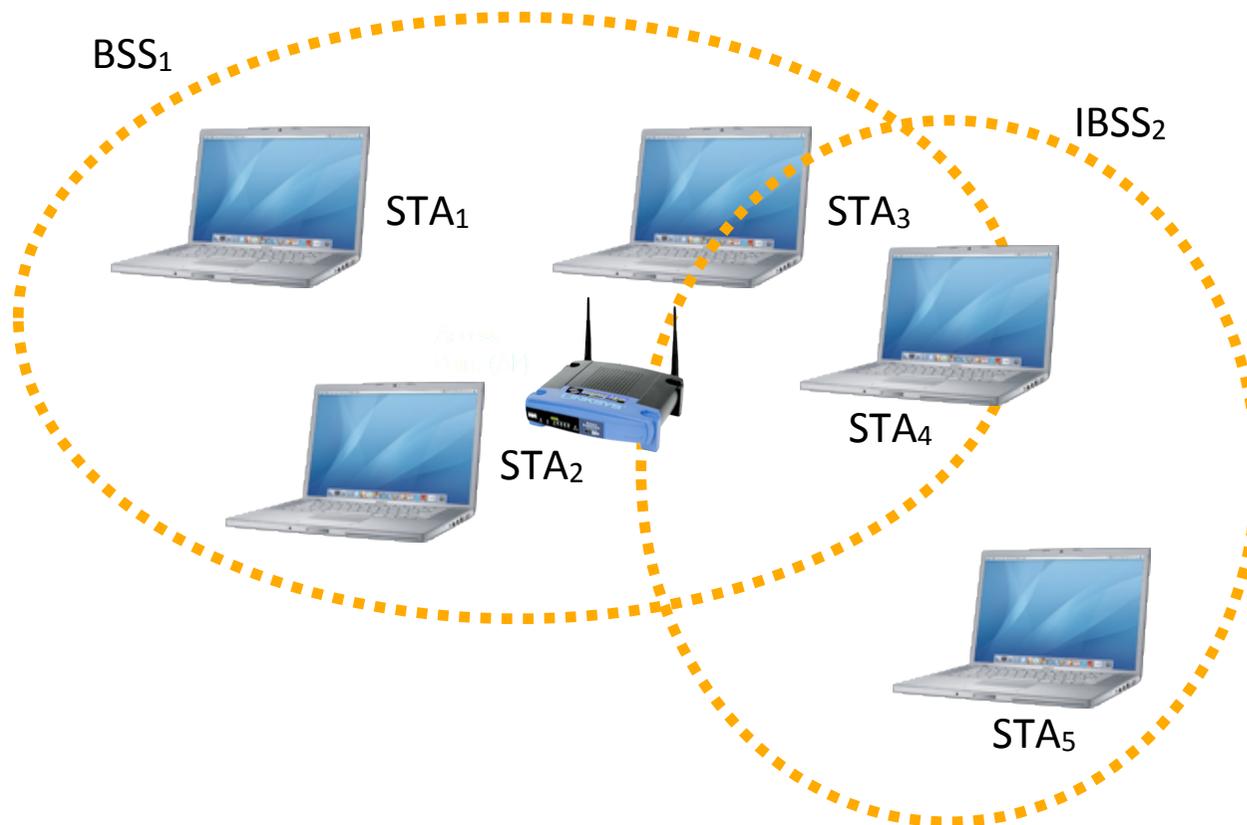


Mode Infrastructure



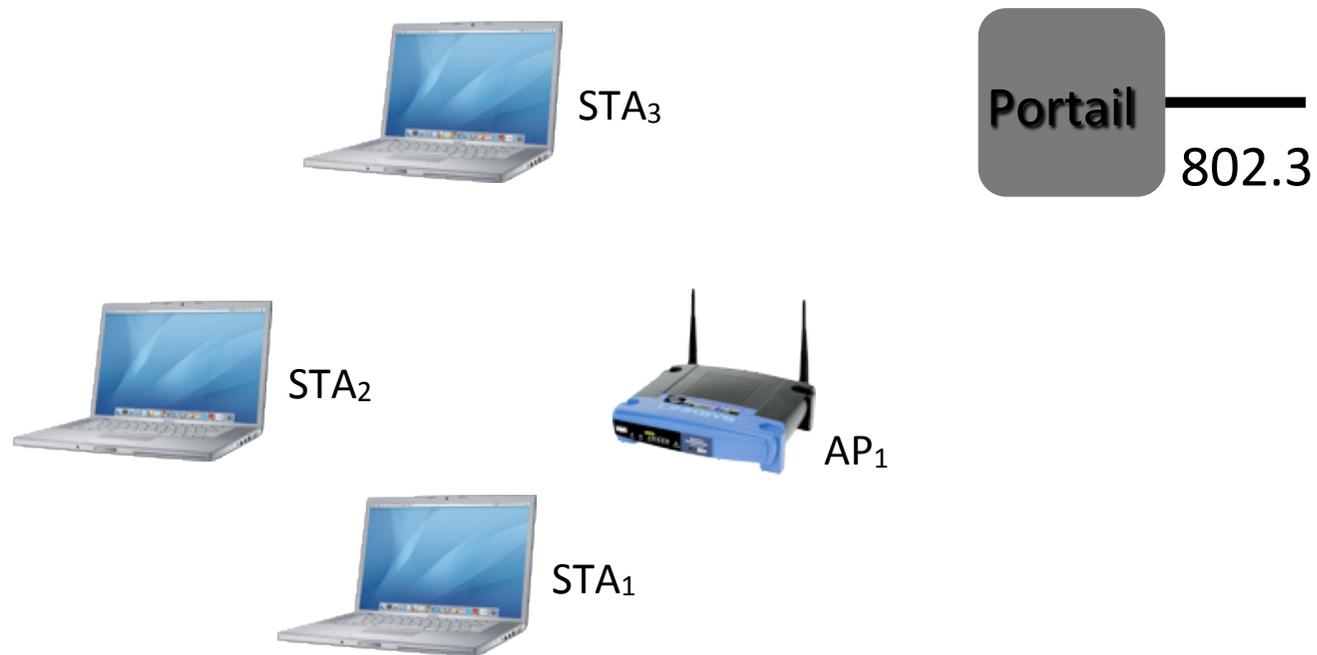
Toutes les trames passent par un AP en mode Infrastructure

Les réseaux peuvent être co-localisés



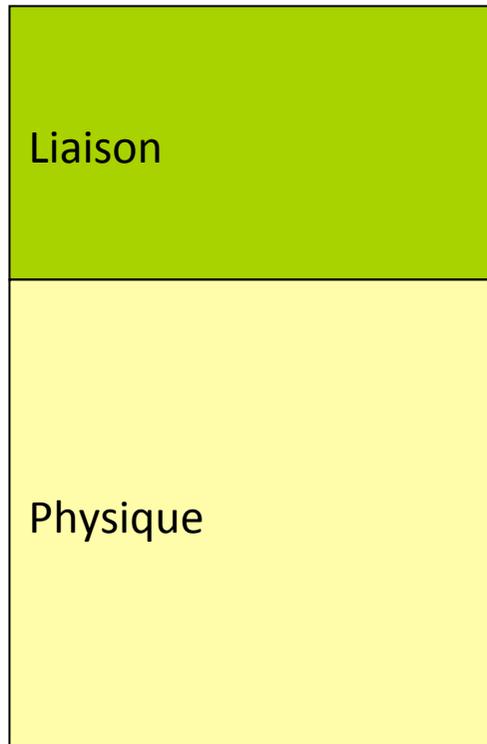
Le portail

Utilisé pour connecter un réseau 802.11 à un autre type de réseau (p. ex. 802.3).

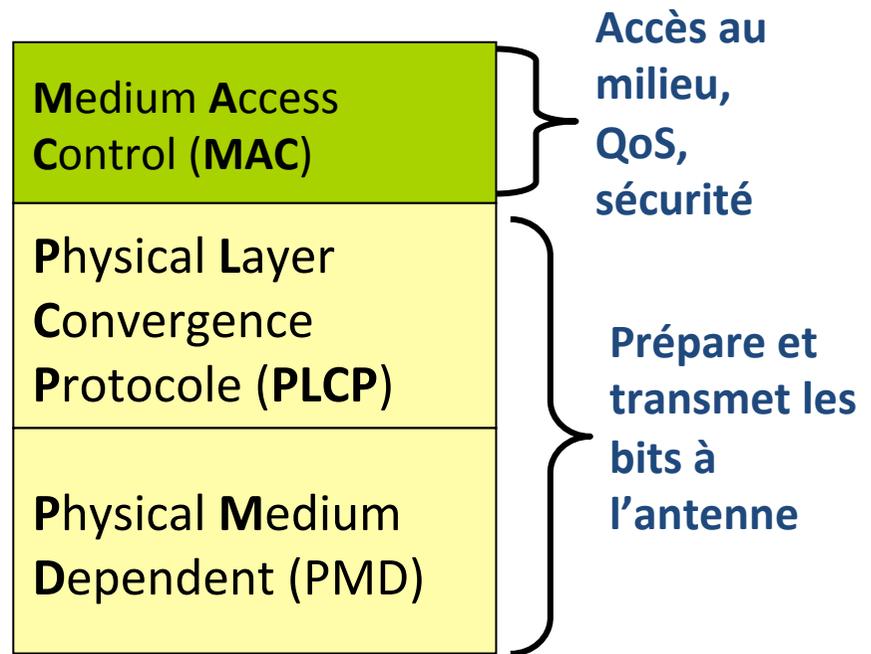


Le portail est déjà intégré dans tous les Access Points

Architecture du protocole



OSI

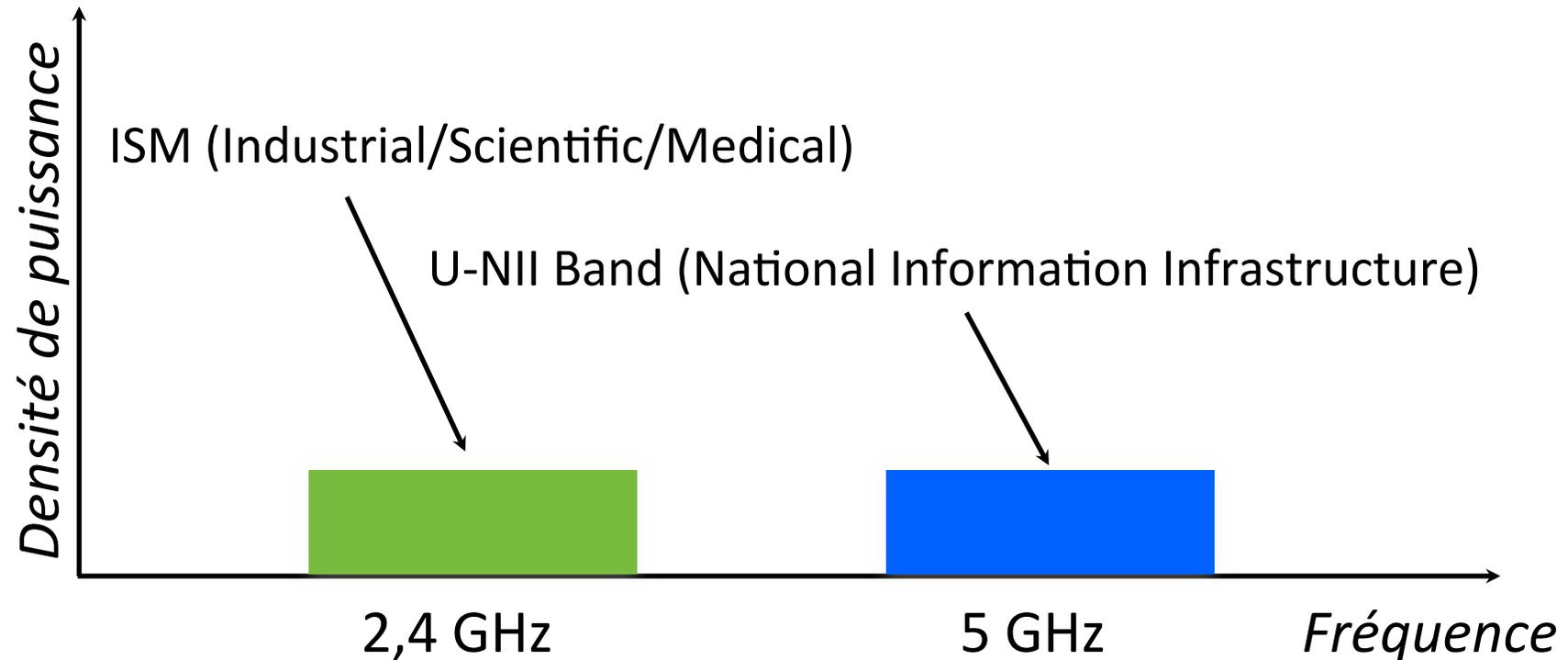


IEEE 802.11

La couche physique

- Fréquences d'opération et canaux
- Link budget
- Modulation
- Structure des trames
- Pratique
 - Séparation des fréquences
 - Compatibilité

Les bandes de fréquence sélectionnées

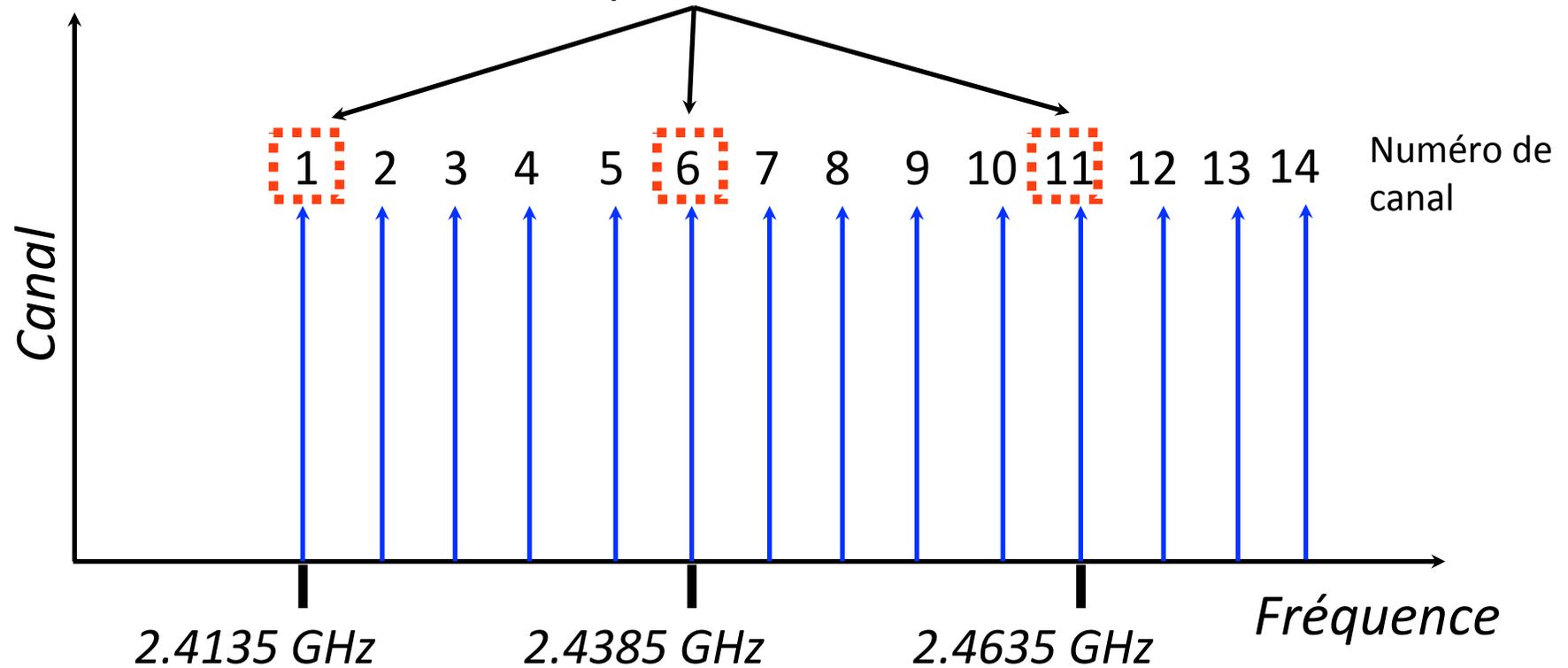


Sélection d'un canal

- Chacune de ces bandes est divisée en canaux.
- Lorsque l'on établit un réseau, un (ou deux pour 802.11n) de ces canaux est utilisé.

Canaux dans la bande ISM 2,4 GHz (802.11, 802.11b, 802.11g)

Les 3 canaux les plus utilisés

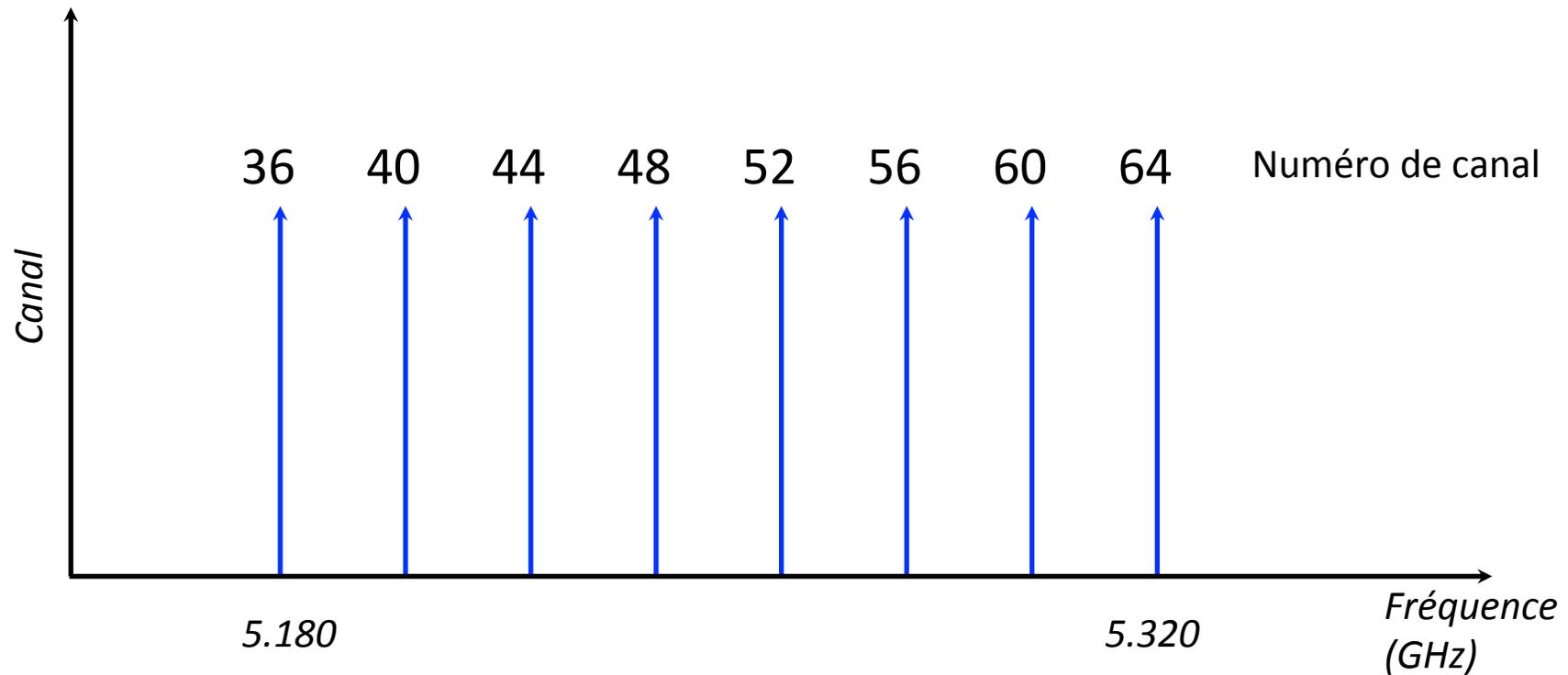


Il y a un chevauchement entre plusieurs canaux adjacents dans cette bande

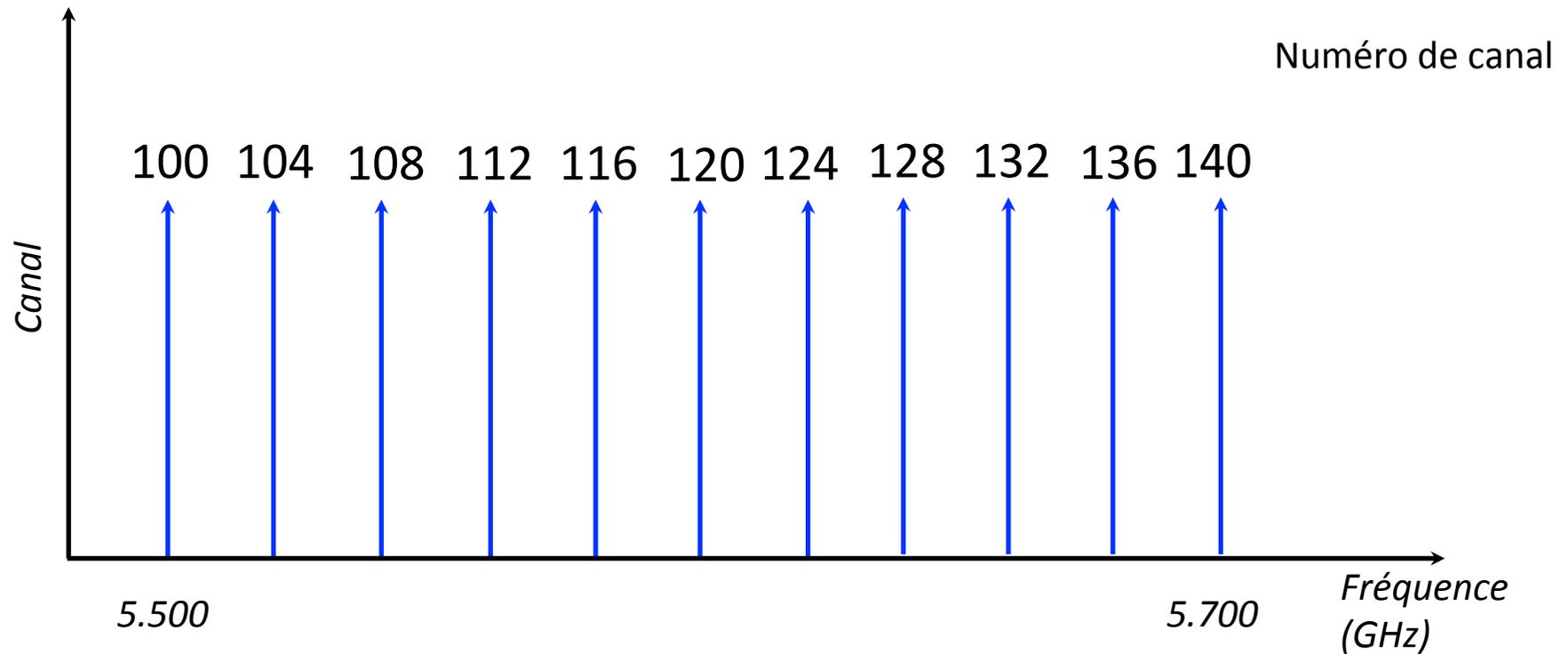
Les canaux permis par les autorités de régulation dans la bande 2,4 GHz Band

- Aux USA et au Canada: 1 à 11
- En Europe (sauf en Espagne): 1 à 13
- En Espagne et au Japon: 1 à 14

Canaux permis en Suisse pour la bande U-NII (802.11a)



Canaux permis en Suisse pour la bande U-NII (802.11a)



Limite de puissance en Europe pour 802.11b et 802.11g

- ETSI EN 300 328-1
20 dBm (-10 dBW) EIRP

Limites dans la bande de 5 GHz

Pays	Puissance EIRP max sans CPT (mW)	Puissance EIRP max avec CPT (mW)
Autriche	200	200
Belgique	60	120
Danemark	50	50
France	200	200
Allemagne	50	50
Irlande	60	120
Pays Bas	200	200
Suède	200	200
Suisse	200	200
Grande Bretagne	60	120

CPT: Contrôle de puissance transmise

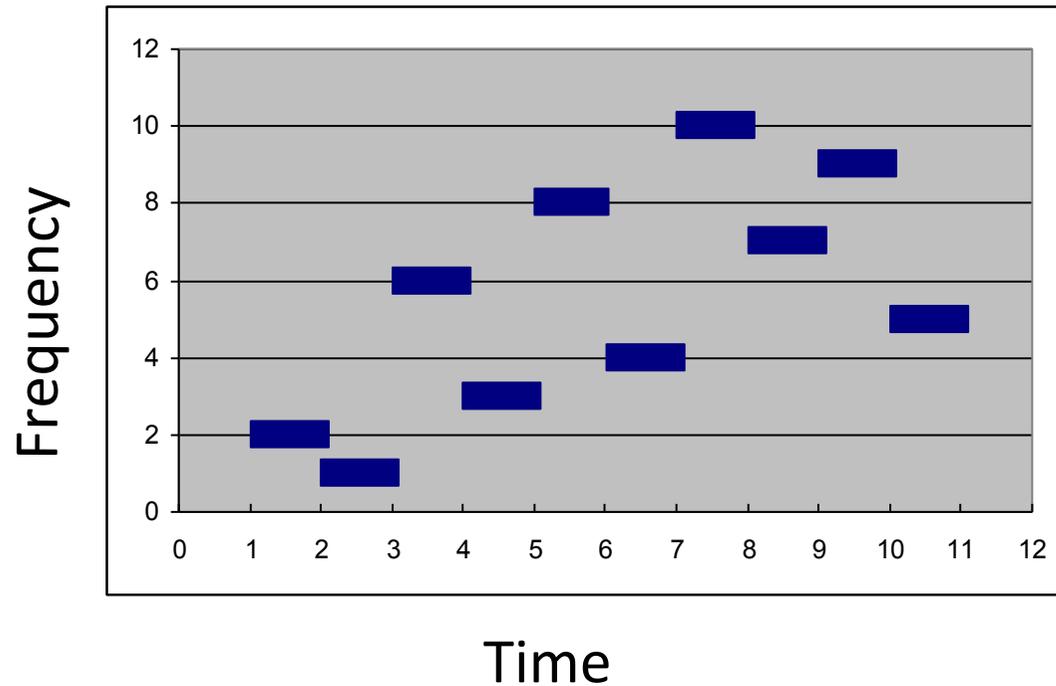
Portée

	À l'intérieur	À l'extérieur
802.11b/g	30 m	200 m
802.11a	15 m	100 m
802.11n	45 m	400 m

Méthodes de transmission et modulation

- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) est utilisé dans une version de **802.11**
- DSSS (direct Sequence Spread Spectrum) et CCK (Complementary Code Keying) sont utilisés dans **802.11** et dans **802.11b**
- OFDM est utilisé dans **802.11g**, **802.11a** et **802.11n**

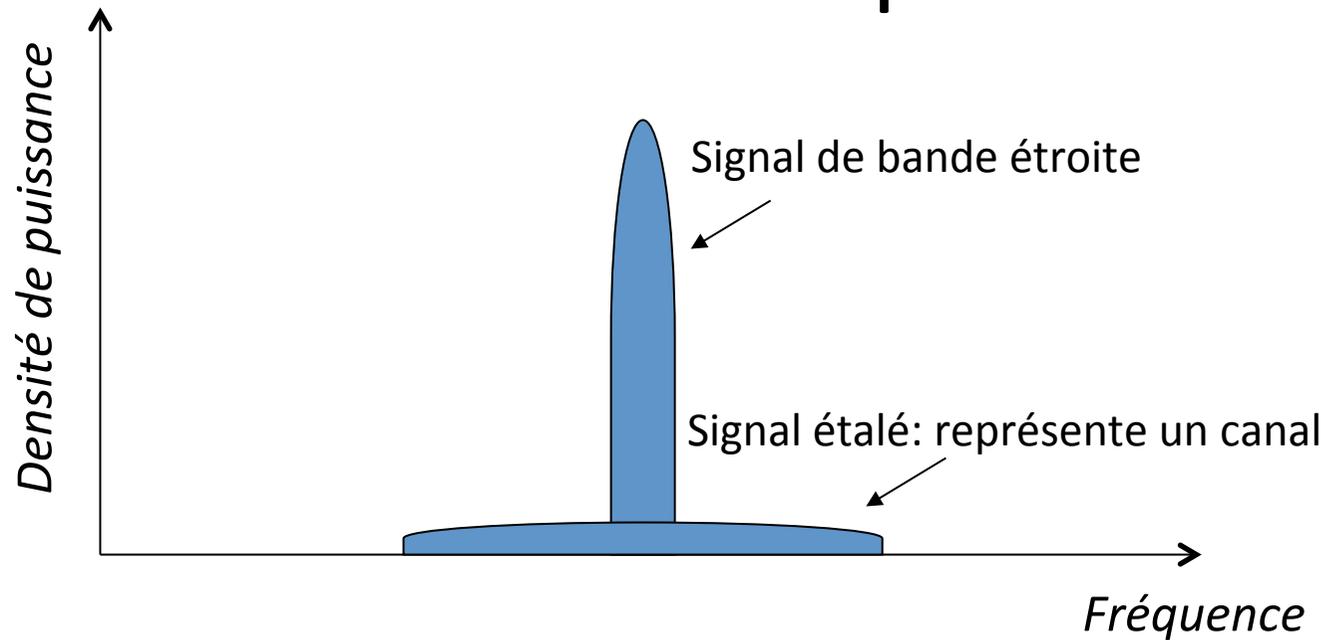
Frequency hopping (plus utilisé dans WLAN actuels)



GFSK est utilisé pour la modulation

802.11b/g :

Illustration de DSSS* et CCK** dans le domaine fréquentiel

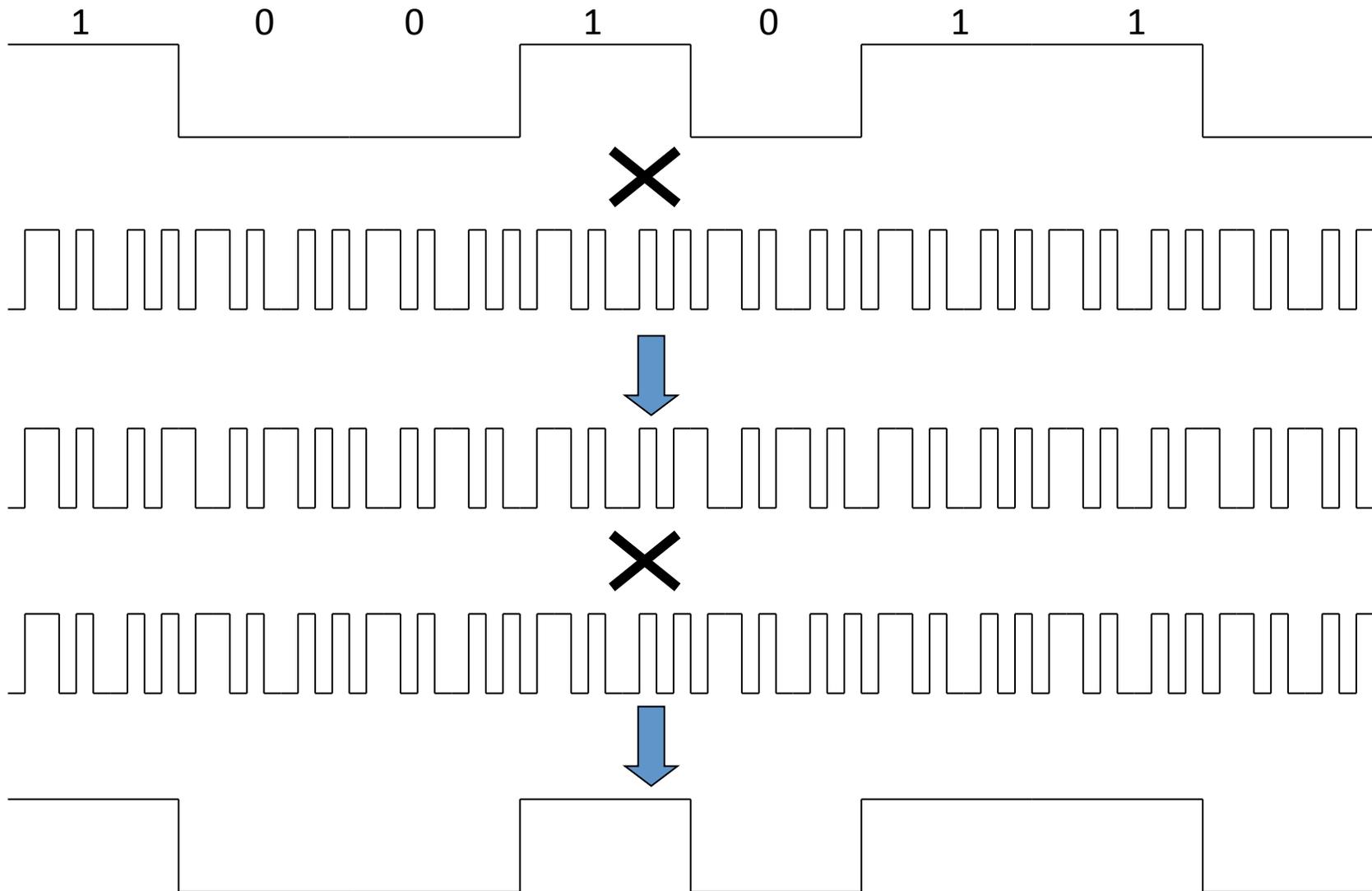


DBPSK et DQPSK sont utilisés comme modulation dans 802.11 DSSS et 802.11b DSSS

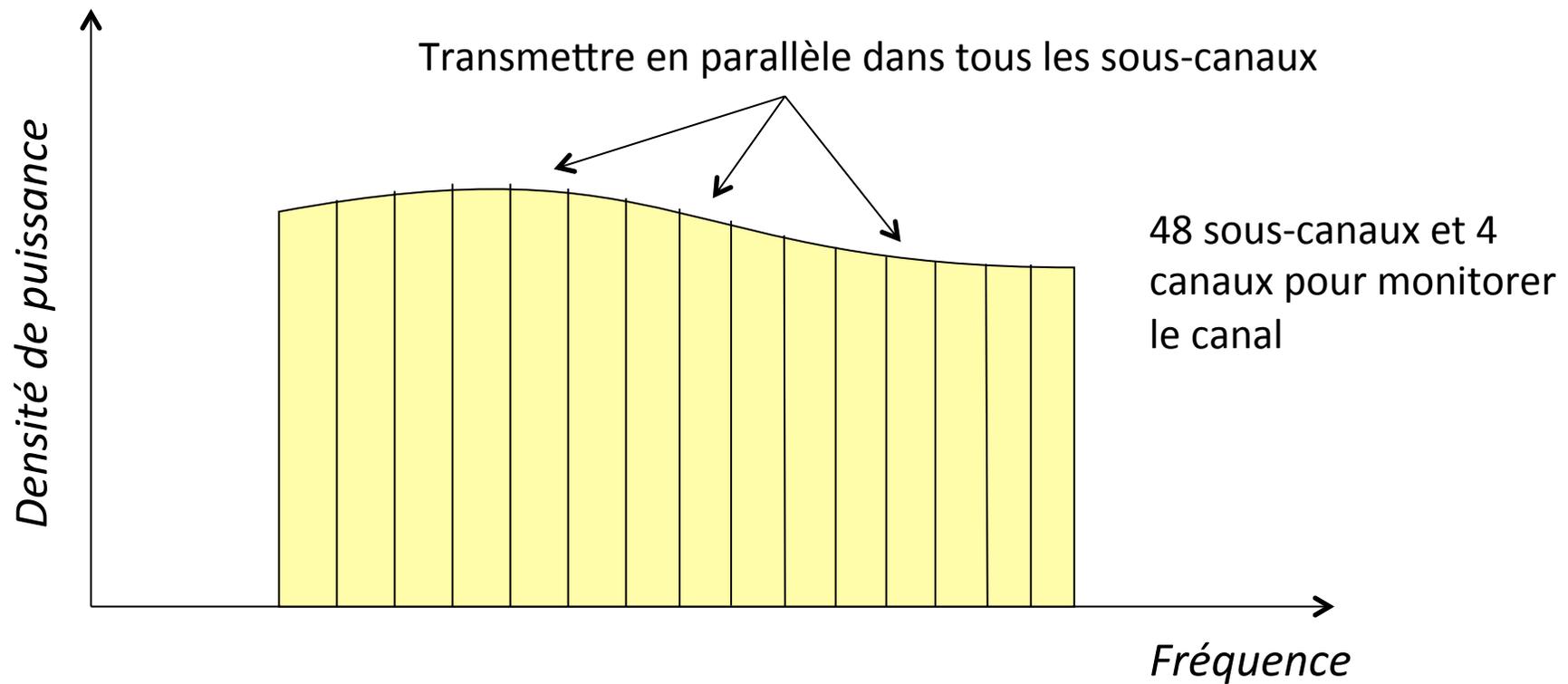
*Direct Sequence Spread Spectrum

**Complementary Code Keying

Rappel: Illustration de DSSS et CCK dans le domaine temporel



Rappel: 802.11g/a/n : Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

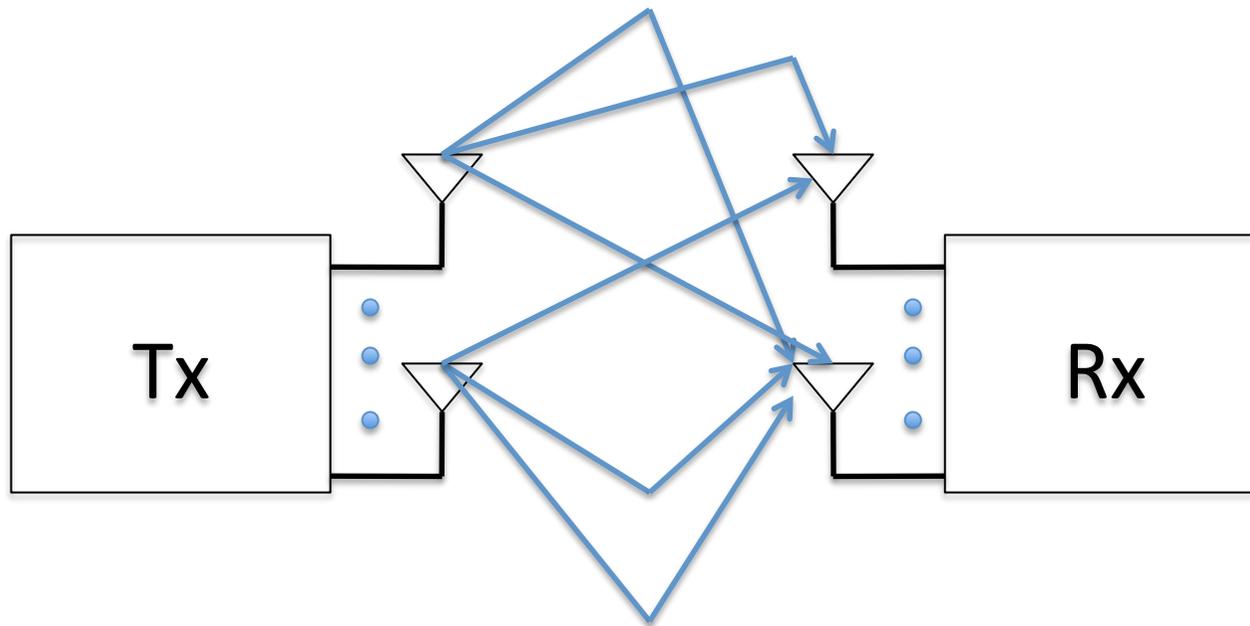


Débits nominaux pour 802.11a/g*

Modulation	Coding Rate	Bits/sous-canal	Bits/Symbole	Débit nominal
BPSK	1/2	1	48	6 Mbit/s
BPSK	3/4	1	48	9 Mbits/s
QPSK	1/2	2	96	12 Mbit/s
QPSK	3/4	2	96	18 Mbit/s
16-QAM	1/2	4	192	24 Mbit/s
16-QAM	3/4	4	192	36 Mbit/s
64-QAM	2/3	6	288	48 Mbit/s
64-QAM	3/4	6	288	54 Mbit/s

*Appelés aussi MCS (Modulation Coding Schemes)

MIMO (Multiple Input Multiple Output)



On en reparlera la
prochaine fois

Multiplexage spatiale
Utilisé dans 802.11n

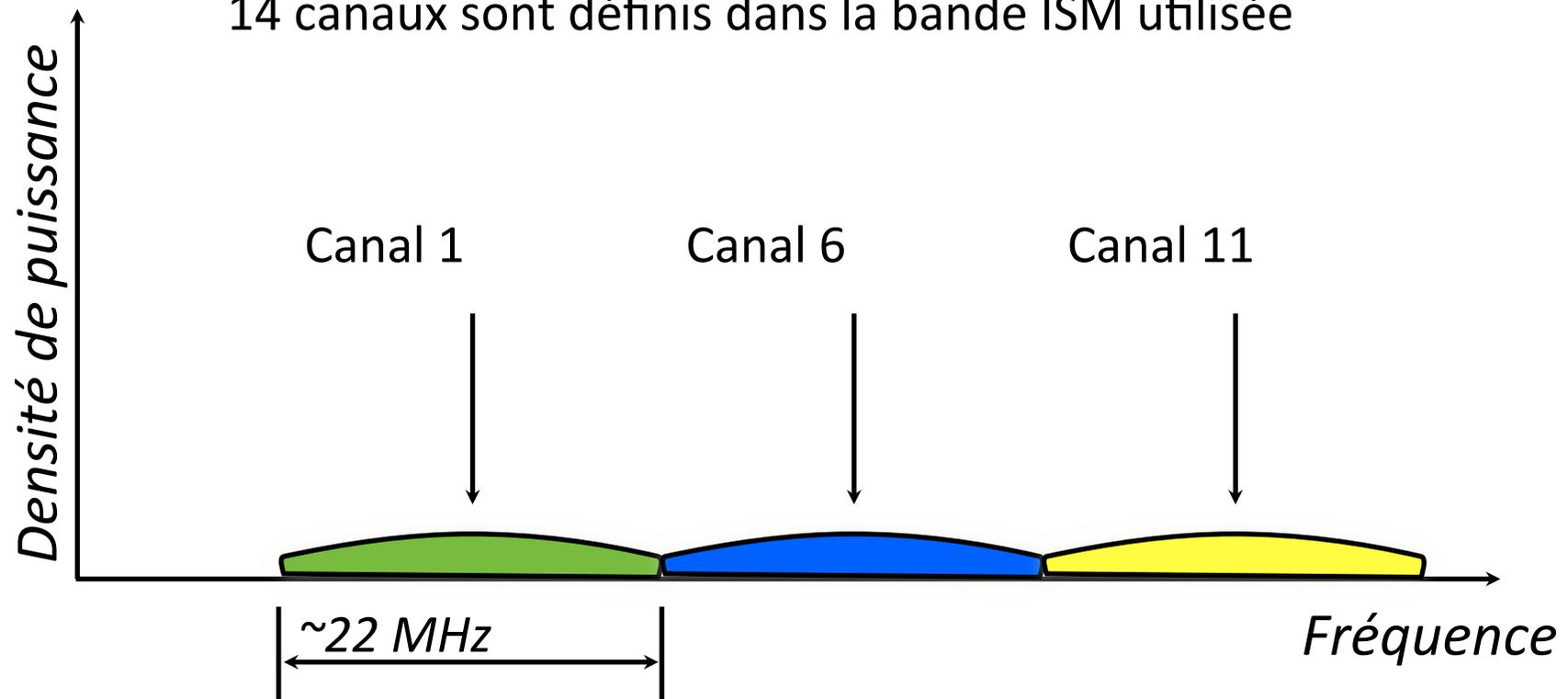
Exercice

- Lesquelles des normes suivantes sont compatibles entre elles ?
 - 802.11
 - 802.11a
 - 802.11b
 - 802.11g

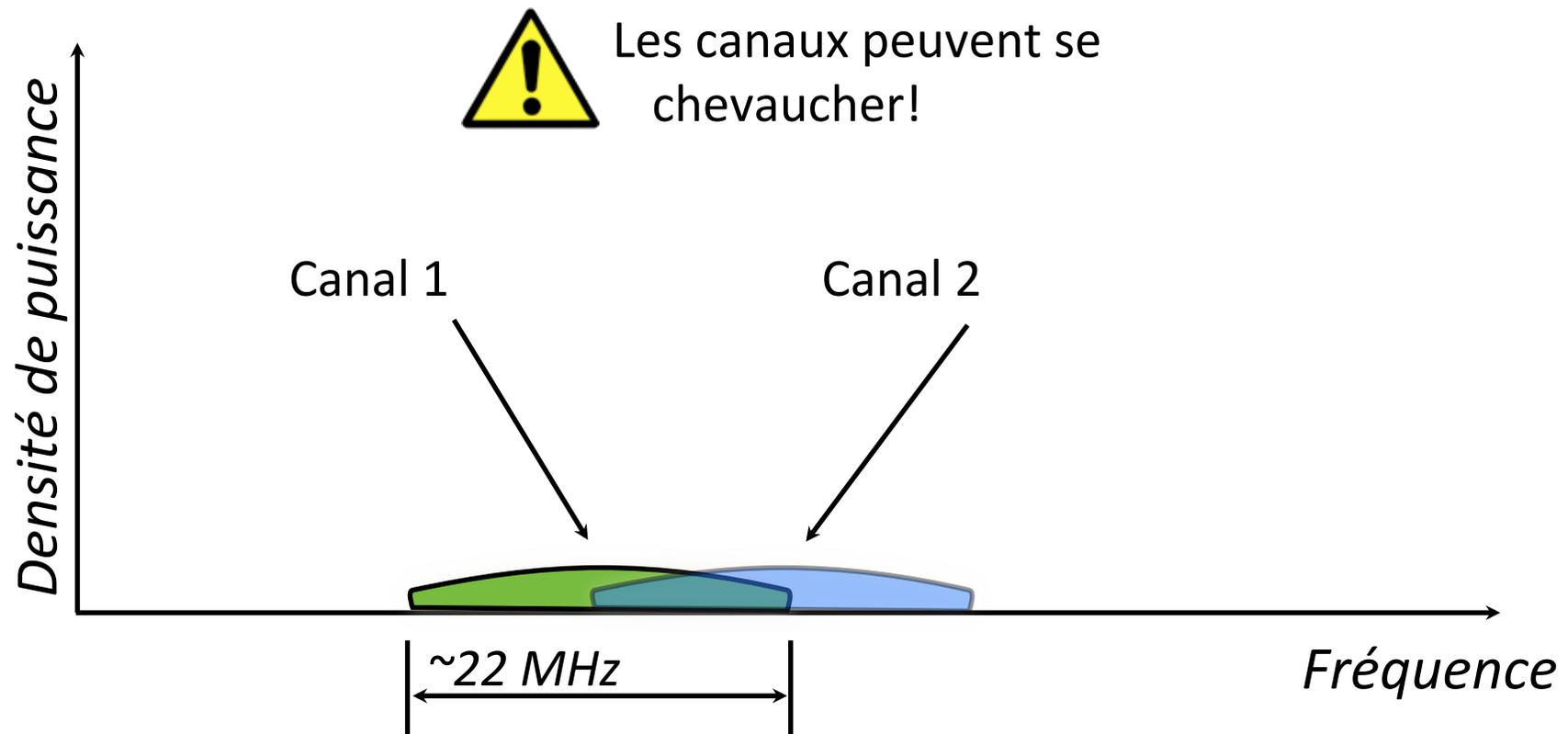
Sélection des canaux

Canaux 802.11, 80211b et 802.11g

14 canaux sont définis dans la bande ISM utilisée

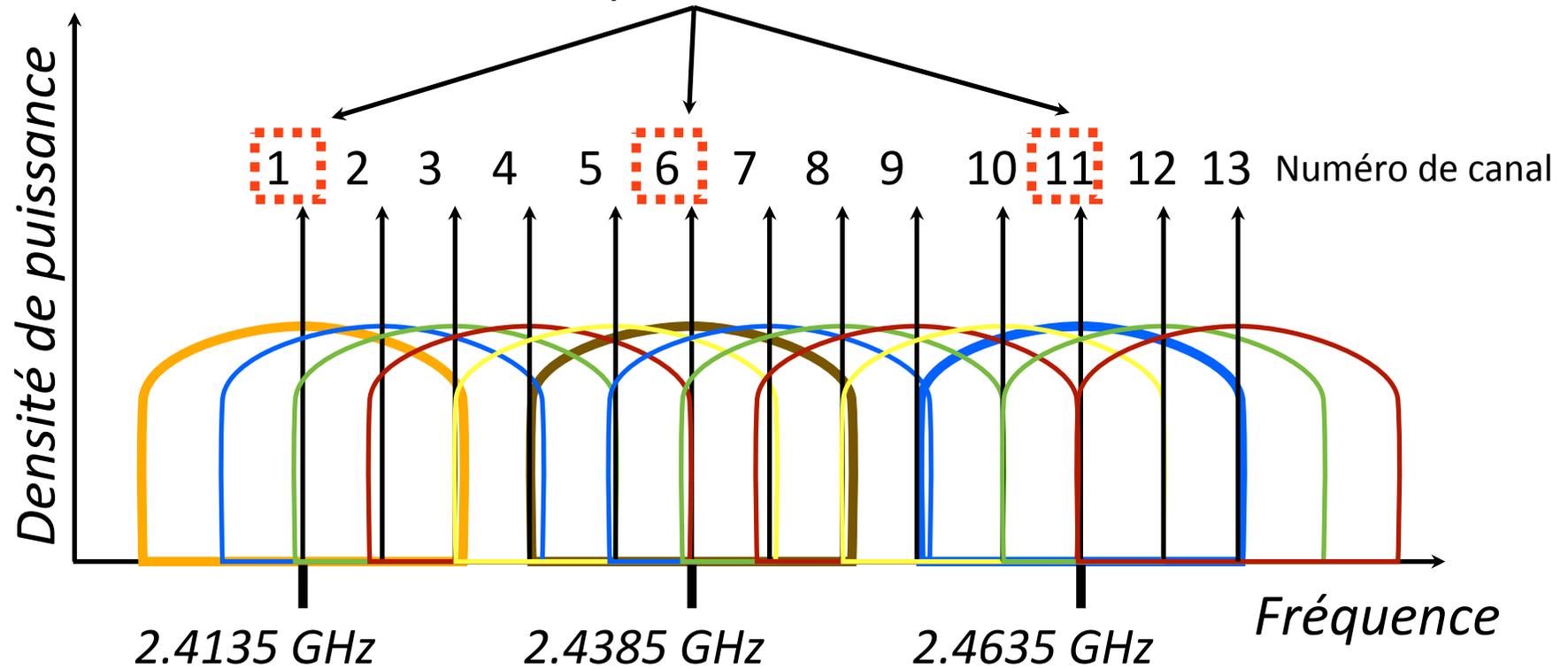


Canaux 802.11, 80211b et 802.11g



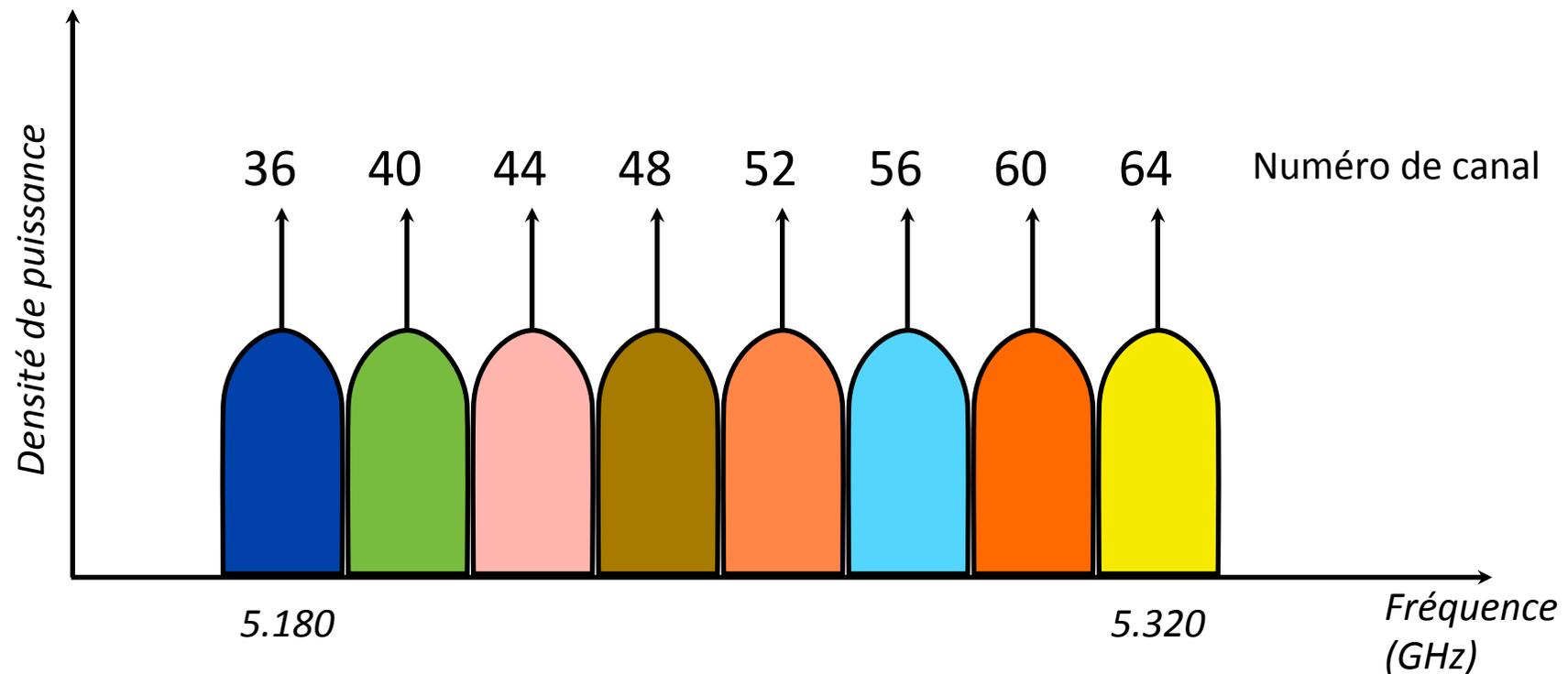
13 canaux utilisés en Europe (802.11, 802.11b, 802.11g)

Les 3 canaux les plus utilisés

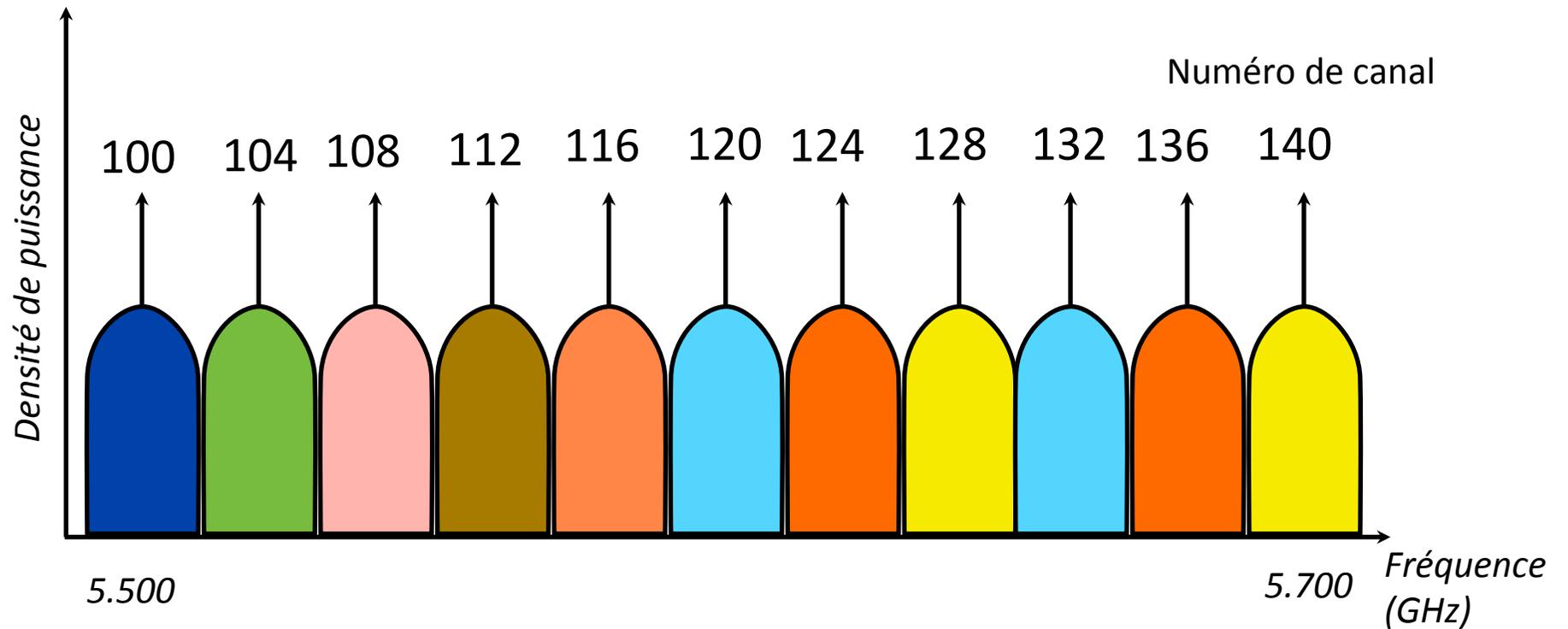


Réseaux proches: 5 canaux de différence pour éviter les interférences!

8 premiers canaux indépendants en Suisse pour 802.11a...



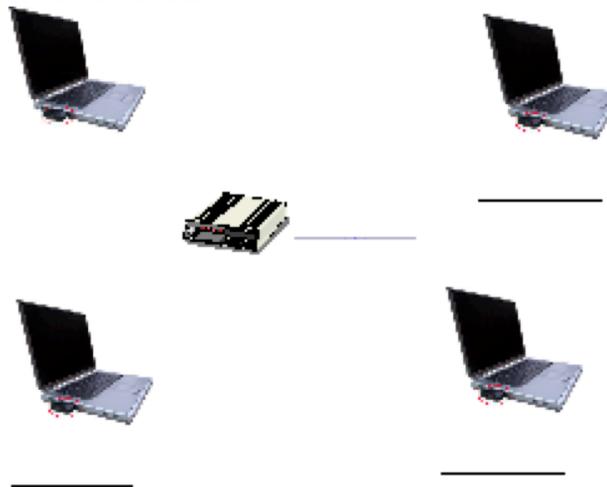
encore 11 canaux indépendants en Suisse pour 802.11a...



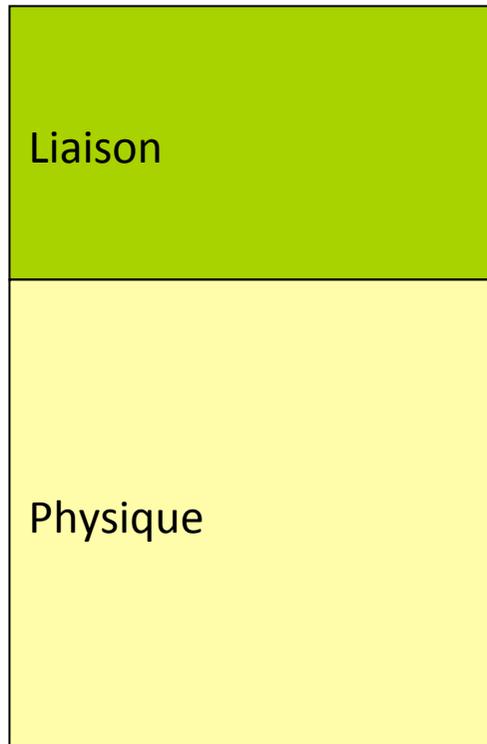
Exercice

1. On vous demande de mettre 4 Laptops en réseau pour former un Basic Service Set (BSS). Vous pouvez choisir 4 cartes et un AP parmi le matériel suivant :
 - Un AP 802.11a
 - Un AP 802.11g
 - Un AP 802.11b
 - Les quatre Laptops, dont AUCUN n'est muni d'une carte WiFi intégrée
 - Trois cartes PCMCIA 802.11a
 - Trois cartes PCMCIA 802.11b
 - Trois cartes PCMCIA 802.11g

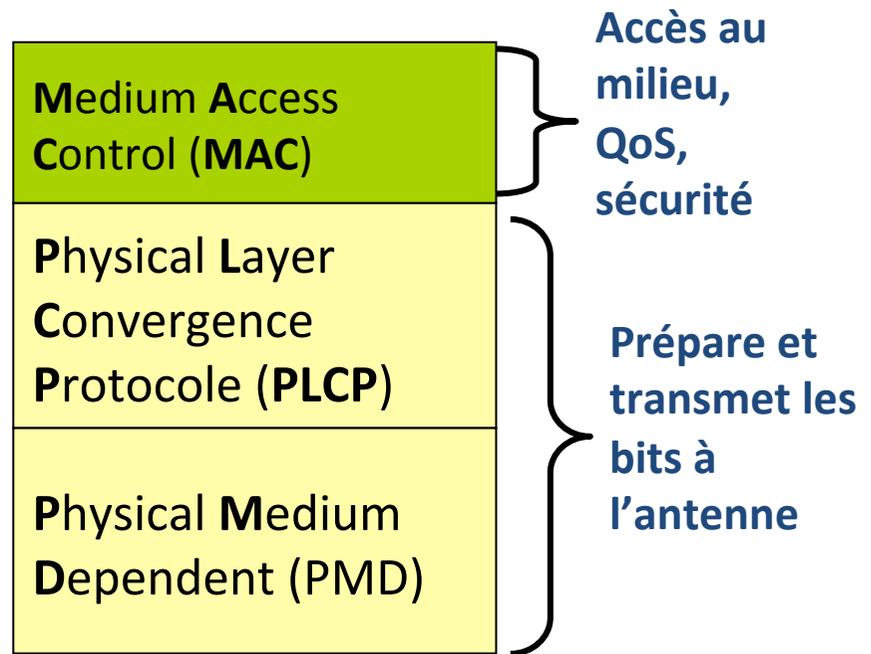
Notez les cartes et le l'AP que vous utiliseriez pour assurer une communication entre toutes les stations avec un débit global optimum mais pas forcément identique pour toutes les stations.



Architecture du protocole



OSI



IEEE 802.11

Couche MAC (Medium Access Control)

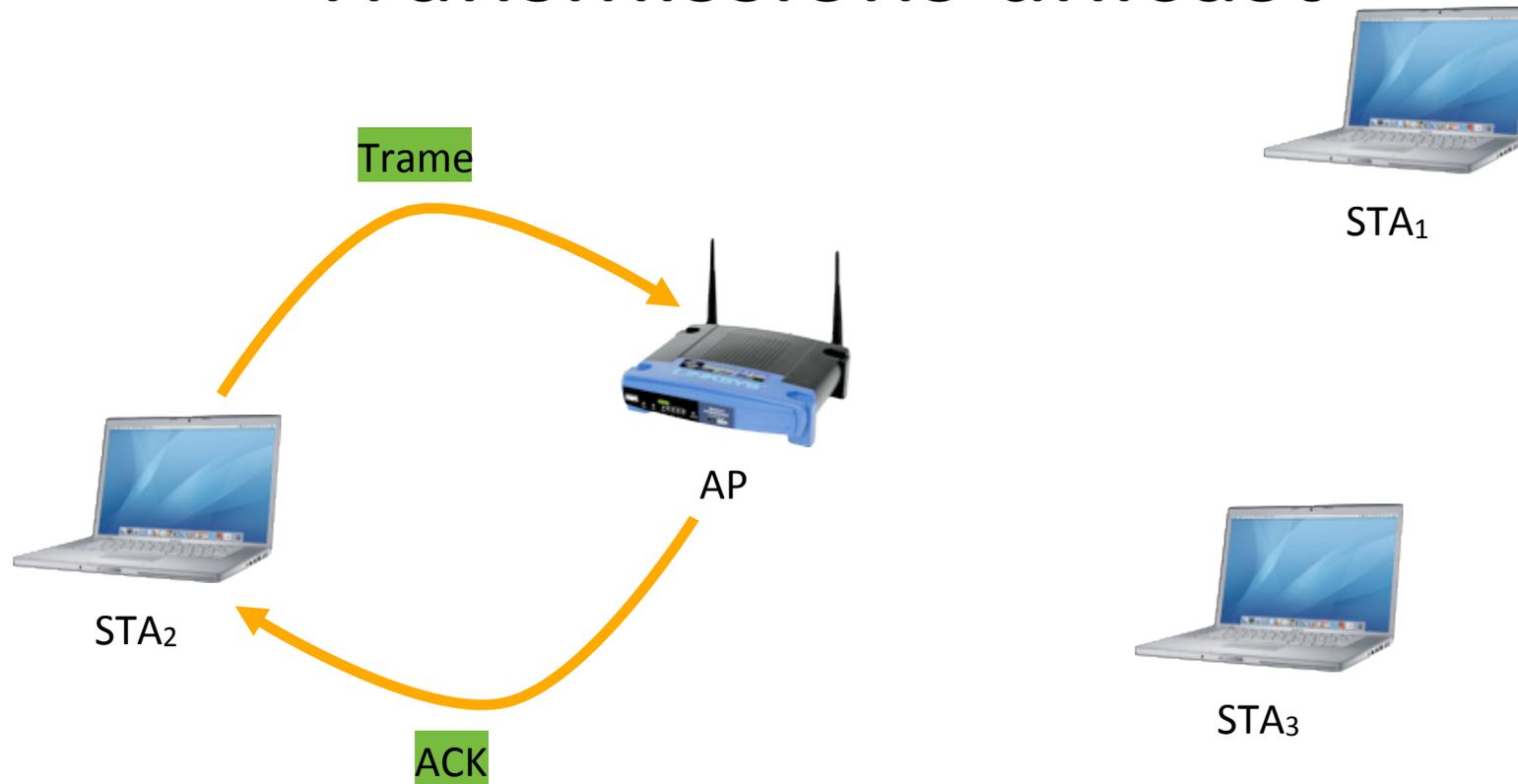
Quelques tâches de la couche MAC

- Arbitrage de l'accès au milieu de transmission partagé
- Fragmentation
- Récupération de trames erronées

Rappel

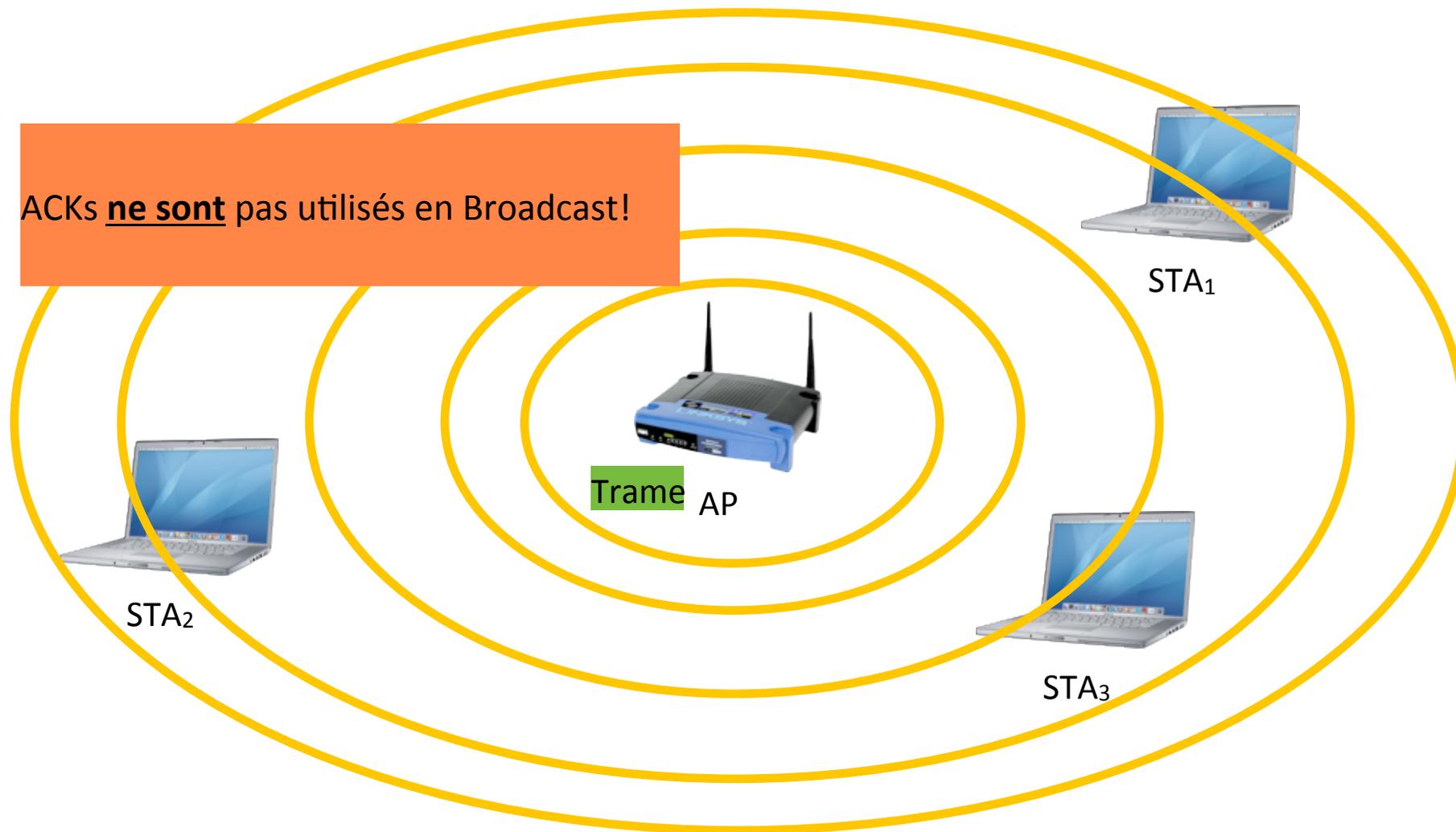
- Unicast : une source, un destinataire
- Broadcast : une source, tous les destinataires

Transmissions unicast



Transmissions Broadcast

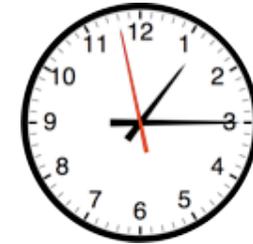
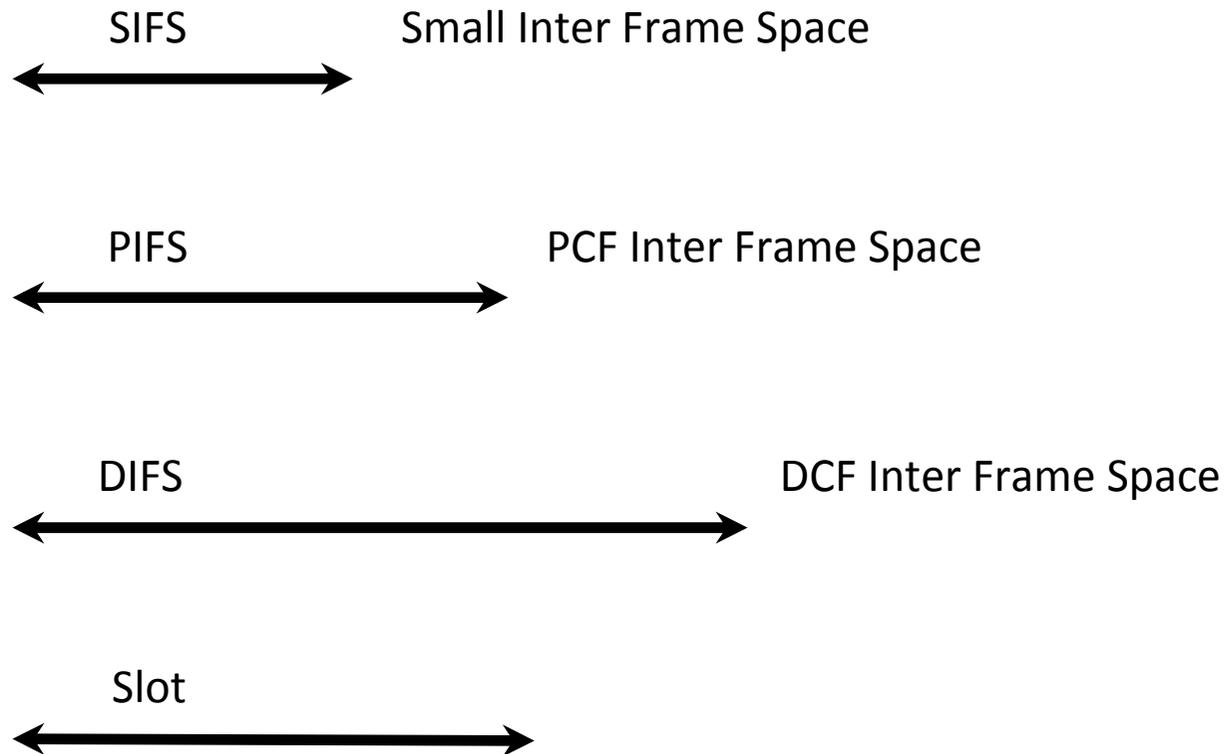
ACKs **ne sont** pas utilisés en Broadcast!



Méthodes d'accès (arbitrage)

- Distributed Coordination Function (DCF)
 - CSMA/CA
 - RTS/CTS
- Point Coordination Function (PCF)
 - Polling
- Hybrid Coordination Function (HCF)
 - EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)
 - HCCA (HCF Controlled Channel Access)

Intervalles Inter-trame



CSMA/CA

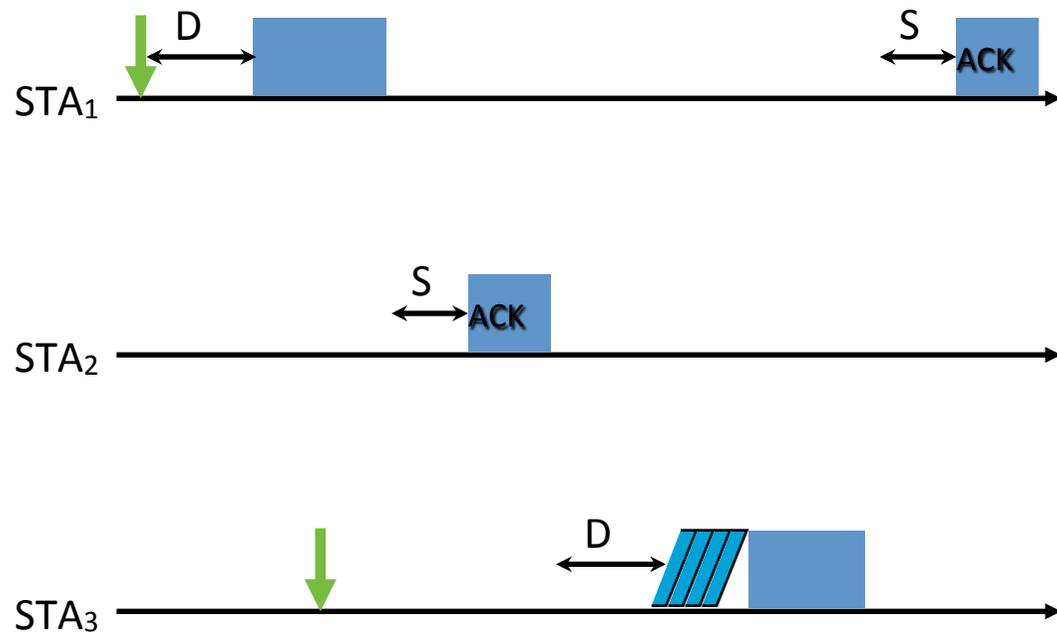
- Ecouter le canal pendant DIFS. S'il n'y a pas d'activité, transmettre
- S'il y en a, attendre la fin de la transmission et écouter la porteuse pendant DIFS plus un nombre aléatoire de Slots. Transmettre si le canal est libre
- S'il n'est pas libre, recommencer la procédure mais en utilisant cette fois-ci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

Type de diagramme à utiliser

- Illustration au tableau
 - Intervalles (SIFS, DIFS, PIFS, AIFS, Slots)
 - Trames
 - NAV

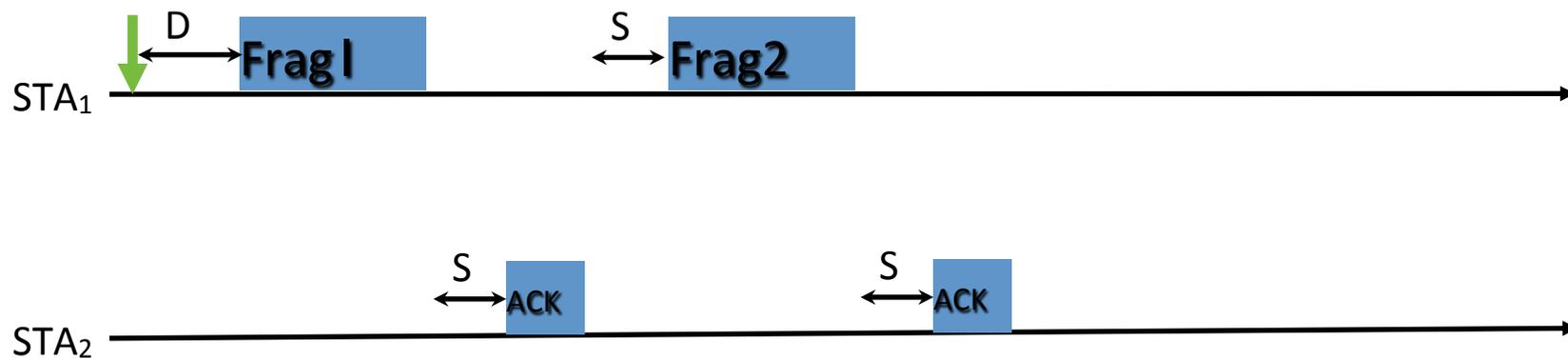
CSMA/CA for Unicast Frames

- 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

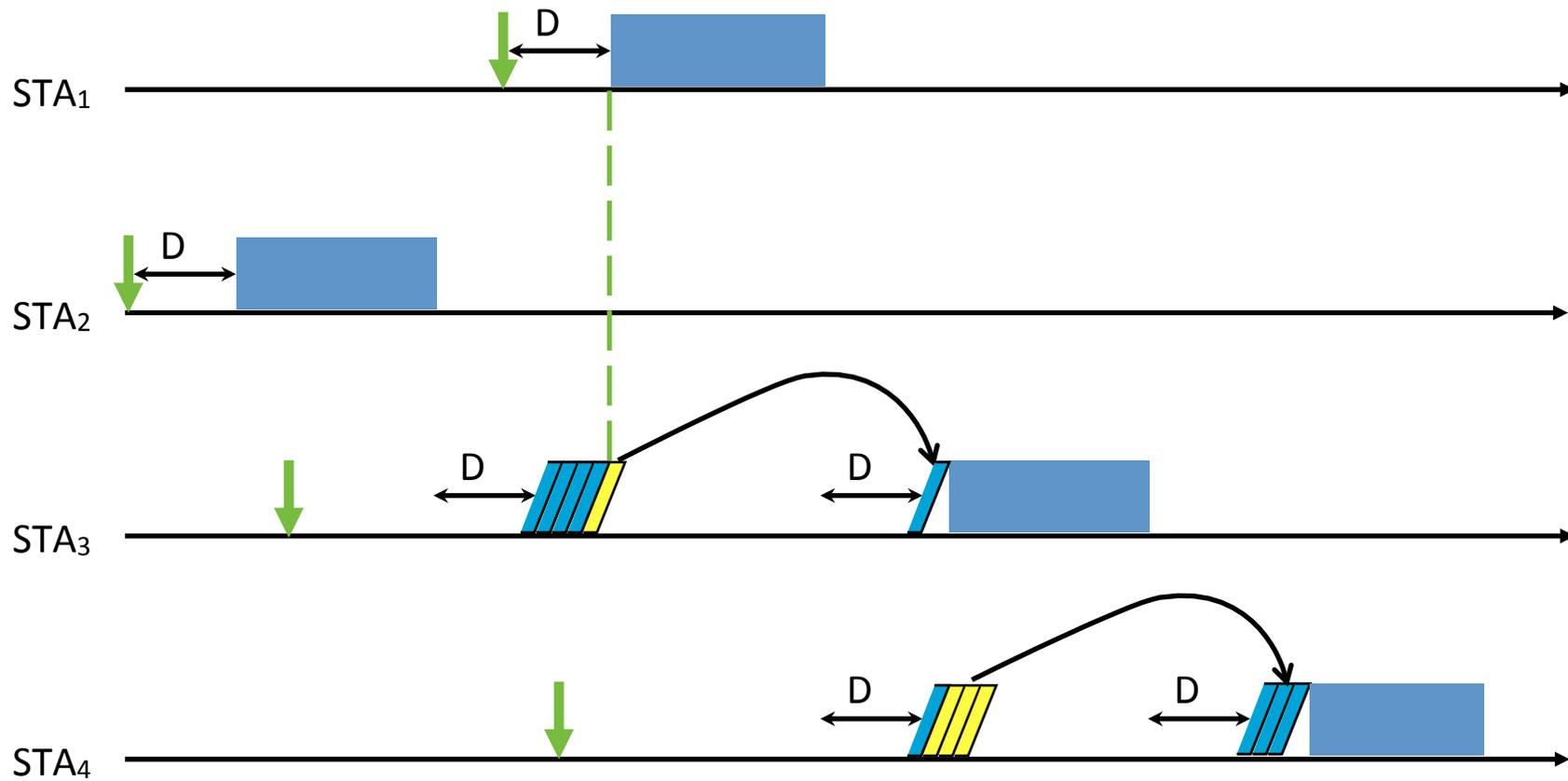


Fragmentation CSMA/CA

Frames unicast



CSMA/CA for Frames broadcast



Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission d'une station STA1 à une autre stations STA2 dans un réseaux 802.11g basé sur infrastructure si la méthode d'accès CSMA/CA est utilisée

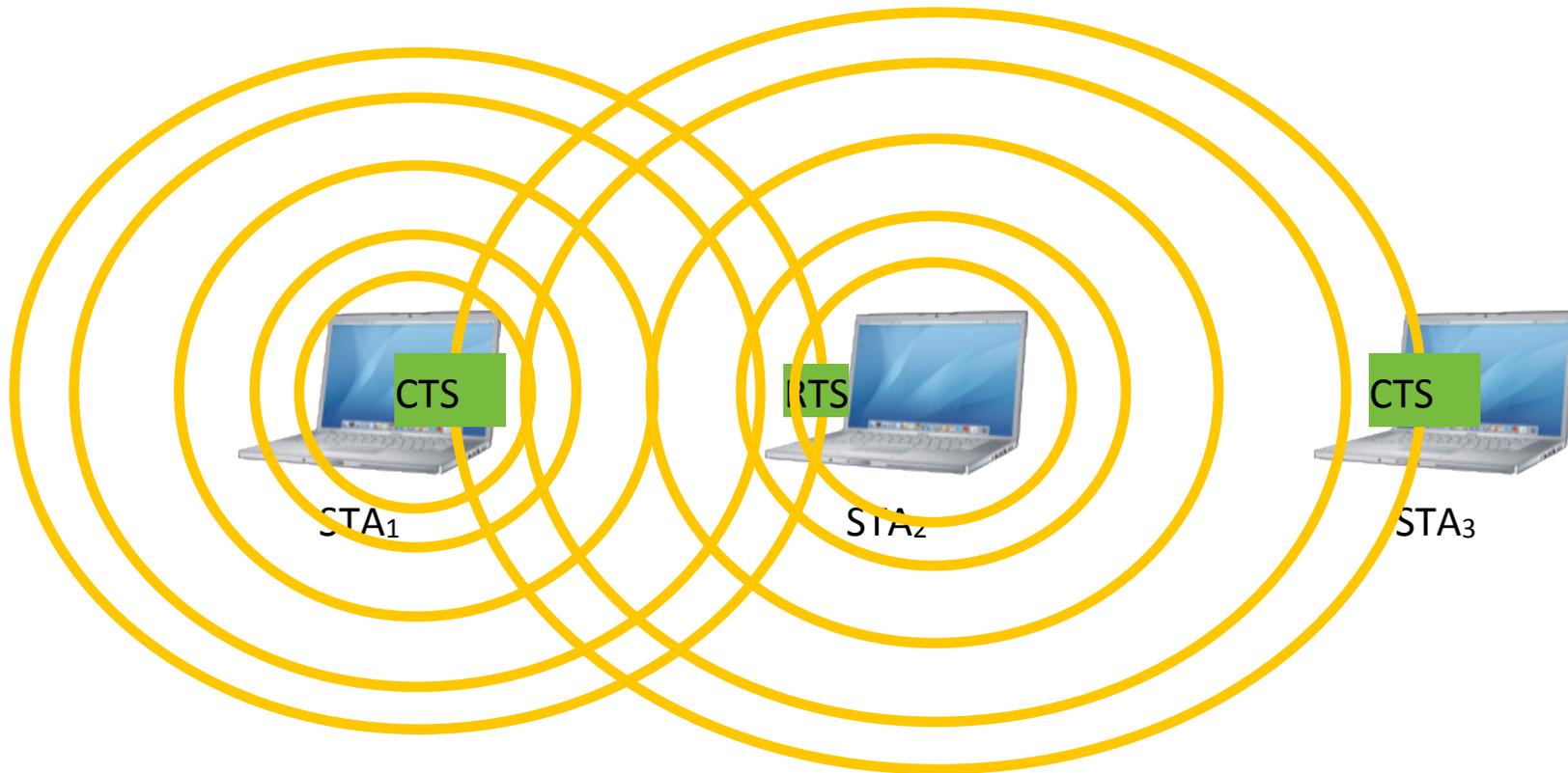
Exercice

- Dessinez les trames pour la transmission d'une trame broadcast envoyée par une station dans un réseau 802.11b basé sur infrastructure

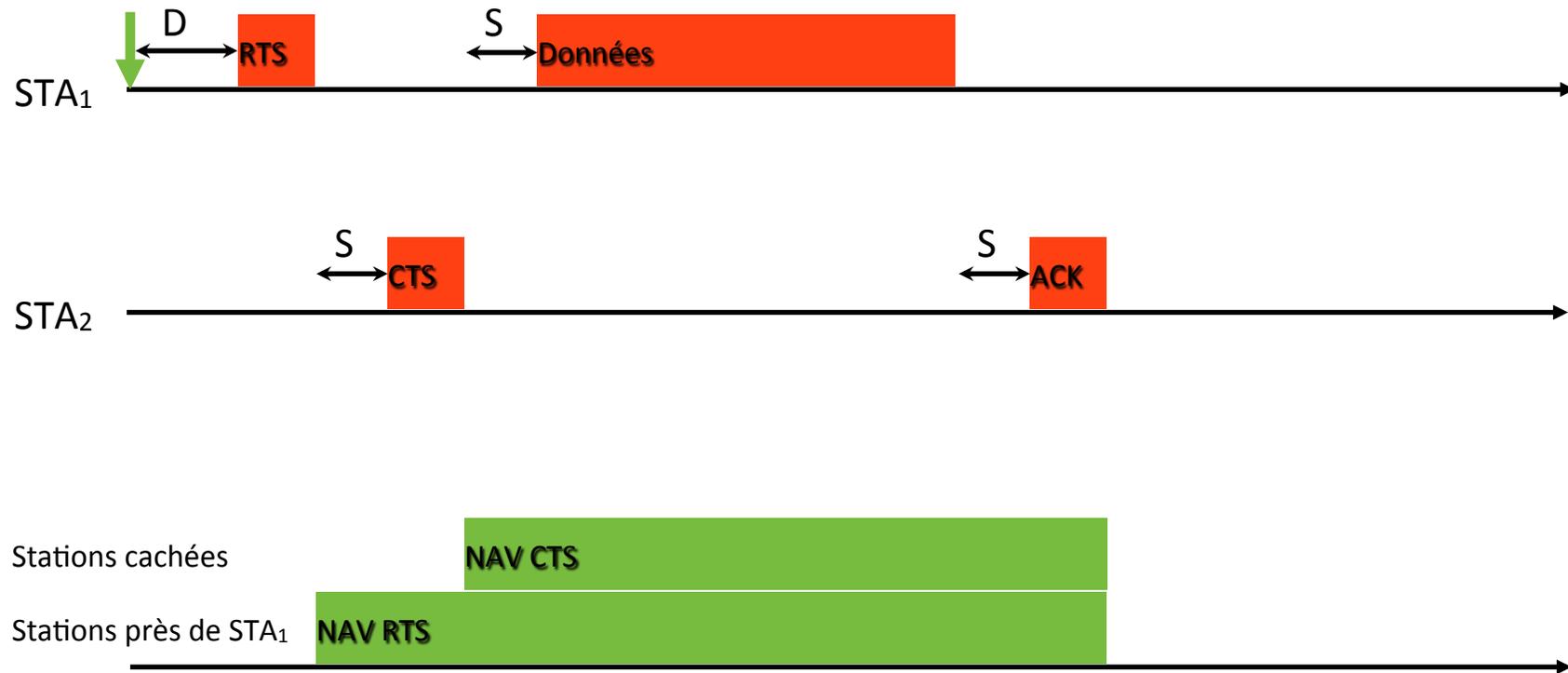
Le problème des stations cachées - RTS/CTS



RTS/CTS



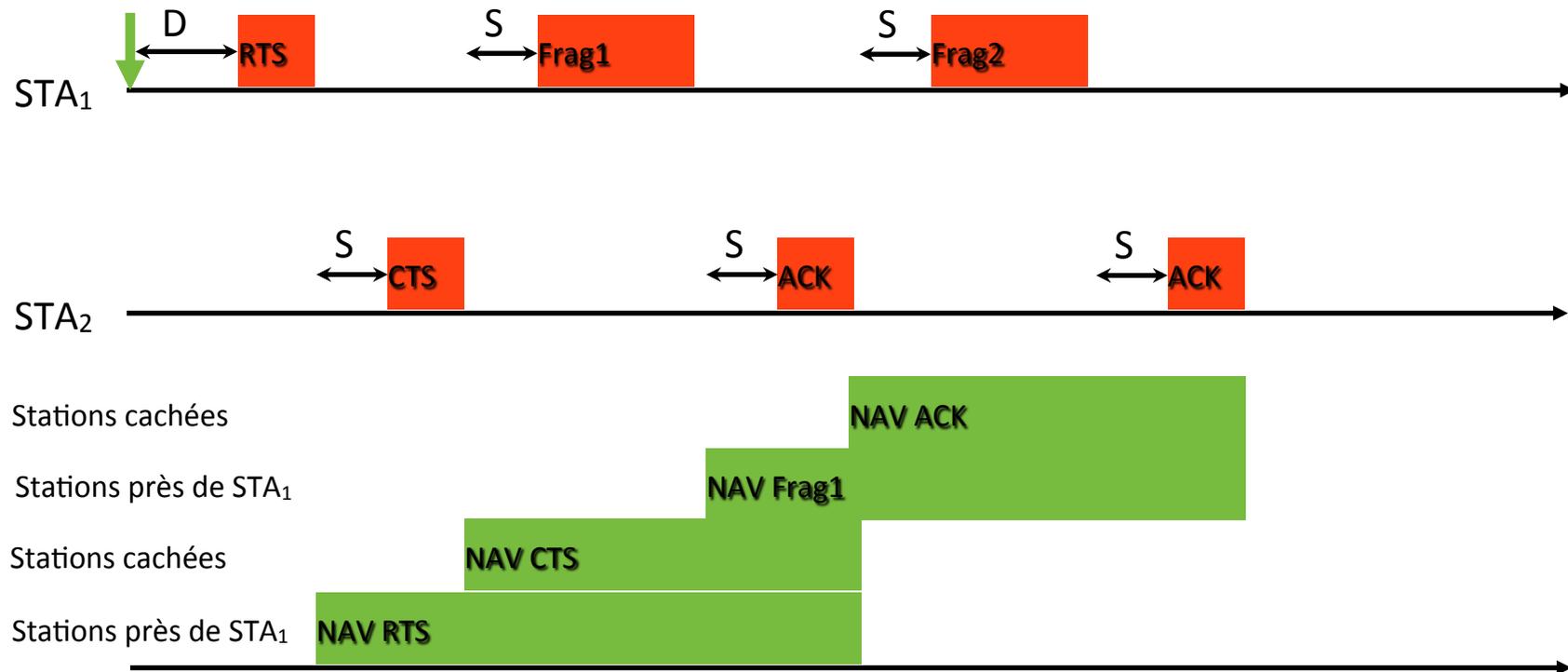
RTS/CTS



NAV : Network Allocation Vector

Le NAV est une représentation de l'intervalle de temps réservé dans une trame

Fragmentation RTS/CTS



Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission unicast d'une station STA1 à une autre stations STA2 dans un réseau 802.11 basé sur infrastructure si la méthode d'accès RTS/CTS est utilisée par la STA1 et par le AP

Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission unicast d'une station STA1 à une autre station STA2 dans un réseau 802.11 basé sur infrastructure si la méthode d'accès RTS/CTS est utilisée par la STA1 et la méthode CSMA/CA est utilisée par le AP

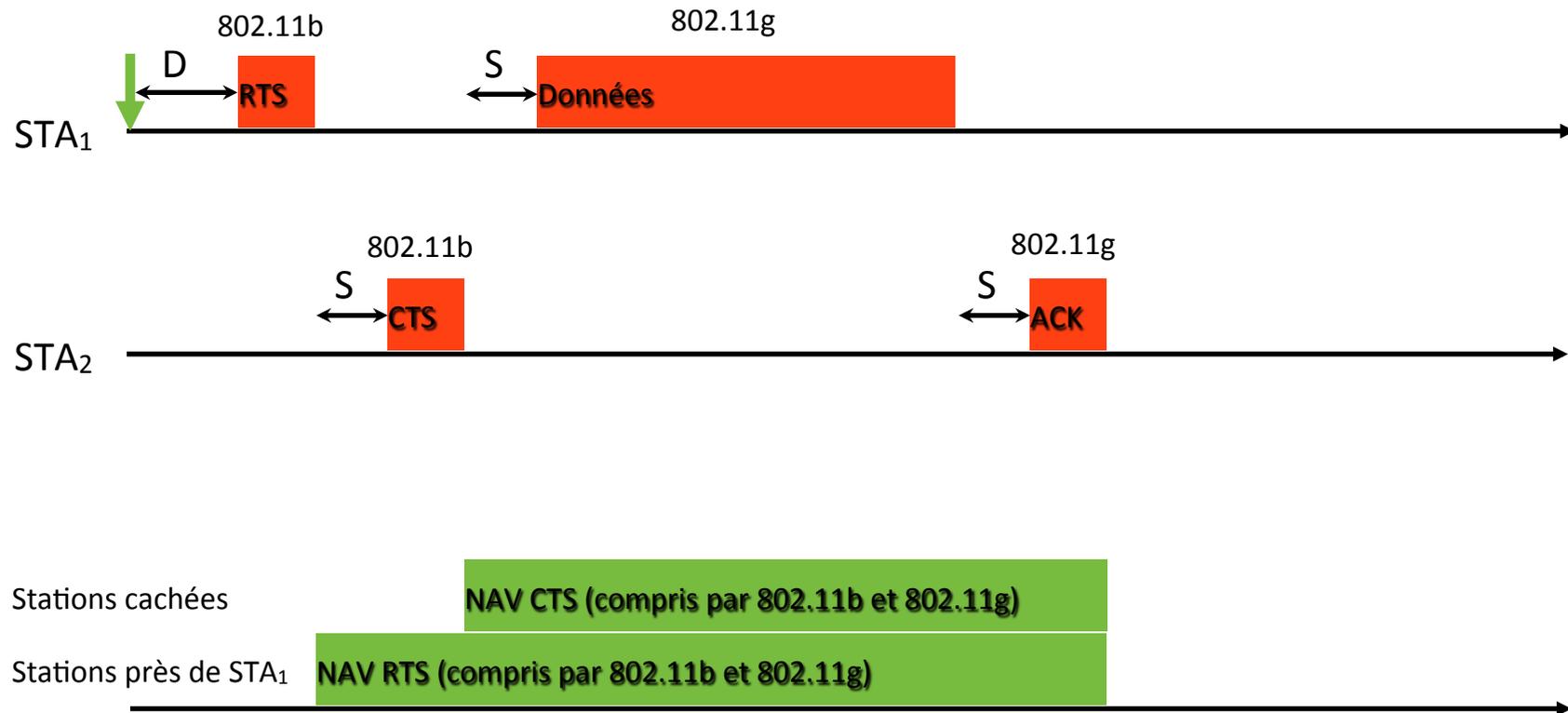
Exercice

- Dessinez la séquence de trames pour une transmission broadcast d'une station STA1 à une autre stations STA2 dans un réseau 802.11 basé sur infrastructure si toutes les stations et l'AP sont réglés pour utiliser la méthode d'accès RTS/CTS

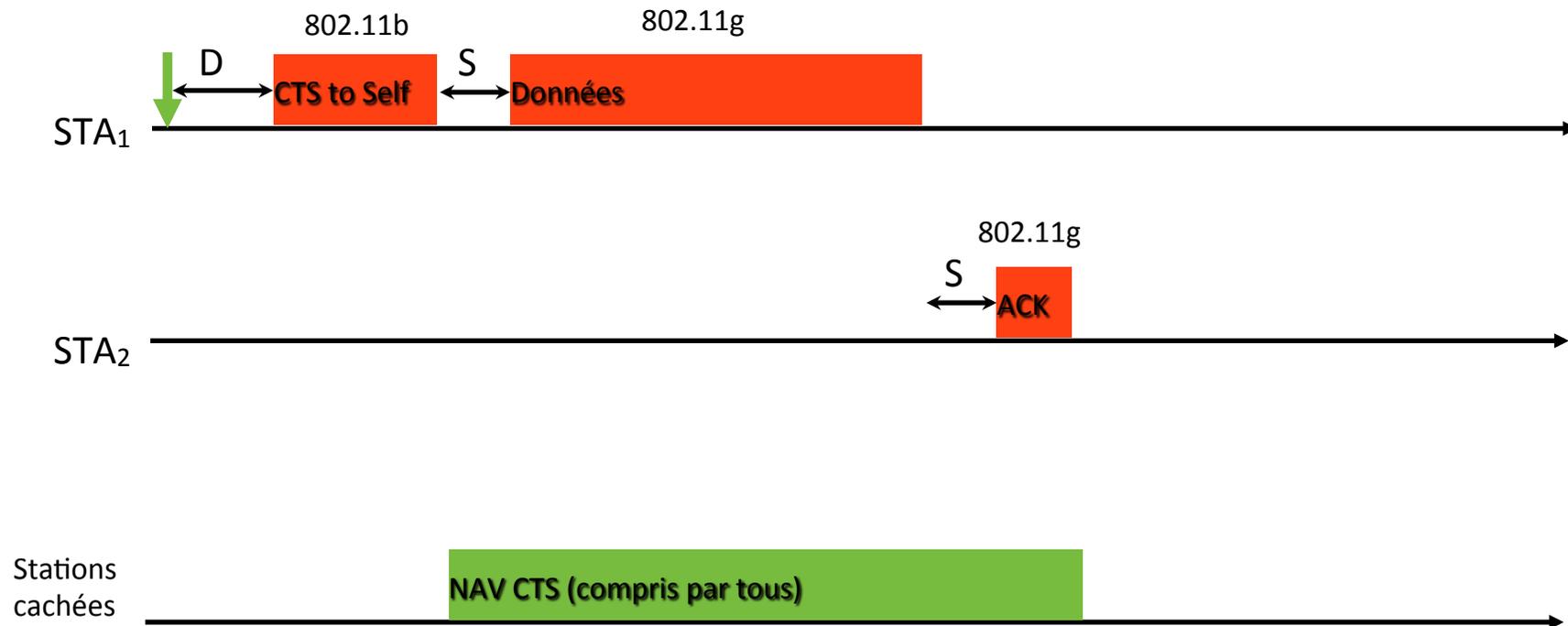
Coexistence b et g

- 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

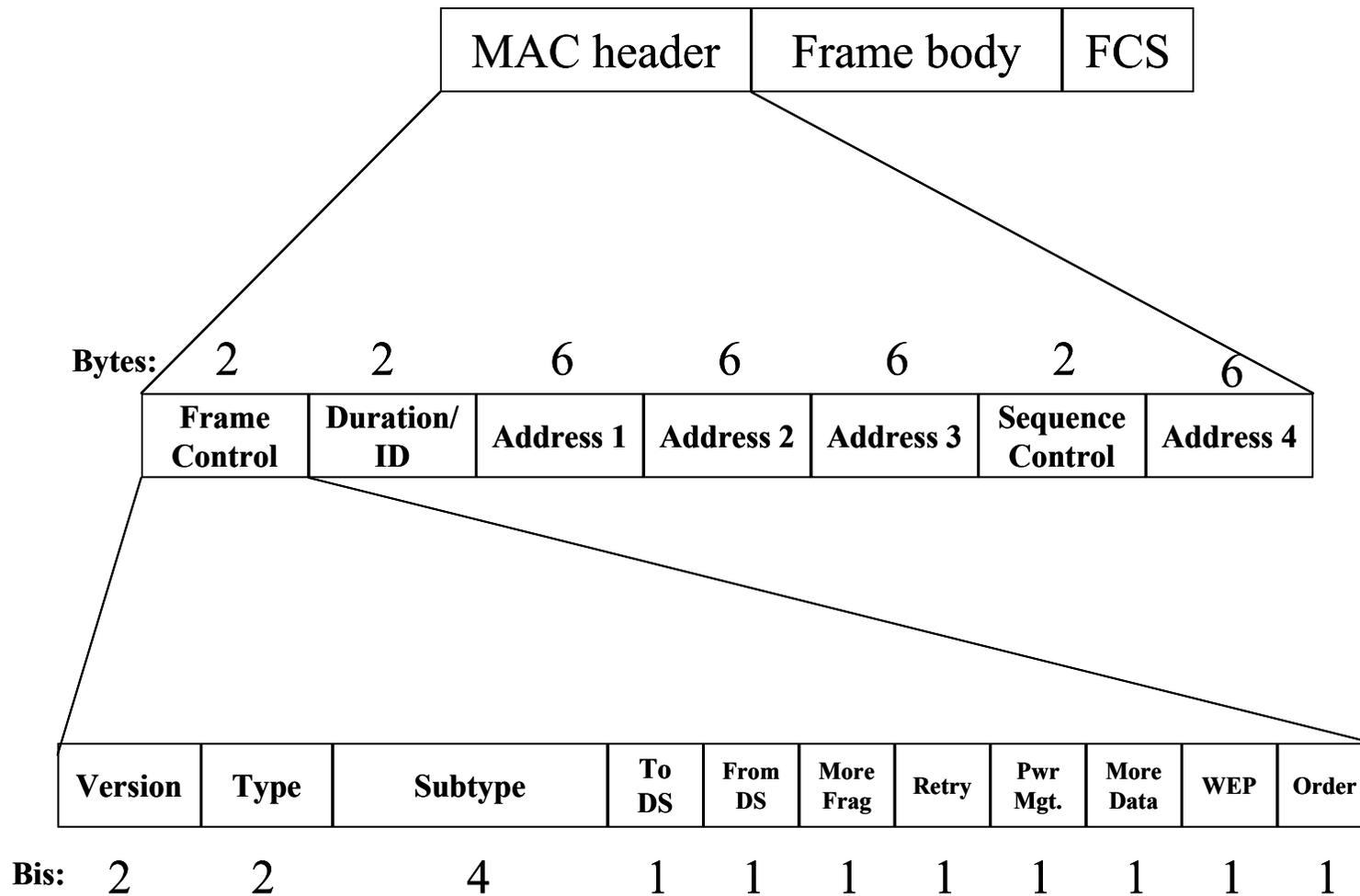
Mélanger b et g: Mode protection avec full RTS/CTS



Mélanger b et g: Mode protection avec CTS-to-Self



Structure générale de trames MAC



Quelques bits et champs importants

- Power Management
- More fragments (like IP)
- Retry
- **ToDS**
- **FromDS**
- **Four Addresses**

Adresses et bits DS

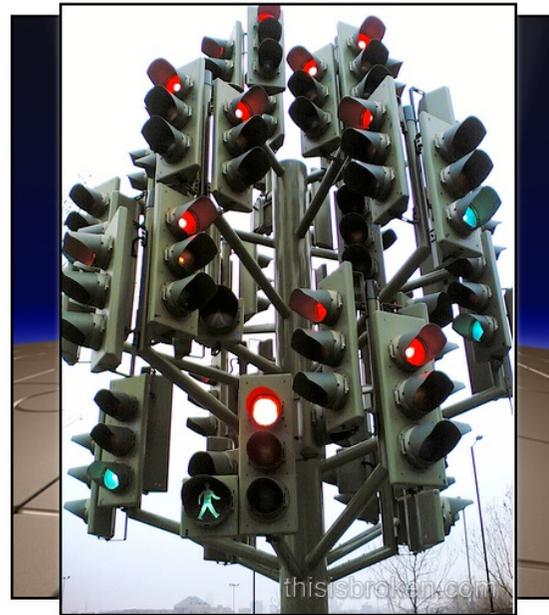
ToDS	FromDS	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 3	Adresse 4
0	0	DA	SA	BSSID	-
0	1	DA	BSSID	SA	-
1	0	BSSID	SA	DA	-
1	1	RA	TA	DA	SA

Les formats des trames se trouvent dans la norme

	ToDS=0	FromDS=0						
Bytes:	2	2	6	6	6	2	0-2312	4
Frame Control	Duration/ID	DA	SA	BSSID	Sequence Control	Frame body	FCS	

Types de trame

- Trames de management
- Trames de données
- Trames de contrôle



Transmission de données

- Deux types de trames sont utilisées lors de la transmission de données:
 - Trames de données
 - Trames de contrôle (ACK, RTS, CTS)

Trames de management

- Etablissement de réseaux
- Sécurité
- Itinérance

Etablissement d'un réseau sans fil

1. Scanning
(trouver les réseaux)



2. Authentification
(prouver son identité)



3. Association
(négocier conditions avec l'AP)



Les trames de management sont utilisées pour ces trois tâches

Trames de management

- Beacon (balise)
- Probe (requête et réponse)
- Authentication
- Association requête et réponse
- Re-association (requête et réponse)
- Disassociation
- De-authentication

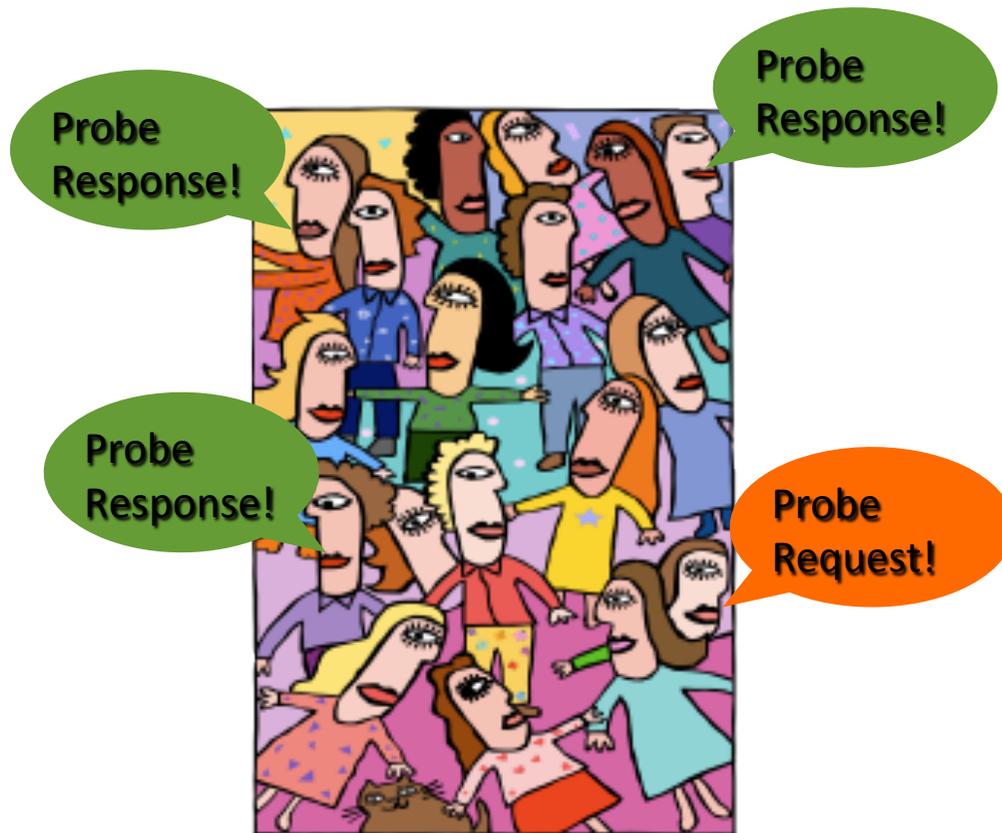
Première phase

- Chercher les réseaux



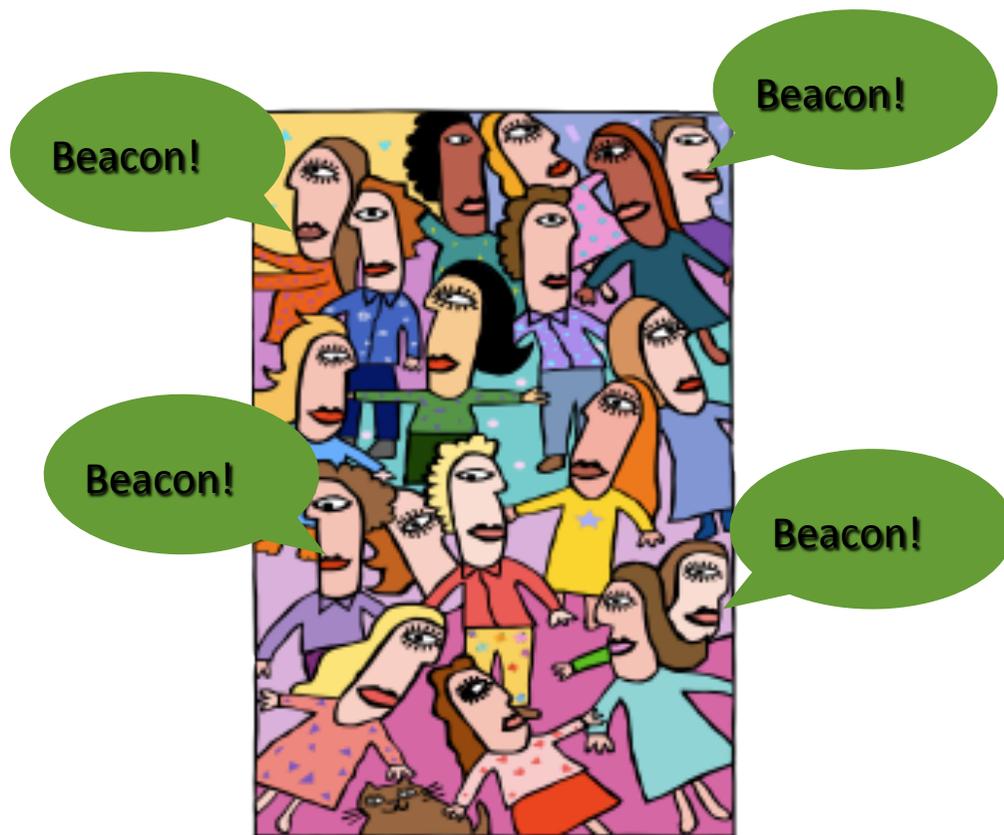
Comment une station trouve-t-elle un réseau

Scanning est la première chose à faire



Scan Actif

Comment une station trouve-t-elle un réseau



Scan Passif

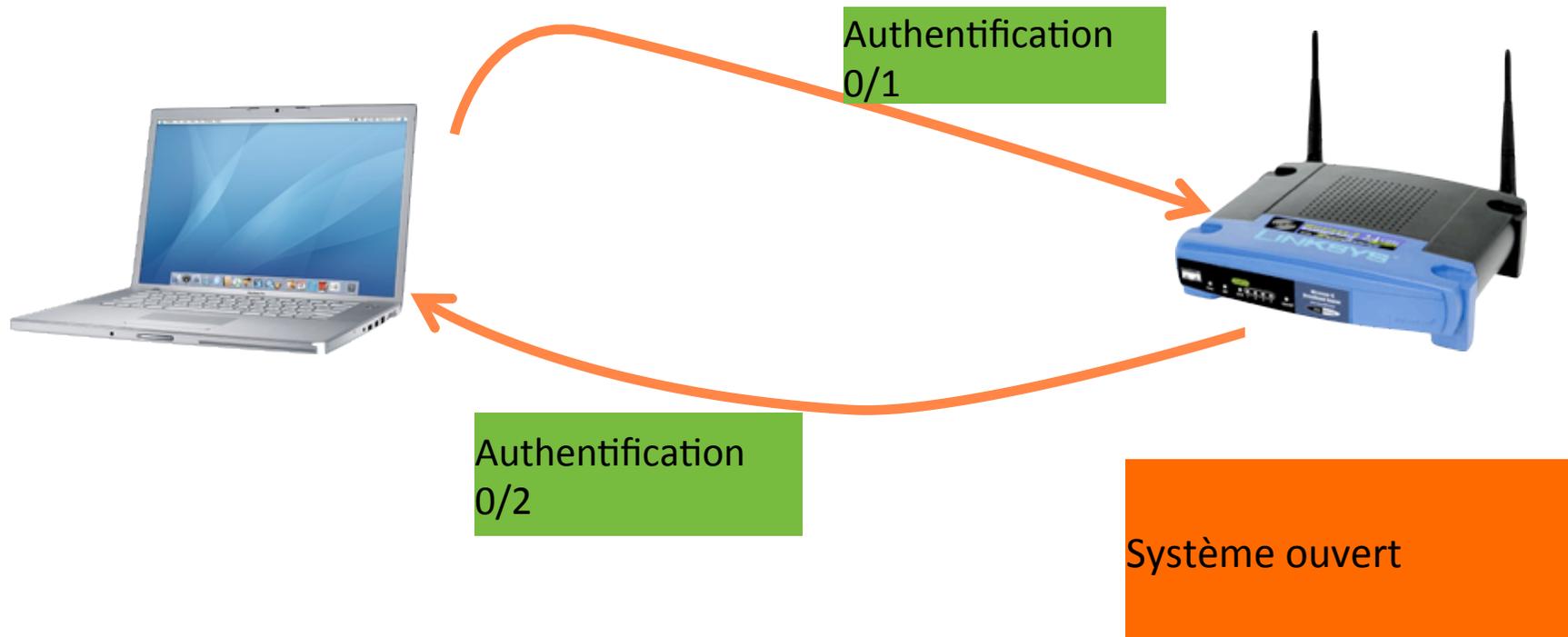
Deuxième phase

- Prouver son identité



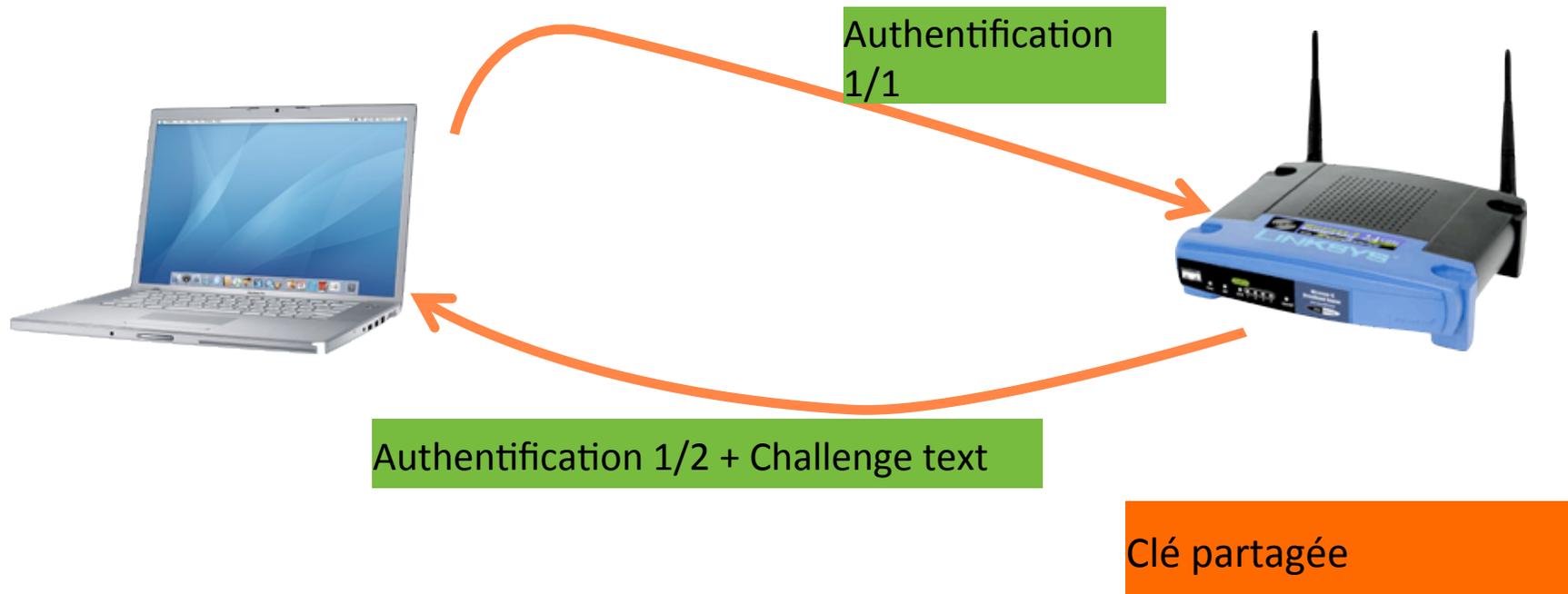
Systeme ouvert

Une fois qu'une liste de reseau a été dressée,
on procède à l'authentification



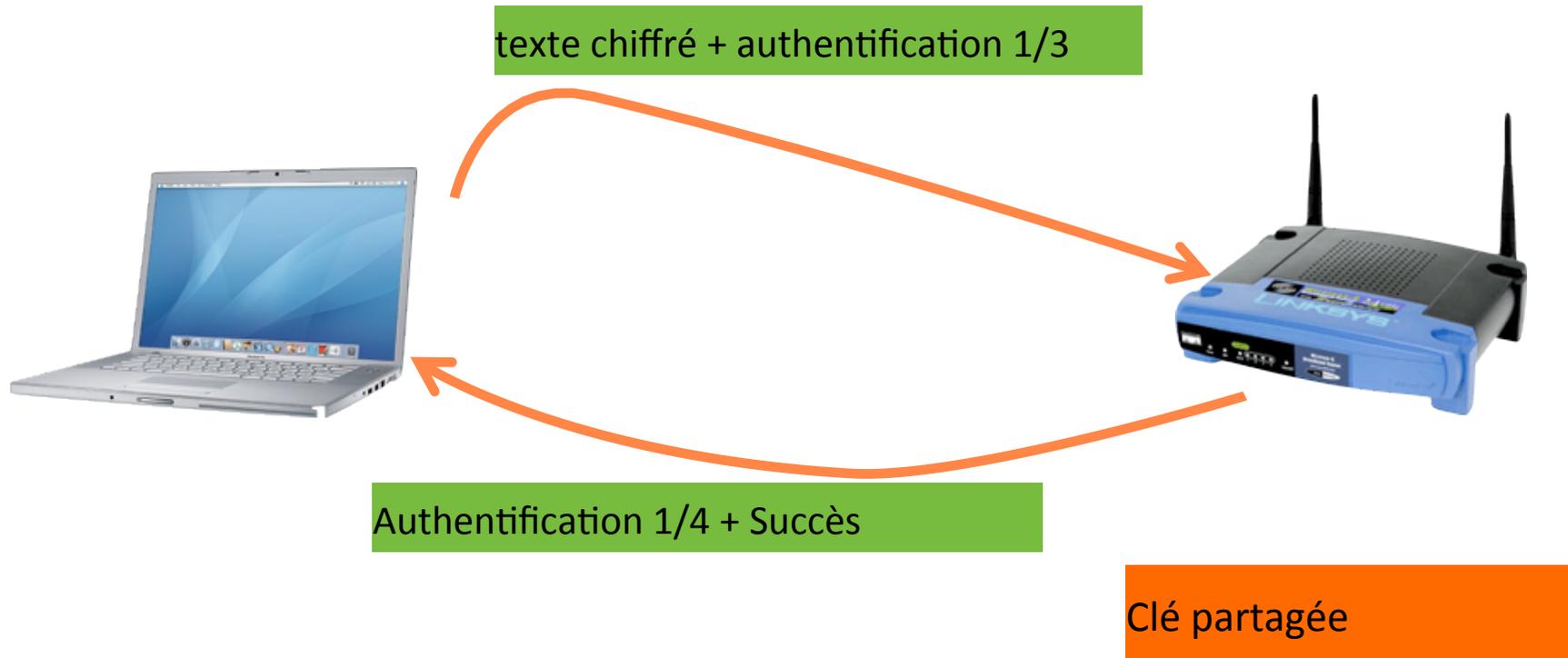
Amélioration de l'authentification

Un algorithme un peu plus sérieux pour l'authentification



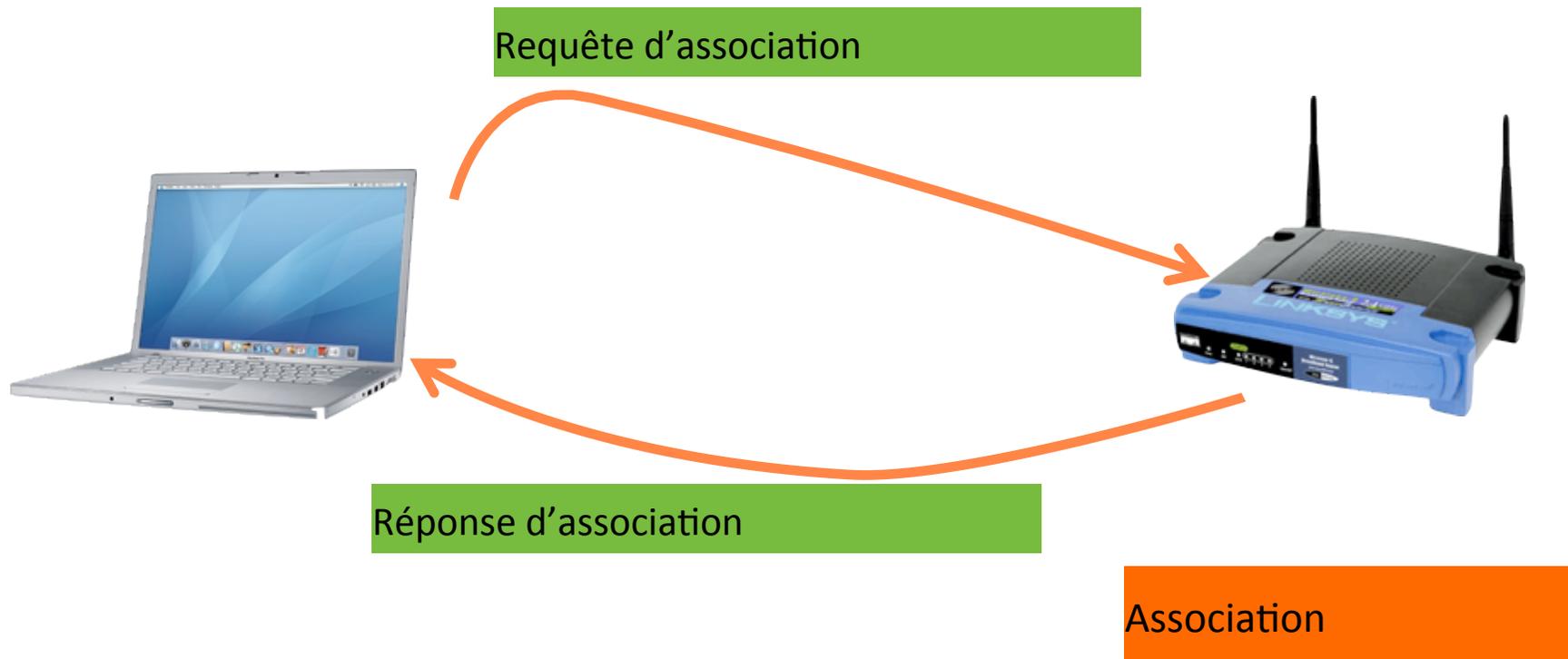
Pas encore là...

Deux trames sont encore nécessaires pour finir le processus d'authentification



Association

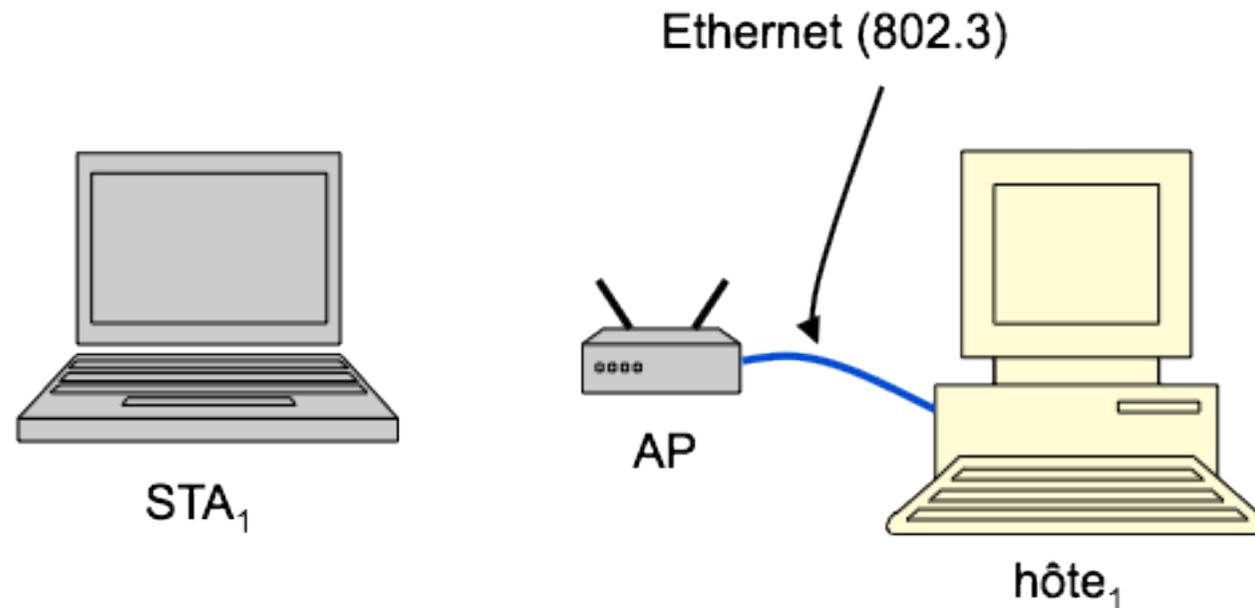
La STA est maintenant authentifiée
mais elle n'est pas encore associée



Exercice

- Un transfert prend environ 3 minutes dans un réseau 802.11g ad hoc à 54 Mbps. Combien de temps ce transfert prendrait-il approximativement dans un réseau 802.11g basé sur infrastructure à 54 Mbps?

Exercice



- Dessinez la séquence de trames pour une transmission d'une trame du $hôte_1$ vers la STA_1 (requiert des connaissances 802.3)

Exercice

- Ecrivez une équation pour le temps nécessaire à une transmission entre deux stations dans un réseau 802.11 fonctionnant en mode ad hoc. Laissez votre équation en termes de DIFS, SIFS, t_{ACK} et t_{TRAME} . Supposez que les temps de backoff aléatoires sont zéro.