

Réseaux Ad Hoc

Dr.ing. SAOUD Bilal

UAMOB



oooooooo
oooooooo
ooo
ooooooo

Plan

Introduction

MANET

Caractéristiques de MANET

Avantages/inconvénients

Standard de communication

- Spécifications de la couche physique IEEE 802.11

- Couche liaison IEEE 802.11

- Station cachée/exposée

- CSMA/CA

Protocoles de routages

- Introduction

- Classification des protocoes

- AODV

- OLSR

- DSR

- ZRP

Domaines d'applications

Conclusion

Références



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

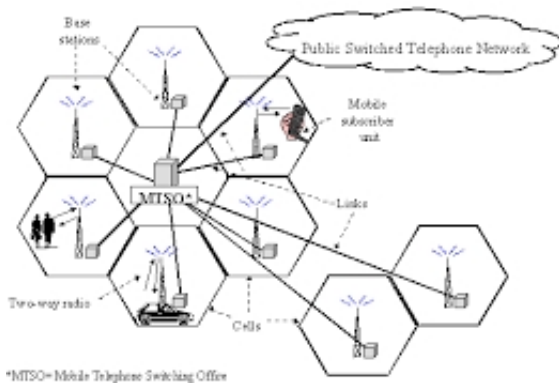
Introduction

- L'inconvénient majeur des réseaux cellulaires est la nécessité d'une Infrastructure.
- Les progrès technologiques récents permettent aux ordinateurs portables d'être équipés d'interfaces sans fil, permettant la communication en réseau même lorsqu'ils sont mobiles.
- La mise en réseau sans fil améliore considérablement l'utilité de transporter un appareil informatique.
- Il offre aux utilisateurs mobiles une communication polyvalente et flexible entre les personnes et un accès continu aux services de réseau avec beaucoup plus de flexibilité.



oooooooo
 ooooooooo
 ooo
 ooooooo

Introduction



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

MANET

MANET (*Mobile Ad hoc Networks*) est une collection autonome d'utilisateurs mobiles communiquant via une liaison sans fil à bande passante relativement limitée avec une puissance de batterie limitée dans des environnements hautement dynamiques.



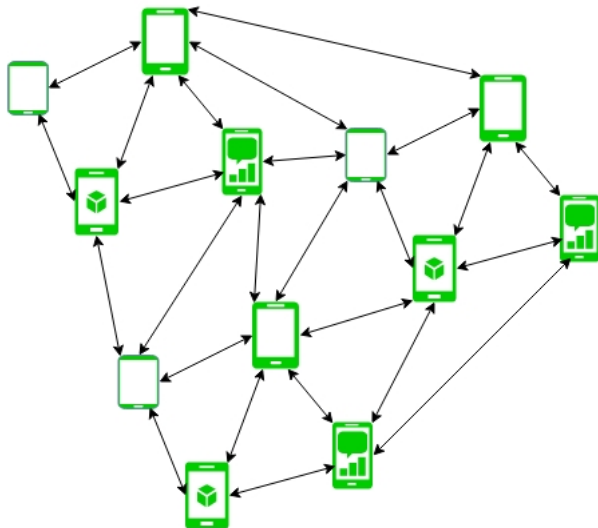
oooooooo
oooooooo
ooo
ooooooo

MANET

- La topologie du réseau Ad hoc, en raison de la mobilité dans le réseau est, en général, dynamique et peut changer rapidement et de façon imprévisible au fil du temps.
- Par conséquent, la connectivité entre les nœuds peut varier avec le temps en raison des départs de nœuds, des nouvelles arrivées de nœuds et de la possibilité d'avoir des nœuds mobiles.
- Pour maintenir la communication entre les nœuds du réseau, chaque nœud d'un réseau ad hoc sans fil fonctionne comme un émetteur, un hôte et un routeur.
- Les fonctions de gestion et de contrôle du réseau sont également réparties entre les nœuds.
- De plus, le réseau étant très décentralisé, toutes les activités du réseau, y compris la découverte de la topologie, la transmission d'informations et l'utilisation efficace de la batterie, doivent être exécutées par les nœuds eux-mêmes.



MANET



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

Caractéristiques de MANET

- Topologies dynamiques : la topologie du réseau qui est généralement multihops, peut changer de façon aléatoire et rapide avec le temps, elle peut former des liens unidirectionnels ou bidirectionnels.
- Liaisons de bande passante à capacité variable : les liaisons sans fil ont généralement une fiabilité, une efficacité, une stabilité et une capacité inférieures à celles d'un réseau câblé. Le débit de la communication sans fil est encore inférieur au taux de transmission maximal d'une radio après avoir fait face à des contraintes telles que l'accès multiple, le bruit, conditions d'interférence, etc.



oooooooo
oooooooo
ooo
ooooooo

Caractéristiques de MANET

- Comportement autonome : chaque nœud peut agir comme hôte et routeur, ce qui montre son comportement autonome.
- Fonctionnement à contrainte d'énergie : comme certains ou tous les nœuds dépendent de batteries ou d'autres moyens épuisables pour leur énergie, les nœuds mobiles sont caractérisés par moins de mémoire, de puissance et de fonctionnalités légères.



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

Caractéristiques de MANET

- Sécurité limitée : les réseaux sans fil sont plus expose aux menaces de sécurité. Un pare-feu centralisé est absent en raison de sa nature non distribuée de fonctionnement pour la sécurité, le routage et la configuration de l'hôte.
- Moins d'intervention humaine : ils nécessitent une intervention humaine minimale pour configurer le réseau, ils sont donc dynamiquement autonomes par nature.



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

Avantages

- Séparation de l'administration centrale du réseau.
- Chaque nœud peut jouer les deux rôles, c'est-à-dire. du routeur et de l'hôte montrant une nature autonome.
- Les nœuds auto-configurables et auto-réparateurs ne nécessitent aucune intervention humaine.



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

Inconvénients

- Les ressources sont limitées en raison de diverses contraintes comme le bruit, les conditions d'interférence, etc.
- Manque de facilités d'autorisation.
- Plus sujettes aux attaques en raison de la sécurité physique limitée.



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

Les normes pour les réseaux ad hoc, différentes de celles des réseaux cellulaires.



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

IEEE 802.11

- La norme IEEE 802.11 (norme IEEE 1999) est proposée pour développer une spécification de contrôle d'accès au médium (MAC) et de couche physique (PHY) pour la connectivité sans fil pour les stations fixes, portables et mobiles dans une zone locale.
- Cette norme offre également aux organismes de réglementation un moyen de normaliser l'accès à une ou plusieurs bandes de fréquences pour des communications locales.



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

IEEE 802.11

Cette norme a une grande importance en raison des caractéristiques suivantes :

- Décrit les fonctions et services requis par un appareil compatible IEEE 802.11 pour fonctionner au sein de réseaux ad hoc et d'infrastructure ainsi que les aspects de la mobilité (transition) des utilisateurs au sein du réseau.
- Définit les procédures MAC pour prendre en charge les services de livraison d'unité de données de service MAC asynchrone (MSDU).



oooooooo
oooooooo
ooo
oooooo

IEEE 802.11

- Définit plusieurs techniques de signalisation de couche physique et fonctions d'interface contrôlées par le MAC IEEE 802.11.
- Décrit les exigences et les procédures pour assurer la confidentialité des informations utilisateur transférées sur le support sans fil (WM) et l'authentification des appareils conformes IEEE 802.11.



```

○○○○○○○○○
○○○○○○○○○
○○○
○○○
○○○○○○○

```

IEEE 802.11

Couche Liaison 2	802.11 Logical Link Control (LLC)					
	802.11 Medium Access Control (MAC)					
Couche Physique 1	FHSS	DSSS	Infrarouge	Wi-Fi 802.11b	Wi-Fi 5 802.11a	OFDM ...



●○○○○○○○
○○○○○○○
○○○
○○○○○○○

Couche physique IEEE 802.11

L'IEEE, en mai 1997, a publié la norme initiale, «Spécifications de contrôle d'accès au réseau local sans fil (MAC) et couche physique (PHY)», également connue sous le nom d'IEEE 802.11. La norme fournit trois spécifications de couche physique pour la radio, fonctionnant dans la bande de 2400 à 2483,5 MHz, de 902 à 928 MHz, de 5,725 à 5,85 GHz.



●○○○○○○○
○○○○○○○
○○○
○○○○○○○

Couche physique IEEE 802.11

Elle permet d'assurer la transmission des données sur le support. Elle se compose de deux sous couches qui sont : la sous couche PMD (*Physical Media Dependant*) et la sous couche PLCP (*Physical Layer Convergence Procedure*).



○○●○○○○○
○○○○○○○
○○○
○○○○○○○

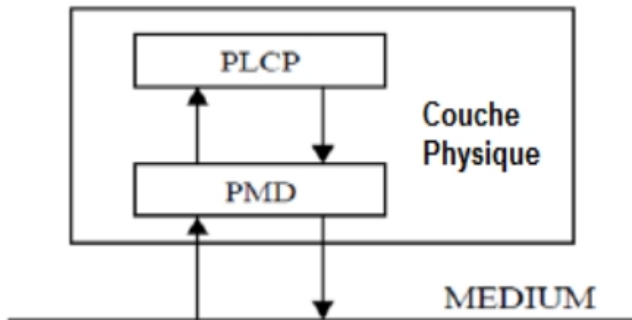
Couche physique IEEE 802.11

- La sous couche PMD : permet d'assurer la gestion de l'encodage des données et de la modulation afin de pouvoir les transmettre par voie hertzienne.
- La sous couche PLCP : son rôle c'est d'écouter le support. Elle est directement reliée avec la sous couche MAC pour lui signaler que le support est libre.



○○●○○○○
○○○○○○○
○○○
○○○○○○○

IEEE 802.11





Couche physique IEEE 802.11

Selon la norme IEEE 802.11, la sous-couche PMD se base sur l'une des quatre techniques de transmission suivantes :

- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- IR (Infrarouge)
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)



○○○○○●○○
○○○○○○○
○○○
○○○○○○○

Couche physique IEEE 802.11

Frequency hopping spread spectrum radio physical layer :

Couche radio physique à spectre étalé à sauts de fréquence :

cette couche physique permet un fonctionnement à 1 Mbps (avec 2 Mbps en option). La version 1 Mbps utilise une modulation de fréquence gaussienne (GFSK) à 2 niveaux et la version 2 Mbps utilise une GFSK à 4 niveaux.



○○○○○○●○○
○○○○○○○○
○○○
○○○○○○○

Couche physique IEEE 802.11

Direct sequence spread spectrum radio physical layer :

Couche radio physique à spectre étalé à séquence directe :

cette couche physique assure un fonctionnement à 1 et 2 Mbps.

La version 1 Mbps utilise modulation de phase binaire différentielle (DBPSK) et la version 2 Mbps utilise la modulation de phase en quadrature différentielle (DQPSK).



oooooooo●o
ooooooooo
ooo
ooooooo

Couche physique IEEE 802.11

Infrared physical layer :

Couche physique infrarouge :

cette PHY fournit 1 Mbps avec 2 Mbps en option. La version 1 Mbps utilise la modulation de position d'impulsion (PPM) avec 16 positions (16-PPM) et la version 2 Mbps utilise 4-PPM.





Couche physique IEEE 802.11

OFDM est une technique de codage émergente. Elle est appliquée aux normes 802.11a , g, et dans 802.11n. Elle permet d'avoir des débits plus importants et la plus grande capacité de partage du spectre de ce fait L'OFDM repose sur le principe du multiplexage qui permet de transmettre simultanément plusieurs communications sur une même bande de fréquence en la divisant en plusieurs porteuses. Elle utilise des méthodes de modulation de phase et d'amplitude. OFDM est plus efficace que DSSS à savoir : en fonctionnant avec une même bande de fréquences (2,4000 - 2,4835 GHz), 802.11g a une bande passante de 54 Mbps avec OFDM. Alors que 802.11b monte seulement jusqu'à 11 Mbps





Couche liaison IEEE 802.11

Les fonctionnalités mises en œuvre par la couche liaison de données sont les suivantes :

- Fragmentation et réassemblage des trames,
- Procédures d'accès au support,
- Adressage,
- Contrôle d'erreur CRC (*Cyclic Redundant Check*).





Couche liaison IEEE 802.11

La couche Liaison de données du standard 802.11 se décompose en deux sous-couches :

- Couche de contrôle de la liaison logique (LLC : *Logical Link Control*)
- Couche de contrôle d'accès au support (MAC : *Medium Access Control*)





Couche liaison IEEE 802.11-LLC

Couche de contrôle de la liaison logique (LLC : *Logical Link Control*)

- Elle permet d'adapter les données venant des couches supérieures à la couche physique.
- Il est possible de faire connecter un réseau WLAN avec d'autres réseaux IEEE 802 filaire ou non.
- Le paquet qui vient de la couche réseau est encapsulé dans une trame LLC.
- La nouvelle trame contient un en-tête et une zone de détection d'erreur enfin de trame : le *Forward Error Correction* (FEC).



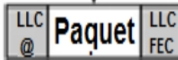


Couche liaison IEEE 802.11-LLC

Couche réseau

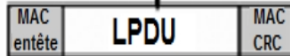
Paquet

LLC



Couche liaison

MAC





Couche liaison IEEE 802.11-MAC

Couche de contrôle d'accès au support (MAC : *Medium Access Control*)

Le medium de transmission peut être accédé selon un des deux modes :

- mode PCF (*Point Coordination Function*)
- mode DCF (*Distributed Coordination Function*)



○○○○○○○○○
○○○○●○○
○○○
○○○○○○○

Couche liaison IEEE 802.11-MAC-PCF

- PCF consiste en une gestion centralisée des ressources.
- C'est le point d'accès qui ordonne les transmissions et distribue le droit à la parole (transmission).





Couche liaison IEEE 802.11-MAC-DCF

- Le mode DCF est le mode d'accès principal qui doit être supporté par toutes les stations dans un réseau.
- Selon le mode DCF, les stations qui veulent émettre doivent se concurrencer pour avoir un accès au medium.
- Après une trame est transmise, la station doit répéter cette étape pour émettre les trames suivantes.
- Cette procédure permet un accès équitable au medium pour toutes les stations.
- DCF peut aussi bien être utilisé lorsqu'il n'y a pas de station de base (mode ad hoc) que lorsqu'il y en a (mode infrastructure).
- Il s'appuie sur le protocole CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/ Collision Avoidance*) et l'algorithme de backoff ainsi la réservation du canal avec RTS/CTS.



```

○○○○○○○○○
○○○○○○○●
○○○
○○○○○○○

```

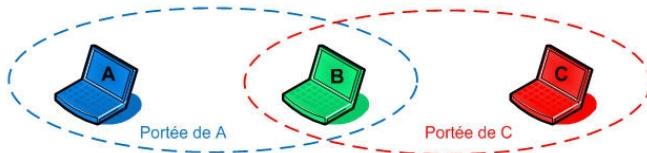
Couche liaison IEEE 802.11

OSI Layer 2 Data Link Layer	802.11 Logical Link Control (LLC)					
	802.11 Medium Access Control (MAC)					
	PCF (Point Coordination Function)			DCF (Distributed Coordination Function)		
OSI Layer 1 Physical Layer (PHY)	FHSS	DSSS	IR	Wi-Fi 802.11b	Wi-fi5 802.11a	...



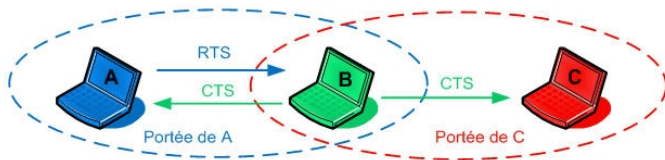
○○○○○○○○
○○○○○○○○
●○○
○○○○○○

Station cachée



○○○○○○○○
○○○○○○○○
●●○
○○○○○○

Station cachée



oooooooo
oooooooo
oo●
oooooo

Station exposée



○○○○○○○○○
○○○○○○○○○
○○○
●○○○○○

CSMA/CA

- CSMA/CA est une méthode d'accès multiple à détection de porteuse et évitement de collision.
- Cet algorithme distribué est exécuté localement sur chaque station afin de déterminer les périodes d'accès au médium.



○○○○○○○○○
○○○○○○○○○
○○○
○●○○○○○

CSMA/CA

- CSMA/CA autorise une station à transmettre ses données après l'écoute du canal.
- Si le canal est libre pendant un temps spécifique (appelé DIFS, *Distributed Inter Frame Space*) alors la station peut transmettre.
- Si le support est occupé, une procédure de Backoff est déclenchée.



○○○○○○○○○
○○○○○○○○○
○○○
○○●○○○

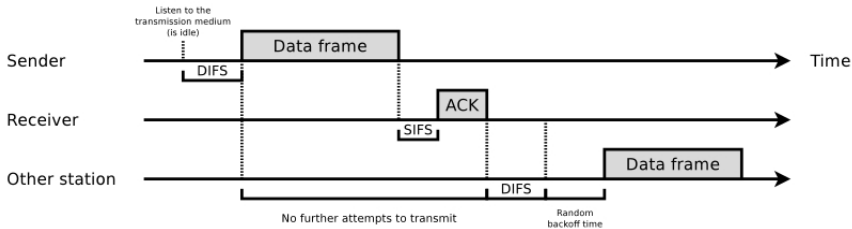
CSMA/CA

- La station qui reçoit correctement un paquet va renvoyer à la station émettrice un accusé de réception (ACK).
- ACK permet d'indiquer à l'émetteur qu'aucune collision n'a eu lieu.



○○○○○○○○○
○○○○○○○
○○○
○○○●○○○

Station exposée



```

○○○○○○○○○
○○○○○○○○○
○○○
○○○
○○○○●○○

```

CSMA/CA

$$\text{BackoffTime} = \text{Random}(\text{CW}) \times \text{TimeSlot} \quad (1)$$

CW : Contention window

Modulation method	SIFS	DIFS ¹	Slot Time	Minimal CW	Maximum CW
FHSS (802.11)	28 μs	128 μs	50 μs	15	1023
DSSS (802.11b)	10 μs	50 μs	20 μs	31	1023
OFDM (802.11a/h/n/ac)	16 μs	34 μs	9 μs	15	1023
OFDM (802.11g) ²	16 μs	34 μs	9 μs	15	1023
OFDM (802.11g) ³	10 μs	50 μs	20 μs	15	1023

¹ DIFS = SIFS + 2 * Slot Time

² Supports data rates 1-54 Mbps

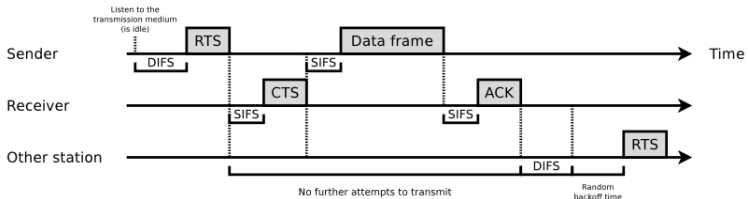
³ Supports only data rates > 11 Mbps





CSMA/CA - RTS/CTS

- Après le DIFS, émetteur transmet une trame RTS au récepteur
 - La trame RTS contient un champ, qui spécifie la période, l'émetteur veut réserver (utiliser) le support de transmission (le canal) pour transmettre la trame



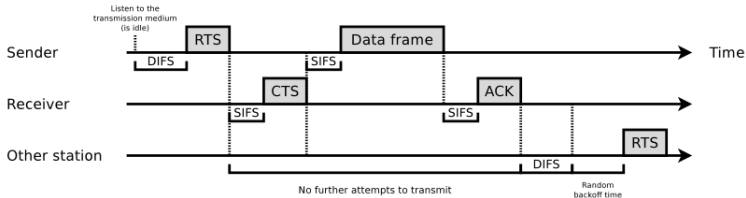
- Le récepteur accuse réception de la demande de réservation en attendant SIFS puis en transmettant une trame CTS, qui contient également la période de temps que l'émetteur souhaite réserver





CSMA/CA - RTS/CTS

- Une fois que le récepteur a bien reçu la trame de données, il attend la période d'un SIFS et transmet une trame ACK à l'émetteur



- si le support de transmission (le canal) est occupé, aucune autre station n'essaie de transmettre une trame jusqu'à la fin du vecteur d'allocation de réseau (NAV : *Network Allocation Vector*)
 - Chaque station gère le compteur NAV
 - Réduit le nombre de collisions
 - Contient le temps d'occupation prévu du support de transmission
 - Est décrémenté dans le temps, jusqu'à ce qu'il atteigne la valeur 0



oooooooo
oooooooo
ooo
ooooooo

Plan

Introduction

MANET

Caractéristiques de MANET

Avantages/inconvénients

Standard de communication

- Spécifications de la couche physique IEEE 802.11

- Couche liaison IEEE 802.11

- Station cachée/exposée

- CSMA/CA

Protocoles de routages

- Introduction

- Classification des protocoes

- AODV

- OLSR

- DSR

- ZRP

Domaines d'applications

Conclusion

Références



oooooooo
oooooooo
ooo
ooooooo

