

# ***Etude de l'équité dans les réseaux ad-hoc***

**Mathias Péron**

***stage MIM1 – Septembre 2003***

# Introduction – Les réseaux ad-hoc

---

- **réseaux locaux** sans fils utilisant le **médium radio**
- chaque entité est **mobile et autonome**
- le réseau est **auto-configurable** : aucune station de base, aucune infrastructure fixe

**Applications** Réseaux spontanés, réseaux à mobilité forte.

**Problématiques** Qualité de service, algorithmes de routage, questions de sécurité, ...

## Introduction – Cadre de travail

---

- couche réseau **MAC** (Medium Access Control) : gestion du médium
- protocole de transmission de paquets de données
- **garantir un accès équitable** au médium pour chaque mobile

**Standard 802.11** définition de la couche MAC par l'IEEE.

- implémenté par la quasi totalité des cartes existantes
- quel sont ses comportements quant à l'équité ?

*Plan de l'exposé*

- (i) Décrire la couche MAC 802.11
- (ii) Comprendre le problème de l'équité en ad-hoc
- (iii) Décrire une solution
- (iv) Découvrir un problème inattendu



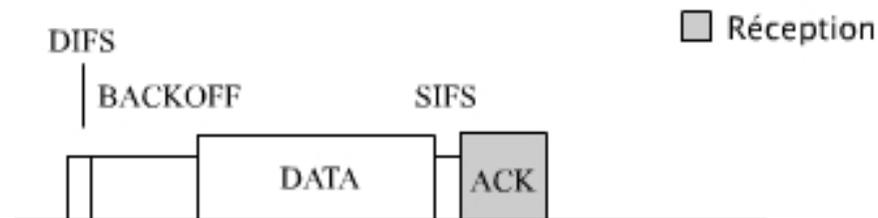
## DFWMAC - Transmission d'un paquet

---

**Collision** au niveau du récepteur : l'émetteur ne peut pas la détecter.

Le protocole doit donc :

- **éviter les collisions** : attente d'un temps aléatoire BACKOFF pendant lequel le médium doit être libre avant de transmettre (tirage dans  $[0..CW]$ )
- garantir l'intégrité d'une transmission : paquets d'acquiescement (ACK)

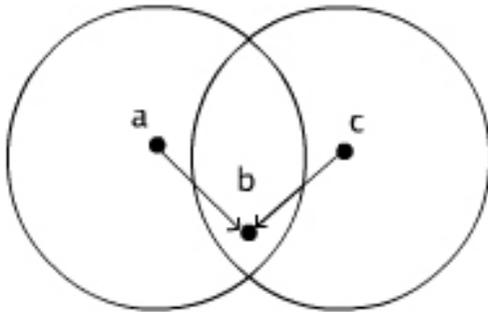


Si le médium est occupé avant le début de la transmission : **BACKOFF restant** appliqué à la prochaine tentative/ éviter la famine

## DFWMAC - Noeud caché & RTS/CTS

---

premier problème : **les noeuds cachés**



*a et c sont en compétition pour le médium,  
pendant ils ne se détectent pas.*

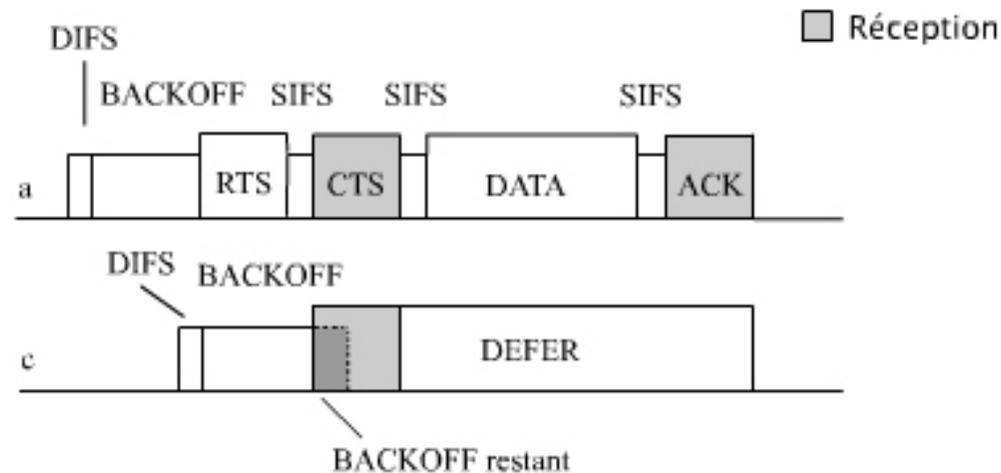
*b est exposé aux deux émissions : collisions*

**Collisions** signifiées par l'absence d'ACKs : **CW est doublé** et remis à sa valeur minimale dès qu'une transmission réussie. C'est l'algorithme de résolution de compétition (CW, Contention Window)

Mise en place d'un système de **réservation du médium**. Deux paquets de signalisation : **RTS** (Request-To-Send) et **CTS** (Clear-To-Send) envoyés respectivement par l'émetteur et le récepteur.



# DFWMAC - Noeud caché & RTS/CTS



Le CTS entendu par l'ensemble des voisins contient la durée de la transmission. Il oblige tout mobile l'ayant reçu de différer ses transmissions : DEFER.

**Bilan** Le protocole paraît réguler et protéger les transmissions correctement et semble éviter les collisions

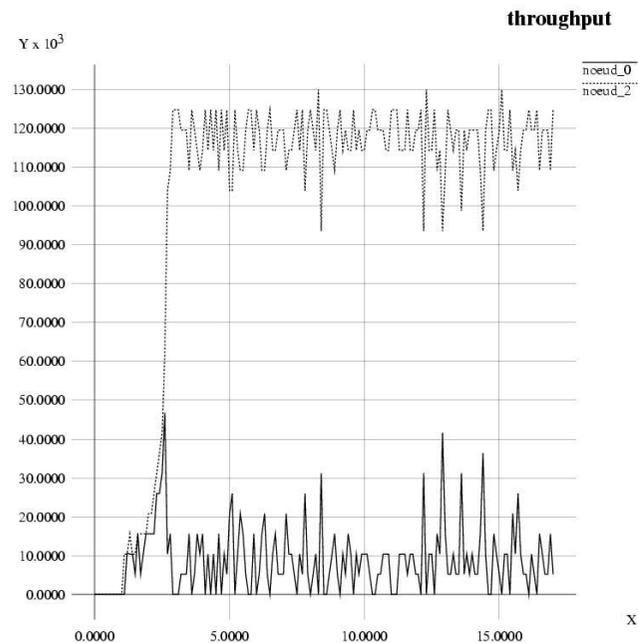
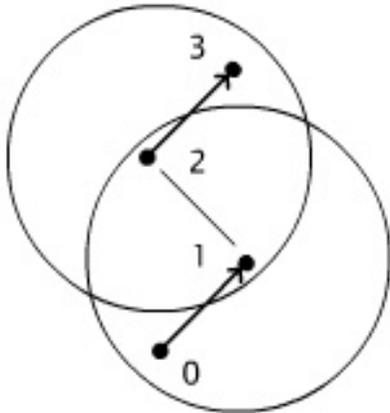


## Equité - Premier scénario

Définir ce qu'est l'équité, c'est caractériser l'ensemble des entités qui doivent être sur un même pied d'égalité, ici qui sont en compétition mutuelle.

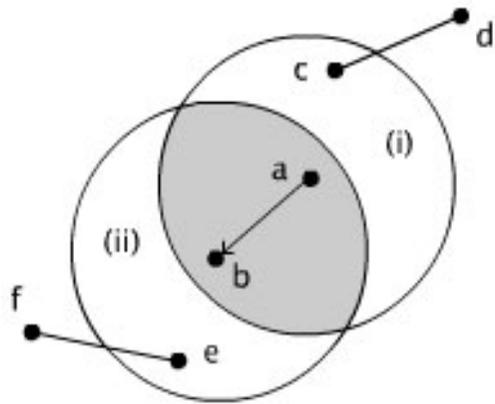
### Un exemple

*le noeud 1 subit la diffusion  
radio du noeud 2. Il ne répond pas à 0.*



# Equité - Compétition selon la situation

**Diffusion Radio** elle implique certaines contraintes autour d'un flux ab



(i) exposés aux émissions de a

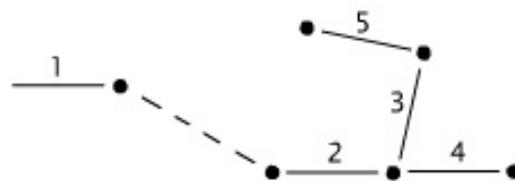
(ii) interfèrent la réception de b en émettant.

lors des ACKs/CTSs les zones s'inversent

→ ces noeuds ne peuvent appartenir à aucun flux

**Portée du signal** On distingue la portée de communication (TR, Transmission Range) et la détection de porteuse (CS, Carrier Sense) (signal non interprété)

**Modélisation** Exemple



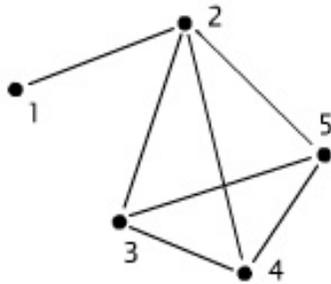
— lien TR

- - lien SR

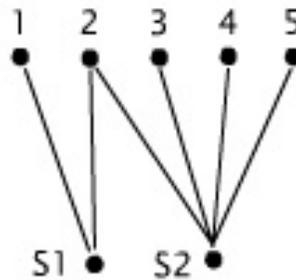
## Equité - Modélisation existante

**Solutions proposées** on construit les graphes suivants

$G = (X, flux) (E, \exists \text{ compétition})$



$G' \text{ biparti} = (X1, flux) (X2, K_{max} \in G) (E, flux \in K_{max} \text{ dans } G)$



clique maximale de  $G$  : un seul flux peut-être utilisé simultanément

$G'$  ressource graphe : système de jeton pour gérer l'équité

**Problèmes** NP-complétude du problème clique, construction distribuée du graphe (lien SR ?), notre premier scénario n'est pas résolu

→ développer une solution *ad-hoc*, ie faisable dans ce cadre

→ la modélisation ne capture pas les problèmes du médium radio



## Solution - l'algorithme

---

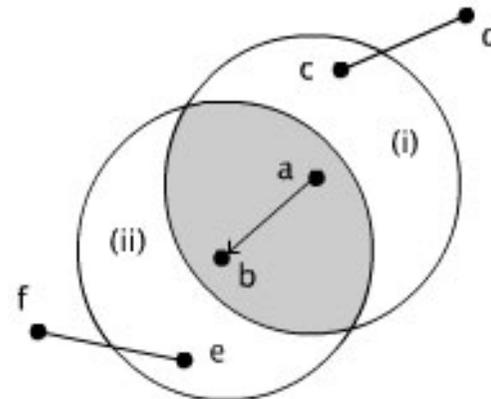
l'idée est d'espionner le médium, et d'évaluer son occupation respective par chaque noeud étant en compétition avec soi (ensemble  $\Gamma$ ).

On minimise alors  $|\left(\frac{W_i}{W_o} \times |\Gamma|\right) - 1|$  (où i=mes envois, o=les autres)

On ajuste selon le paramètre CW pour réguler les émissions.

Pour effectuer le comptage, on doit connaître toutes les émissions faites par les noeuds de  $\Gamma$ . Or certains sont hors d'attente. 2 cas :

- ceux que je peux évaluer à travers les CTSs de leur récepteurs
- ceux que seuls mon récepteur peut évaluer : envoi de l'information dans le CTS

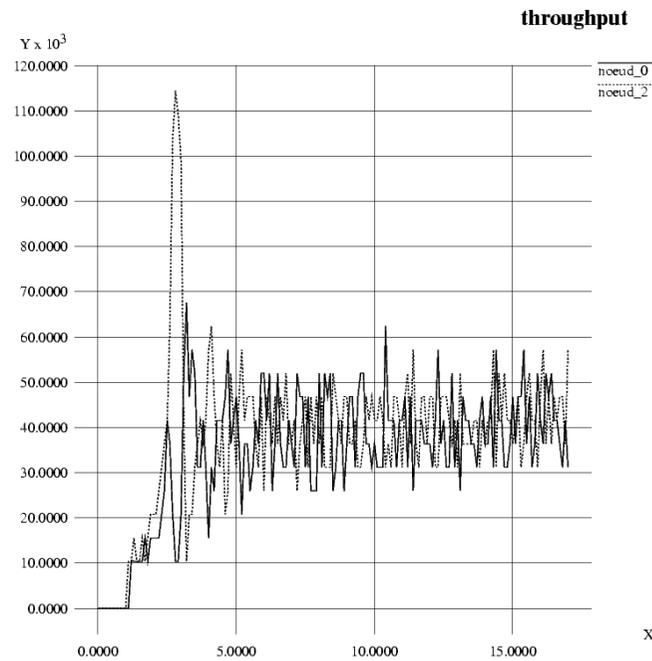
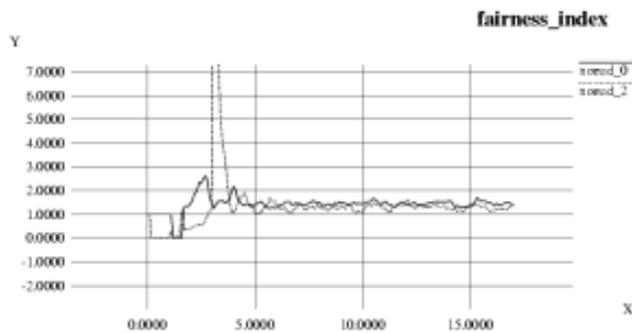


# Solution - Résultats

**Problèmes** Eviter d'évaluer deux fois un noeud, minimiser la taille des paquets CTS, coût de l'évaluation en temps.

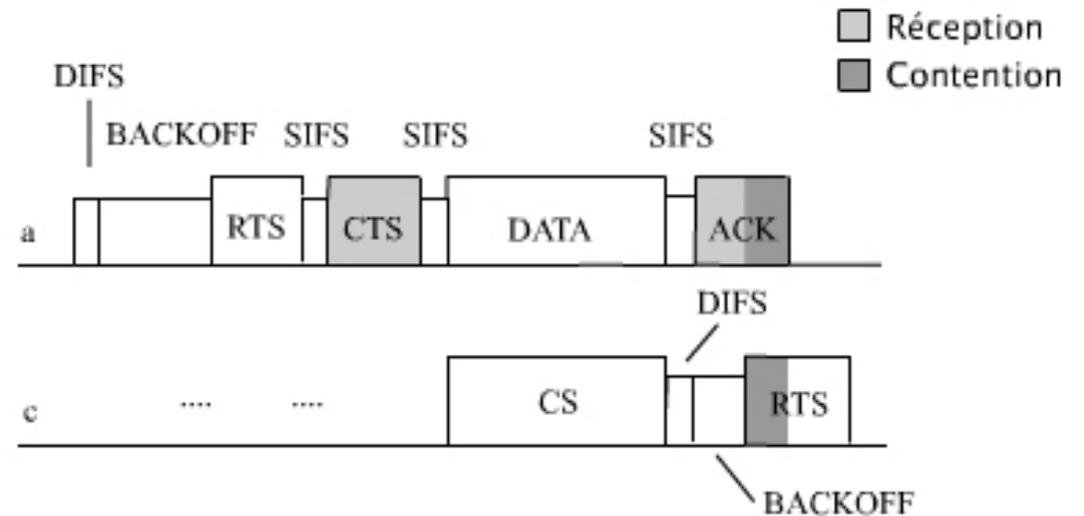
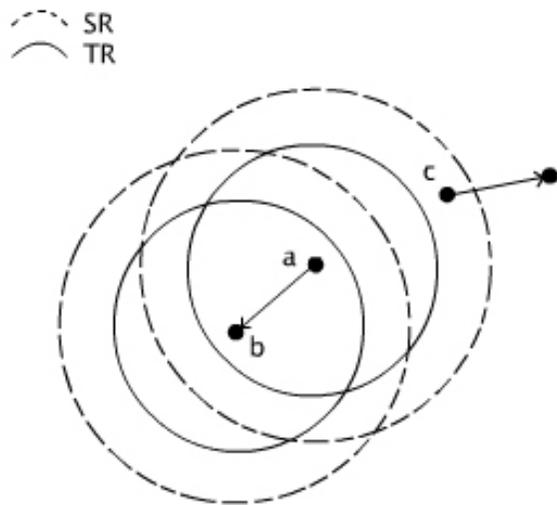
On effectue alors régulièrement une réévaluation de CW selon l'évolution de plusieurs paramètres (évolutions de  $W_i$ ,  $W_o$ , ...).

**Résultats** sur notre premier scénario



# EIFS - le protocole

DFWMAC rencontre un problème dans la situation suivante :



La norme spécifie qu'un temps d'attente EIFS doit-être ajouté après chaque CarrierSense, d'une durée de  $SIFS+ACK+DIFS$

→ met à égalité les deux noeuds pour la prise du médium



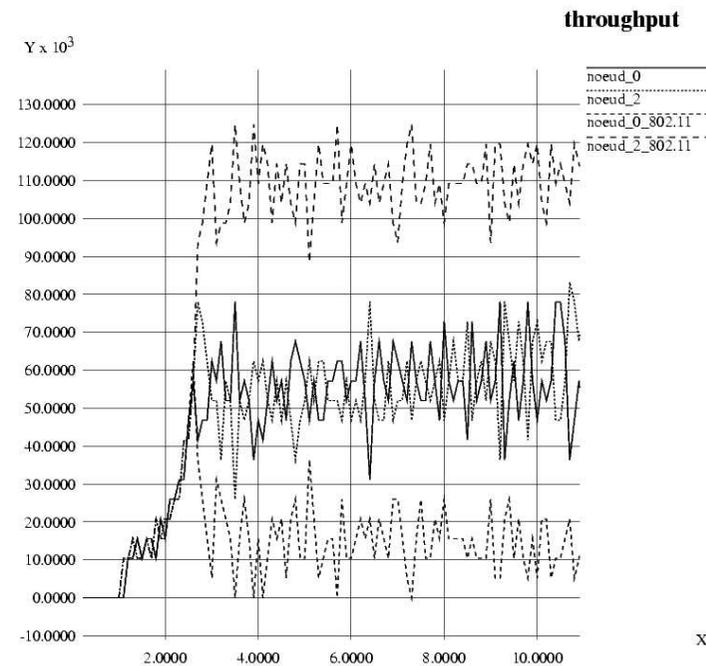
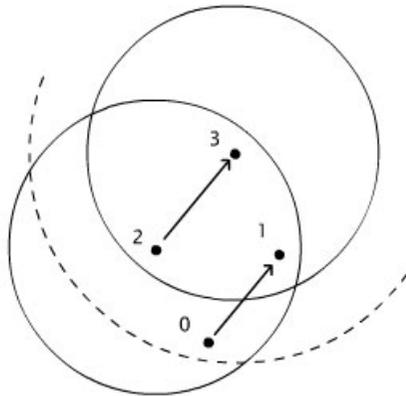
# EIFS - scénario problématique

Un scénario & ses résultats sous 802.11 et avec notre algorithme

lien SR entre 0 et 3

0 ajoute l'EIFS *après* l'ACK de 3

→ pénalité de temps



Le problème de l'EIFS est aujourd'hui méconnu.  
Cmairment il s'agit d'une erreur protocolaire



## Conclusion

---

Ne pouvant s'abstraire du standard 802.11, seul existant, l'étude de l'équité ne peut s'effectuer que dans ce cadre. Nous avons :

- lister l'ensemble des solutions qui existent aujourd'hui
- relever les problèmes existant et mis à jour celui de l'EIFS
- fournis une solution au problème qui se révèle efficace et adaptable à la norme actuelle

