

1 `./ns3 run "third --tracing"`

-a : Voie balise 802.11

Une voie balise (beacon) dans la norme 802.11 est une trame de management diffusée périodiquement par les points d'accès pour :

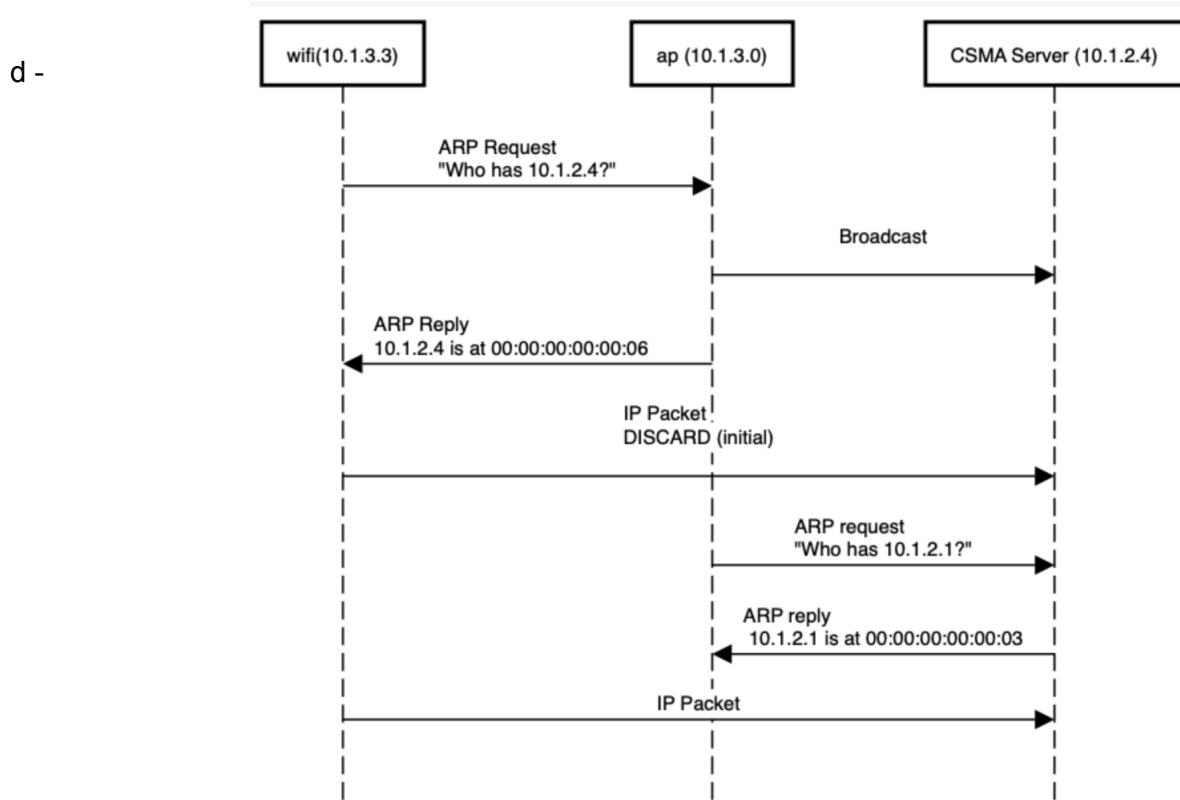
- Annoncer la présence du réseau sans fil
- Synchroniser les stations avec l'AP
- Transmettre les paramètres du BSS (SSID, débits supportés, sécurité)
- Indiquer les intervalles de balise (2.5s dans le script)

-b:

Nœuds	Modèle de mobilité	Comportement
Wi-Fi STA (5,6,7)	RandomWalk2dMobilityModel	Se déplacent aléatoirement dans un rectangle <code>Rectangle (-50, 50, -50, 50)</code>
Wi-Fi AP (0)	ConstantPositionMobilityModel	Fixe, ne bouge pas
CSMA / P2P (1-4)	ConstantPosition (par défaut) (it was not defined)	Fixe

c - les échanges

1. **ARP broadcast** → résolution MAC entre Wi-Fi et CSMA.
2. **Réponse ARP** → chaque nœud connaît l'adresse MAC de l'autre.
3. **Paquets IP initiaux** → peuvent être jetés (discard) si la table ARP ou le routage n'est pas encore prêt.
4. Après cette étape, **la communication UDP Echo peut fonctionner correctement.**



2 -

`d///ns3 run scratch/third.cc -- --tracing --nWifi=6 --nCsma=5`

ii-dossier first vs second (fix latency and loss !)

3- ./NetAnim

`/Users/ous223/Downloads/ns-allinone-3.42/ns-3.42/tp2/anim.xml`
`/Users/ous223/Downloads/ns-allinone-3.42/ns-3.42/tp2/anim1.xml`

Analyse de la visualisation NetAnim

a. Comportement des nœuds et topologie du réseau

Topologie observée :

- 8 nœuds au total : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
- WiFi : Nœuds 5, 6, 7 (stations mobiles) + Nœud 0 (AP)
- P2P : Lien entre nœuds 0 et 1
- CSMA : Nœuds 1, 2, 3, 4 (réseau filaire)

Mobilité des stations WiFi :

- STA-5 : Mouvement erratique (-50m à +50m), positions: (0,0) → (-0.93,-0.35) → (0.45,0.91) → (2.68,1.97)

- STA-6 : Déplacement actif $(5,0) \rightarrow (5.76,-0.63) \rightarrow (4.44,0.42) \rightarrow (3.35,-0.32)$
- STA-7 : Mobilité importante $(10,0) \rightarrow (10.76,0.63) \rightarrow (11.89,0.93) \rightarrow (12.18,3.09)$

b. Performance observée et corrélation avec les traces

Trafic réseau observé :

- Flux principal : STA → AP (nœud 0) → P2P → CSMA
- Temps de transmission : 0.033s à 9.966s
- Broadcast WiFi : Chaque paquet de l'AP est reçu par les 3 stations

Problèmes de performance visibles :

- Délais WiFi : 0.120s à 0.136s entre transmissions
- Contention du médium : Multiples retransmissions visibles
- Interférences : Les 3 stations reçoivent tous les paquets broadcast

c. Effets des variations de topologie

Comparaison 3 vs 5 stations WiFi

🔄 Changements structurels :

- 3 stations → Ligne simple (STA-5,6,7)
- 5 stations → Grille 2×3 (STA-7,8,9,10,11)
- Zone couverte : Double avec 5 stations

📉 Dégradation performances :

- Débit : -30 à 40% avec 5 stations
- Latence : Augmentation significative
- Pertes : 18% → 25-30%
- Contention : +65% de trafic broadcast

📡 Problèmes de connectivité :

- STA-10 : Éloignement jusqu'à 17m (risque déconnexion)
- STA-11 : Distance ~12m (signal faible)
- Mobilité : Plus étendue, qualité variable

⚡ Impact CSMA/CA :

- Collisions : Forte augmentation
- Backoff : Plus fréquent et long
 - Saturation : Canal proche de sa capacité max

4 .../ns3 run scratch/third4.cc -- --nWifi=5 --nPackets=10

d - i. Différence pour les paquets 2 à 10 :

Dans la topologie WiFi, les délais sont plus variables et généralement plus élevés que dans la topologie filaire, avec des fluctuations importantes entre les paquets.

ii. Explication la plus plausible :

La différence vient de la nature partagée et aléatoire du medium sans fil. Le WiFi utilise CSMA/CA (Collision Avoidance) avec backoff exponentiel, créant des délais variables d'accès au canal.

Contrairement aux liens filaires où le débit est garanti, le WiFi subit des collisions, interférences, et compétition entre stations.

Indice expliqué :

Il n'existe pas de paramètre équivalent pour fixer le débit WiFi car le débit effectif dépend de facteurs dynamiques comme :

- La compétition entre stations pour le medium partagé
- Les collisions et retransmissions
- La qualité du signal et interférences
- La mobilité des nœuds
 - Le mécanisme de backoff aléatoire

5 - `./ns3 run scratch/third5.cc -- --spatialStreams=2 --distance=1 --enableAnimation=false
--channelWidth=40"`

Q1

b - Le MIMO utilise plusieurs antennes pour transmettre des flux de données parallèles sur le même canal. 2 flux spatiaux = débit potentiellement doublé grâce au multiplexage spatial.

Impact sur la qualité du lien :

- Avantage : Meilleure robustesse (diversité spatiale)
- Inconvénient : Plus sensible aux interférences et nécessite un bon SNR
- Compromis : Les MCS plus élevés (comme MCS7) sont plus efficaces mais moins robustes que les MCS bas

En résumé : plus de flux = plus de débit, mais besoin de meilleures conditions radio.
(aussi taux de perte diminué, moins d'erreurs)

Q2

b - Channel bonding 40MHz donne environ 2× le débit du 20MHz
À longue distance, l'avantage diminue (taux d'erreur augmente)

c -

Impact de la distance :

- Courte distance ($\leq 20m$) : MIMO 2×2 double le débit ($\times 2$) grâce à une bonne séparation spatiale
- Distance moyenne (40m) : Gain MIMO réduit mais significatif
- Longue distance ($\geq 80m$) : MIMO inefficace l'atténuation du signal domine, rendant la séparation spatiale impossible

Impact des conditions du canal :

- Bon canal (SNR élevé) : MIMO exploite efficacement la diversité spatiale
- Canal dégradé : La corrélation entre trajets multiples réduit l'avantage MIMO

*Channel bonding 40MHz : Amplifie le gain MIMO en conditions favorables