

Télécom Physique Strasbourg
Informatique & Réseaux
Semestre 8

Cours : Réseaux sans fils
Rapport de projet : analyse de performance du protocole TSCH

Sofian Mareghni
Thomas Triouleyre

I. Objectif

Objectifs :

Ce rapport présente une analyse de performance du protocole TSCH et de l'ordonnancement Orchestra. Nous avons défini des scénarios, évalué des métriques qui nous semblaient pertinentes en faisant varier un seul paramètre à la fois, configuré l'ordonnancement, collecté et formaté les résultats en essayant d'automatiser le tout avec des scripts python. Nous avons attaché une grande importance à la qualité de nos mesures. Ce rapport décrit nos scénarios, définit les métriques retenues, présente les résultats obtenus et fournit une analyse détaillée des résultats.

Les métriques étudiées :

Nos principales modifications se sont portées sur la modification des paramètres de TSCH-Orchestra. Nous avons également un peu touché à la topologie mais pas à l'architecture du système. Nos scénarios les plus pertinents sont ceux les suivants :

- Etude du PDR selon :
 - La fréquence d'envoi des paquets
 - La taille des slotframe
 - La taille des paquets
 - Le nombre de nœuds
- Etude de la consommation selon :
 - La fréquence d'envoi des paquets
 - La taille des slotframe
 - La taille des paquets
 - Le nombre de nœuds

Certaines expériences ont été moins fructueuses. Par exemple, nous souhaitions utiliser l'activité radio pour déterminer le duty cycle. Cependant, nous ne pouvions pas utiliser de valeurs temporelles car elles n'étaient pas présentes dans les fichiers .../radio/m3_{node_number}.oml. Ainsi, nous pouvions au mieux faire un rapport de RSSI en définissant un seuil à partir duquel nous pouvions considérer les nœuds comme actifs. Les résultats n'étant pas satisfaisants, nous les avons pas mis dans ce rapport mais nos scripts vous ont été partagés.

II. Protocol expérimentale

Le protocole expérimental :

Pour atteindre nos objectifs, nous avons mis en place différents scripts python pour automatiser la récupérations des fichiers et traiter les données.

Les fichiers mis en place sont les suivants :

- `parse.py`: ce fichier permet de parser les fichiers bruts dans `raw` et de tracer les courbes en fonction des résultats du parsing pour le PDR, la consommation, etc.
- `runexp.py`: ce fichier permet de lancer une expérience en prenant en argument le nombre de fichiers contenant les nœuds disponibles générés par `nb_nodes.py`, le nombre de senders et le nombre de coordinateurs. Le temps des expériences était directement défini dans le fichier, il suffisait de le changer à un seul endroit comme pour le monitor.
- `traceConso.py`: permet de récupérer les fichiers oml et de les stocker dans `raw/log_conso/{id_exp}` et trace le nombre de graphes de consommation énergétique des nœuds voulus donnés en argument.
- `nb_nodes.py`: génère un fichier explicatif des nœuds disponibles.
- `moyConso.py`: parse les fichiers oml récupérés par `traceConso` et calcule la consommation moyenne de chaque nœud et les écrit dans un fichier, puis calcule la consommation moyenne de chaque expérience. Les valeurs sont placées dans un autre fichier.
- `calculateradio.py`:
- `monpc_exp_....sh`: récupère les fichiers et les met sur notre PC.
- `exp.sh`: lance plusieurs fichiers en même temps.

Pour voir l'influence de chaque métrique, nous en variant qu'une seule à la fois à fin d'isoler son impact. En ce qui concerne les consommation moyenne, nous calculons la consommation moyenne de chaque nœud avant de calculer la moyenne sur l'expérience. Valeurs que nous confrontions avec le graphe des nœuds pour voir si c'était cohérent

La durée des expérience durée en moyenne 10 min. Valeur que nous avons jugé suffisante et non pénalisante pour que les autres études trouvent aussi leurs comptes.

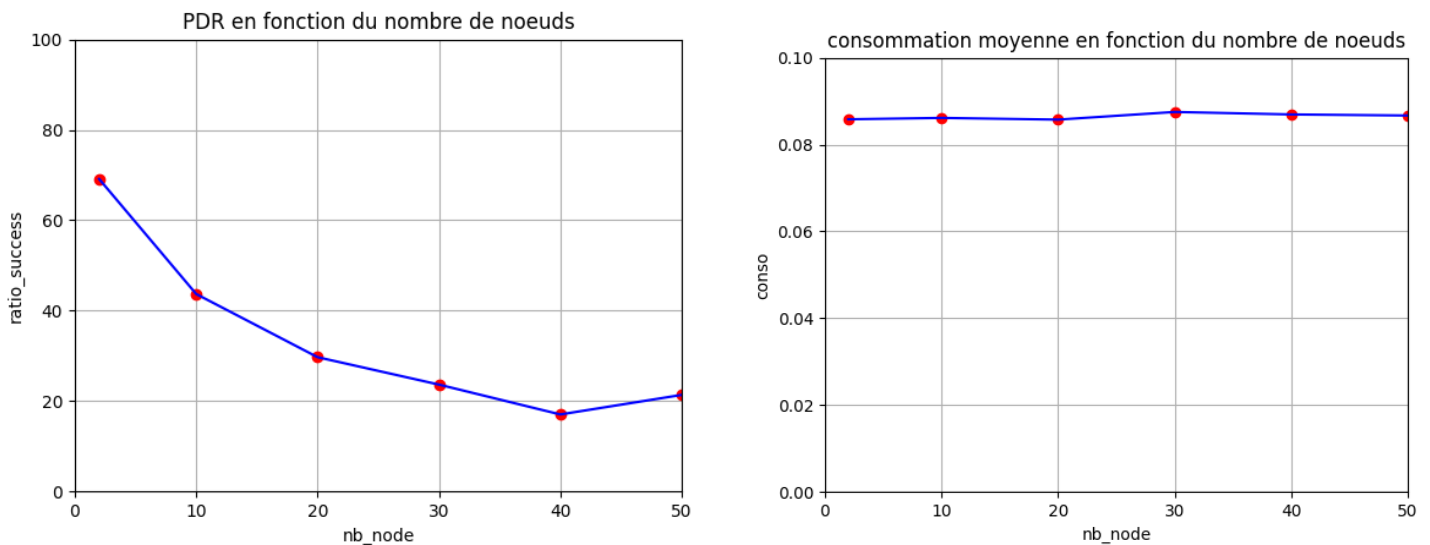
III. Résultat

1. Influence du nombre de nœuds :

Le premier critère auxquels nous nous sommes intéressés est l'influence du nombre de nœuds sur le PDR et la consommation moyenne sur toute l'expérience par nœuds

$$\frac{\sum_{i=1}^{nb\ noeud} consommation\ moyenne\ par\ noeud}{nb\ noeuds}$$

Nous avons fixé tous les autres paramètres. Les courbes obtenus sont les suivantes :



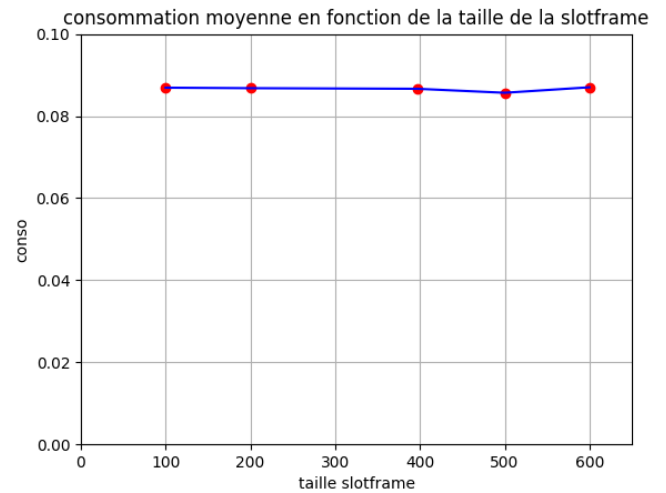
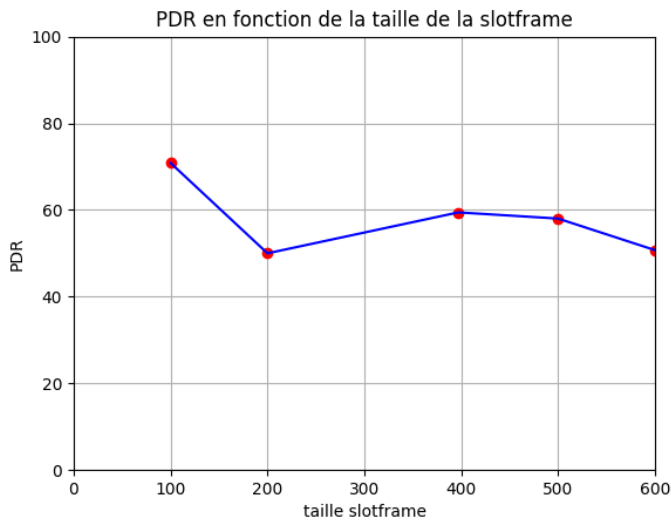
Analyses :

Il est normal que le PDR diminue lorsque le nombre de nœuds dans le réseau augmente, car cela peut augmenter les interférences entre les nœuds et réduire la qualité de la communication. En effet, lorsque le nombre de nœuds augmente, la probabilité qu'il y ait des collisions ou des interférences entre les paquets de données émis par différents nœuds augmente également. Par conséquent, il peut y avoir plus de paquets perdus ou corrompus, ce qui diminue le PDR.

En ce qui concerne la consommation moyenne, il peut être surprenant que la consommation reste à peu près constante lorsque le nombre de nœuds augmente. Cependant, cela peut être dû à plusieurs raisons. TSCH utilise un mécanisme de synchronisation pour planifier les transmissions et éviter les collisions et les retransmissions. Cela permet aux nœuds de passer en mode veille lorsqu'ils ne transmettent pas ou ne reçoivent pas de données, ce qui peut réduire la consommation d'énergie. La page mentionne également que TSCH utilise des techniques d'économie d'énergie telles que la synchronisation des horloges et la planification des transmissions pour réduire la consommation d'énergie ce qui permet d'économiser de l'énergie en évitant les collisions et en réduisant le temps d'attente. Ainsi, cette consommation à peu près constants peut-être du aux fonctionnalité d'économie d'énergie de TSCH. La légère variation peut-être du à une situation particulière de son environnement

2. Influence de la taille des slotframe :

Le Slotframe est un élément clé du protocole TSCH qui définit la structure temporelle des transmissions dans un réseau WSN. Il divise le temps global en intervalles de temps appelés slots, et chaque slot est alloué à une tâche spécifique telle que la transmission ou la réception de données. De ce fait elle peut avoir un véritable impact sur nos tests.



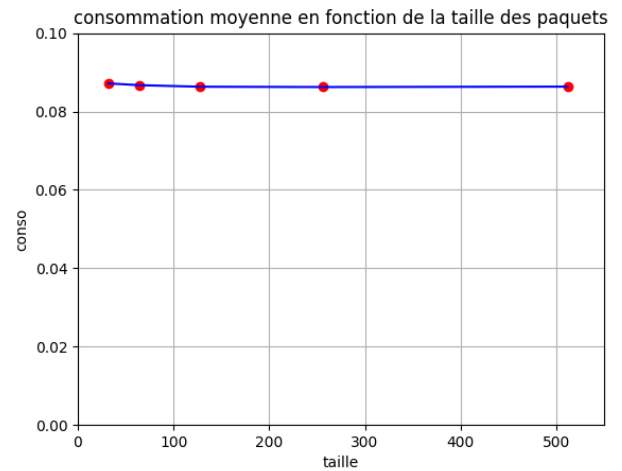
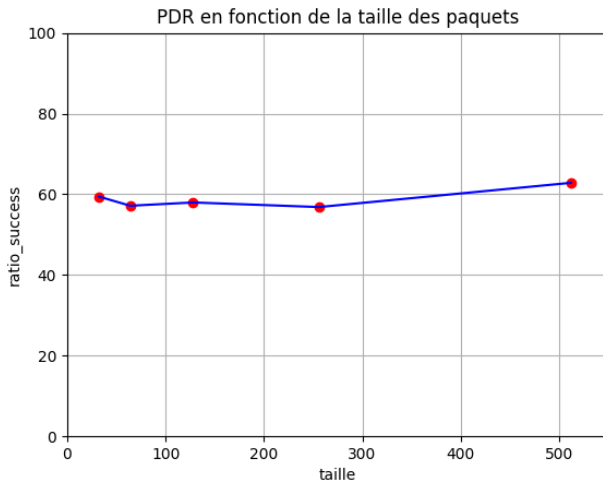
Analyse :

La diminution globale du PDR avec l'augmentation de la taille de la slotframe peut être due à une augmentation de la congestion du réseau. Avec une plus grande slotframe, il y a plus de nœuds dans le réseau qui tentent de transmettre des données dans le même intervalle de temps, ce qui peut entraîner une augmentation des collisions de paquets, des réémissions et une diminution globale du PDR.

Les fluctuations dans le PDR en fonction de la taille de la slotframe peuvent également être expliquées par d'autres facteurs tels que la synchronisation du réseau, le nombre de nœuds actifs et la qualité du canal. Par exemple, si la synchronisation du réseau est très bonne et que tous les nœuds transmettent des données en même temps, cela peut entraîner une diminution temporaire du PDR. De même, si le nombre de nœuds actifs dans le réseau est très faible, cela peut entraîner une diminution temporaire du PDR, car il y aura moins de nœuds pour relayer les données. Enfin, la qualité du canal peut également fluctuer en fonction de l'environnement physique et des interférences, ce qui peut affecter le PDR de manière aléatoire.

En ce qui concerne la consommation d'énergie, le fait que la consommation reste à peu près constante indique que les performances du protocole TSCH sont stables, quel que soit le nombre de nœuds actifs dans le réseau. Cependant, il est important de noter que cela peut varier en fonction des configurations de canal et de synchronisation du réseau, ainsi que de l'environnement physique.

3. Influence de la taille des paquets :



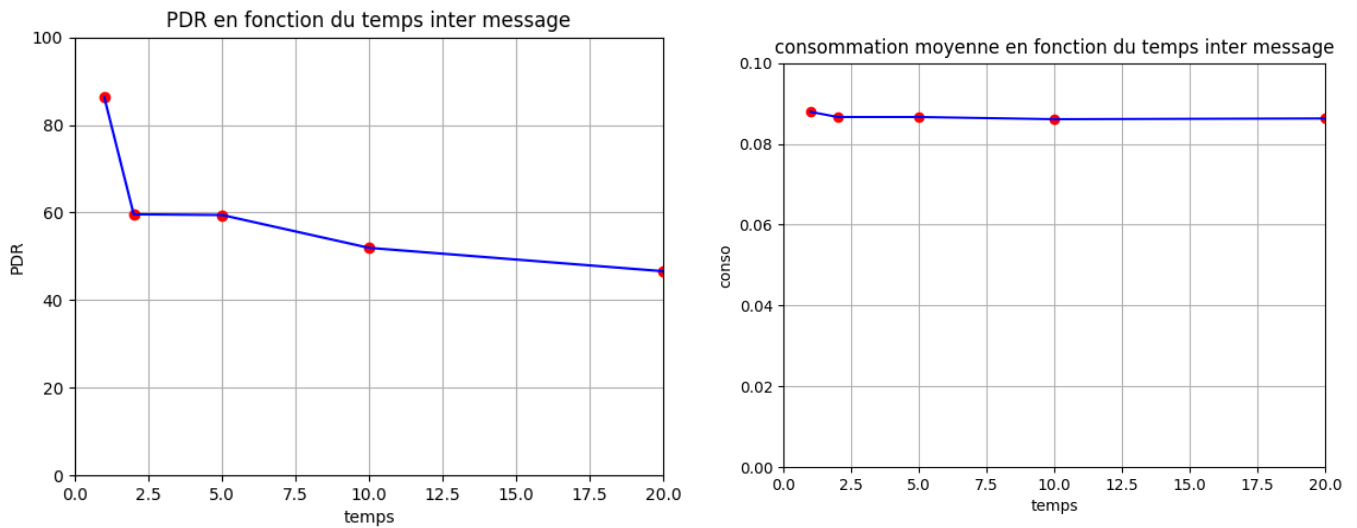
Il semble que pour des tailles de paquets plus grandes, la performance est meilleure, avec une augmentation du taux de réussite de la transmission (pdr) pour les tailles de paquets de 120 à 500 octets. Cela pourrait être dû à une meilleure résistance aux interférences et aux perturbations de signal, qui peuvent être plus élevées pour des tailles de paquets plus petites.

Cependant, il est important de noter que les variations de la performance du système pour différentes tailles de paquets sont relativement faibles, avec des valeurs de pdr fluctuant seulement de 57 à 62 pour des tailles de paquets allant de 50 à 500 octets. Il est donc possible que la performance de la couche MAC ne soit pas très sensible à la taille des paquets dans la plage de tailles testée. Cela pourrait être dû à la nature de TSCH, qui utilise des plages horaires fixes pour la transmission de paquets, indépendamment de leur taille.

En utilisant TSCH, chaque nœud doit allouer un certain nombre de créneaux de temps dans chaque slotframe pour transmettre et recevoir des données. La durée de transmission d'un paquet peut varier en fonction de sa taille, mais la durée globale de transmission d'un ensemble de paquets peut rester constante, car chaque nœud a une allocation de temps fixe.

Cependant, il est important de noter que la consommation d'énergie peut varier en fonction de la qualité du signal et de la distance entre les nœuds. Si les nœuds doivent augmenter leur puissance d'émission pour compenser une mauvaise qualité de signal ou une grande distance, cela peut augmenter la consommation d'énergie.

4. Influence de la fréquence d'envoi :



Analyse

Normalement, l'augmentation du temps inter-frame devrait entraîner une diminution de la charge de trafic sur le réseau, ce qui devrait améliorer le PDR (Packet Delivery Ratio) car les nœuds ont plus de temps pour transmettre leurs paquets.

Cependant, cela peut dépendre de nombreux facteurs tels que la charge du réseau, la qualité du canal radio et la qualité de la mise en œuvre du protocole TSCH. Il serait important de vérifier que les résultats obtenus sont fiables et reproductibles, en effectuant plusieurs répétitions de l'expérience et en utilisant différentes configurations pour identifier les causes possibles de ce comportement anormal.

IV. Conclusion

En conclusion, nous avons pu observer l'influence de différents paramètres sur les performances du protocole TSCH en termes de PDR et de consommation. Nous avons utilisé des métriques telles que le nombre de nœuds différents, la taille des slotframes, la taille des paquets et la fréquence d'envoi.

Nous avons essayé de réaliser des expériences suffisamment longues pour obtenir des valeurs intéressantes et avons diversifié nos analyses en examinant le PDR, la consommation et le duty cycle. Cependant, nous n'avons pas pu trouver les valeurs temporelles nécessaires pour déterminer les duty cycles. Certains résultats, comme le temps inter-message, ne sont pas cohérents. En effet, celui-ci aurait dû augmenter puisque la congestion du réseau diminue.

Pris par le temps, nous n'avons pas eu l'occasion d'obtenir des courbes cohérentes pour comparer TSCH à CSMA. Nous avons commencé à modifier le makefile, le conf.h et le nouveau parser mais nous n'avons pas finalisé tout cela. Il aurait été intéressant de les confronter. Enfin, il est impossible à notre échelle de maîtriser tous les paramètres tels que l'état des connexions et

d'isoler nos communications des autres expériences effectuées par d'autres personnes en même temps, ce qui peut influencer les résultats.