

# Projet réseau – Analyse des résultats

## Introduction

Au sein de ce rapport, nous allons effectuer une **analyse des résultats obtenus** en comparant l'algorithme **UCB1 (Upper Confidence Bound 1)** et une **utilisation aléatoire des ressources**.

On considèrera un **nombre d'équipements** variant de **5 à 10**, tentant d'accéder à l'une des **6 ressources** (i.e. 3 facteurs d'étalements et 2 canaux), pour un **nombre donné d'itérations**.

Il est important de préciser que les équipements positionnés sur le disque  $i$  ne pourront accéder qu'aux ressources dont les facteurs d'étalements sont  $\geq i$ , le **nombre de collisions dépendra donc fortement de la position des équipements**.

De plus, le **gain obtenu par l'équipement** dépend du **facteur d'étalement**, ainsi, les ressources dont le facteur d'étalement est **SF0** offriront un **gain de 1/7**, celles dont le facteur d'étalement est **SF1** offriront un **gain de 1/8**, et enfin, celles dont le facteur d'étalement est **SF2** offriront un **gain de 1/9**, si la transmission est possible. Dans le cas de collisions (2 équipements ou plus tentent d'accéder à la même ressource), le **gain est de 0**. De cette manière, le **gain moyen des équipements dépend lui aussi des positions**, des équipements positionnés **plus proche de la BS** auront tendance à avoir un **gain moyen plus élevé**, et inversement.

Le **gain moyen d'un équipement** est calculé de la manière suivante :

$$G = \sum_{i=0}^m \bar{x}_j * \frac{n_j}{n}$$

$m$  : nombre de ressources atteignables par l'équipement

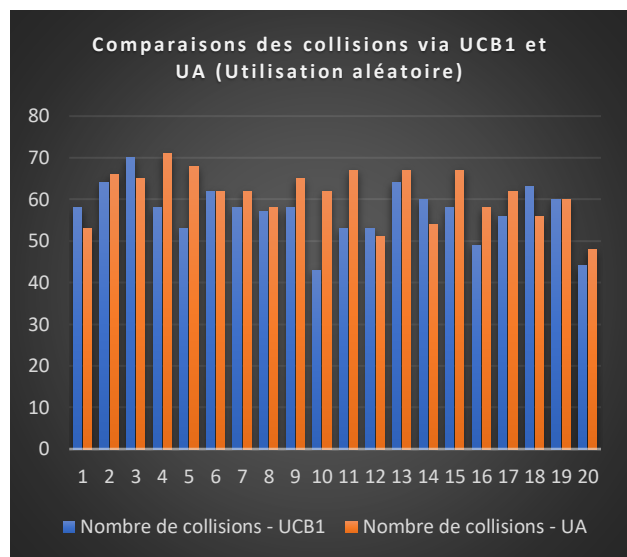
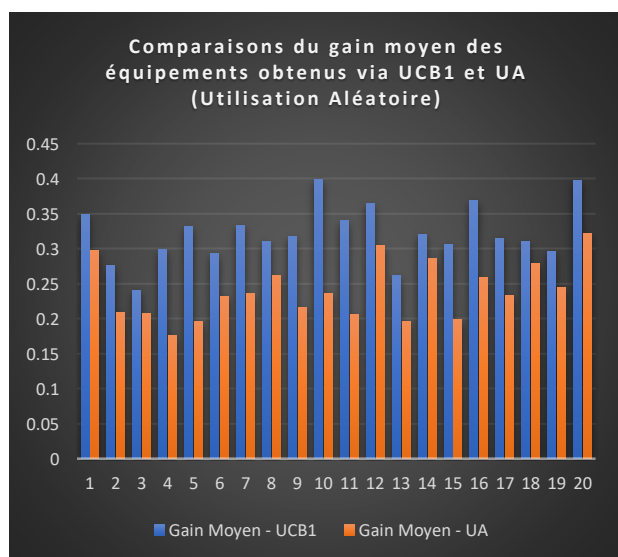
$n_j$  : nombre de fois où la ressource  $j$  a été utilisée

$x_j$  : gain moyen fourni par la ressource  $j$  à l'équipement

$n$  : nombre total d'actions effectuées par l'équipement

En sommant cette valeur pour chaque équipement, on obtient le **gain moyen de tous les équipements**, qui est notre **critère de performance**.

## A. 5 équipements



Pour 5 équipements, on remarque que les résultats d'UCB1 et de l'utilisation aléatoire sont **relativement proches**, même si **UCB1 reste meilleur**.

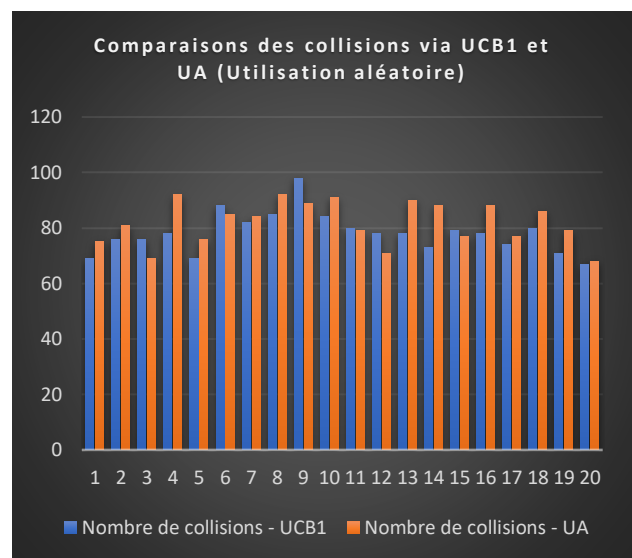
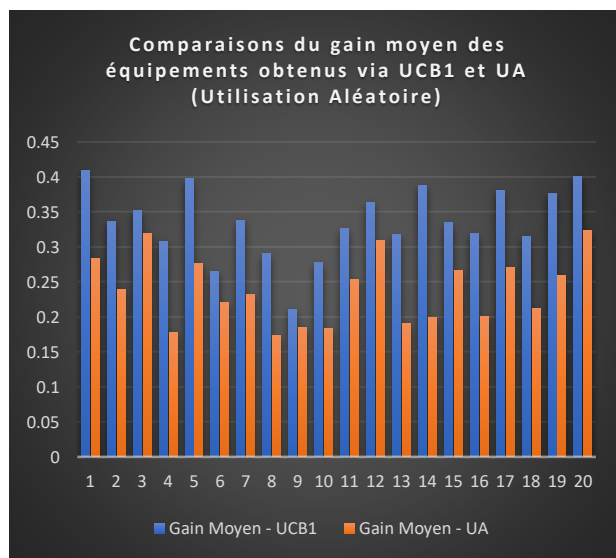
En effet, si on compare la variation de gain moyen, on a :

$$\Delta G_{moy} = G_{moy\_UCB1} - G_{moy\_UA} = 0.3213601 - 0.2398363 = \mathbf{0.0815238}, \text{ ce qui est relativement peu.}$$

Les **collisions** sont **quasiment équivalentes** quel que soit l'algorithme choisi, mais malgré cela, **l'avantage du gain reste toujours en faveur d'UCB1**, car sa **formule de sélection de la ressource** lui permet de **maximiser les gains**, contrairement à l'utilisation aléatoire, qui se **contente de tirer la ressource au sort**.

Ce nombre de collisions **pourrait paraître élevé** (57% en moyenne **pour UCB1** contre **61.1%** en moyenne **pour UA**) mais il est à **relativiser**, puisqu'il n'y a que **6 ressources accessibles aux équipements de position 0**, **4 ressources accessibles aux équipements de position 1** et **2 ressources accessibles aux équipements de position 2**.

## B. 6 équipements



Pour 6 équipements, on remarque qu'UCB1 commence à prendre un **avantage non négligeable** sur l'utilisation aléatoire.

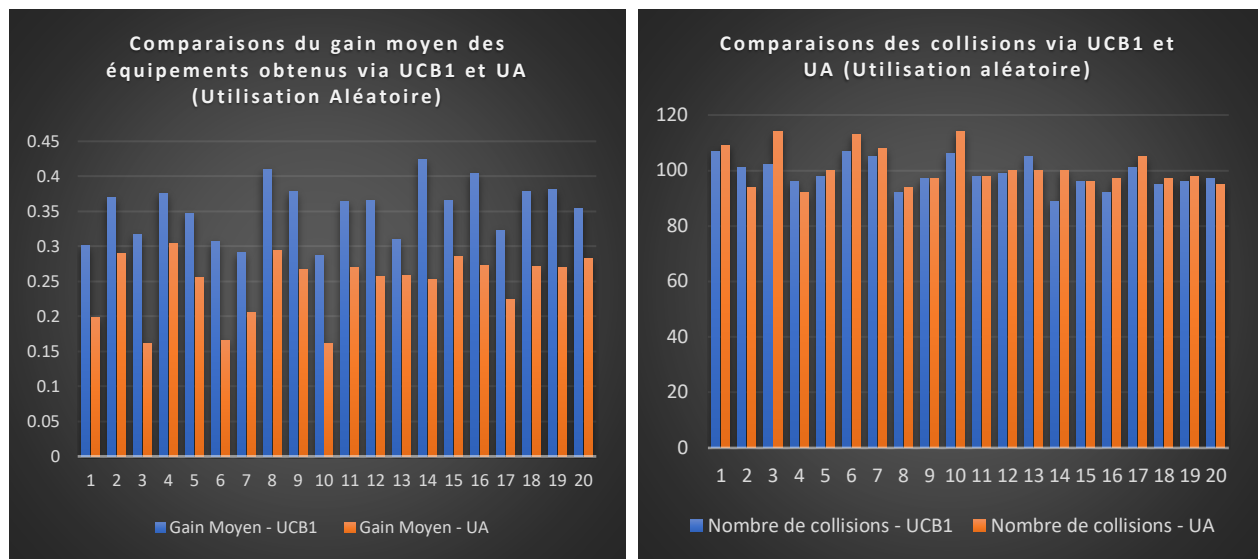
Ceci se vérifie graphiquement, mais également lorsque l'on calcule la variation de gain :

$$\Delta G_{moy} = G_{moy\_UCB1} - G_{moy\_UA} = 0.329348833 - 0.232859389 = \mathbf{0.096489444}, \text{ légèrement supérieure à celle obtenue pour 5 équipements.}$$

En effet, qui dit plus d'équipements signifie également **plus de choix à effectuer** (120), et UCB1 étant meilleur de ce point de vue, ce **résultat est cohérent**.

La **remarque effectuée concernant les collisions est toujours valable**, puisqu'il y a ici 120 actions à effectuer, et en moyenne **65.125% de collisions avec UCB1** contre **68.21% de collisions avec UA**.

## C. 7 équipements

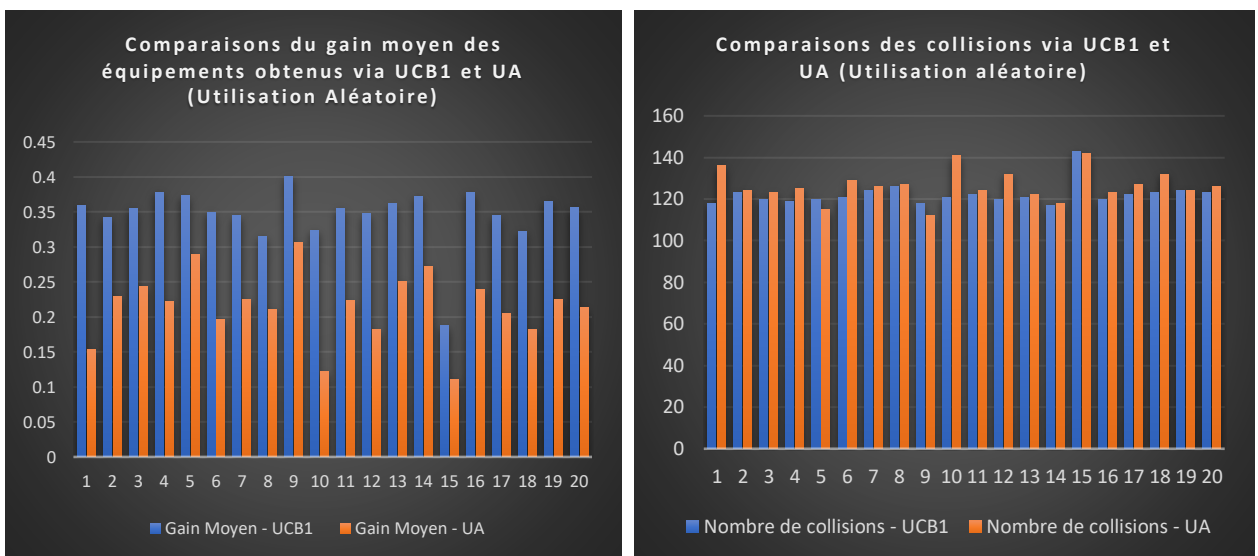


Pour 7 équipements, UCB1 accentue son avance en terme de performance sur UCB1.

$\Delta G_{moy} = G_{moy-UCB1} - G_{moy-UA} = 0.352498684 - 0.245347632 = \mathbf{0.107151053}$ , la différence est toujours légèrement plus importante, et n'est désormais vraiment plus du tout négligeable.

Il y a désormais  $20 * 7 = 140$  actions à effectuer, c'est pourquoi le pourcentage de collisions continue d'augmenter, avec 70.7% de collisions pour UCB1 et 72.2% de collisions pour une utilisation aléatoire.

## D. 8 équipements



UCB1 est toujours plus performant que l'utilisation aléatoire, et **certains écarts deviennent importants**. C'est le cas notamment de **la première simulation**, où le **facteur est > 2 en faveur d'UCB1** (0.359525 contre 0.153671).

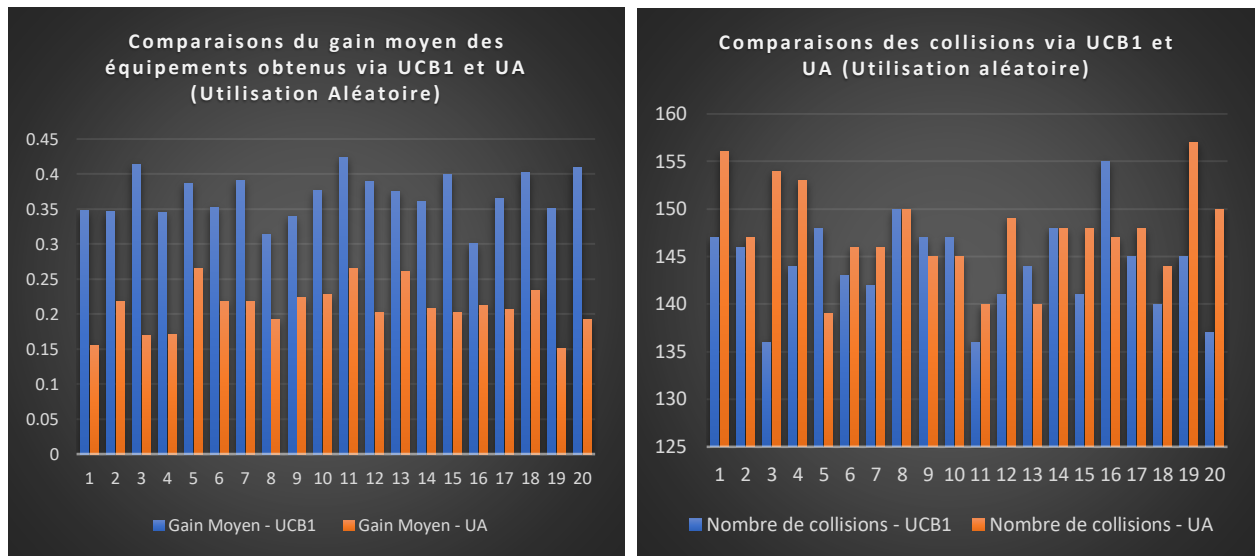
La différence de gain moyen est d'ailleurs de :

$\Delta G_{moy} = G_{moy-UCB1} - G_{moy-UA} = 0.345015167 - 0.214787278 = \mathbf{0.130227889}$ , toujours croissant.

Les **collisions** sont également **toujours légèrement à l'avantage d'UCB1**, et **toujours croissantes** également. Pour **UCB1**, on observe **76.4% de collisions**, contre **79%** pour une **utilisation aléatoire**.

Encore une fois, ceci peut paraître beaucoup, mais la cause est le **nombre réduit de ressources accessibles à chaque itération**, alors que le **nombre d'équipements augmente**.

## E. 9 équipements



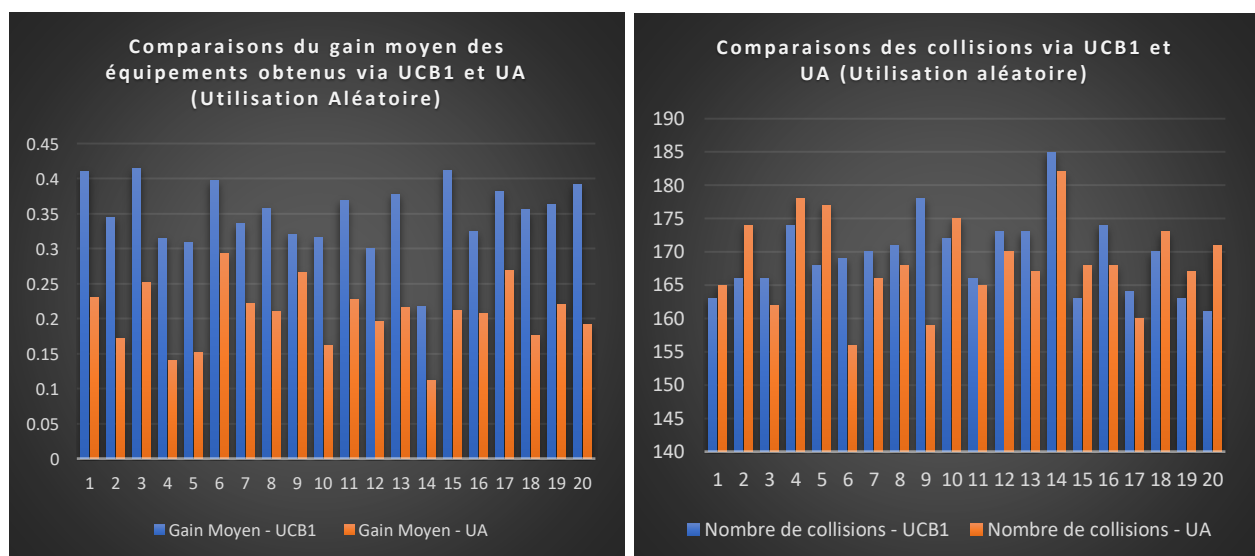
Pour 9 équipements, on peut observer graphiquement l'efficacité d'UCB1, qui est **désormais largement supérieure à celle de l'utilisation aléatoire**.

La variation de gain moyen est d'ailleurs de :

$$\Delta G_{moy} = G_{moy-UCB1} - G_{moy-UA} = 0.368294056 - 0.213789722 = \mathbf{0.154504333}$$

On observe également un taux de **80.1% de collisions pour UCB1**, contre **82% pour une utilisation aléatoire**.

## F. 10 équipements



Pour 10 équipements, on observe **sensiblement les mêmes résultats** que pour 9.

Seule **une simulation donne un résultat anormalement faible** pour UCB1 (n° 14), mais ceci peut **s'expliquer par les positions des équipements** lors de cette simulation ([2,1,1,2,1,2,2,2,1]), ce qui **restreint énormément les ressources pouvant être utilisées**, et qui se traduit par un **nombre très élevé de collisions** (185).

La différence de gain moyen est de :

$\Delta G_{moy} = G_{moy-UCB1} - G_{moy-UA} = 0.348238842 - 0.206855684 = \mathbf{0.141383158}$ , ce résultat est moins élevé que celui obtenu pour 9 équipements.

Concernant les collisions, on obtient ici **84.725% pour UCB1**, contre **84.275% pour l'utilisation aléatoire**.

## Conclusion

Comme nous avons pu le constater, **l'algorithme UCB1 demeure plus performant que l'utilisation aléatoire des ressources** pour un nombre d'équipements variant de 5 à 10.

Néanmoins, les **résultats deviennent réellement importants entre 7 et 10 équipements**, où la **différence des gains moyens dépasse 0.1**.

Pour **10 équipements**, on remarque néanmoins une **légère baisse** de cette valeur, et donc de l'efficacité d'UCB1.

Ceci est dû à un **nombre de plus en plus important de collisions**, puisqu'il n'y a plus assez de ressources pour **satisfaire tous les besoins des équipements**. (voir graphique ci-dessous).

Pour conclure, on peut donc affirmer **qu'UCB1 est un algorithme d'apprentissage automatique efficace** pour les réseaux émergent LoRaWAN, mais cette efficacité dépend également du nombre de ressources en jeu.

En effet, avec un **nombre de ressources plus important**, **l'efficacité d'UCB1 serait encore plus importante**.

Le graphique ci-dessous illustre bien le rapport des performances entre UCB1 et une utilisation aléatoire en fonction du nombre d'équipements.

