



**HAL**  
open science

## LoRa+: évolution du protocole LoRaWAN pour l'amélioration de la QoS pour des réseaux denses de capteurs

Hussein Mroue, Benoit Parrein, Sofiane Hamrioui, Eduardo Motta Cruz,  
Wilfried Vince

### ► To cite this version:

Hussein Mroue, Benoit Parrein, Sofiane Hamrioui, Eduardo Motta Cruz, Wilfried Vince. LoRa+: évolution du protocole LoRaWAN pour l'amélioration de la QoS pour des réseaux denses de capteurs. GdR RSD et SOC2 - Journée Systèmes Embarqués et Objets Communicants, Apr 2019, Paris, France. . hal-02161017

**HAL Id: hal-02161017**

**<https://hal.science/hal-02161017v1>**

Submitted on 20 Jun 2019

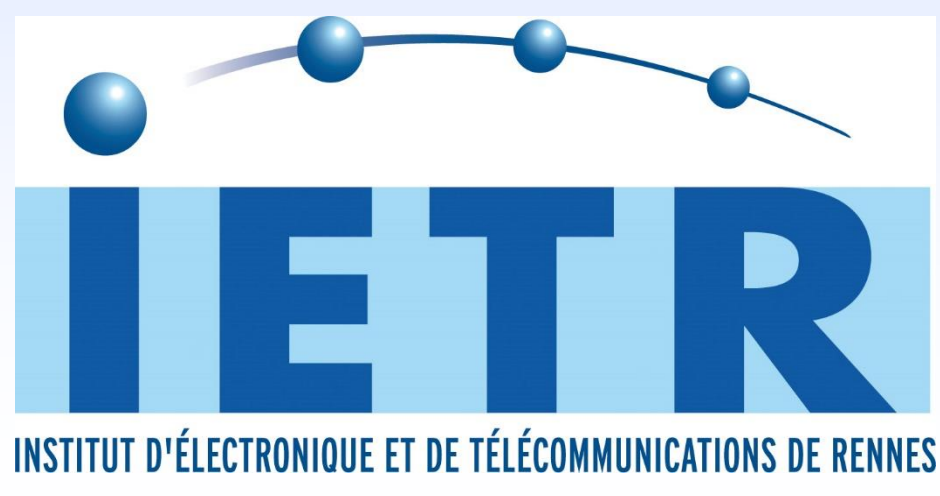
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# LoRa+: évolution du protocole LoRaWAN pour l'amélioration de la QoS pour des réseaux denses de capteurs

H. MROUE, B. PARREIN, S. HAMRIOUI, E. MOTTA CRUZ et W. VINCE



## Introduction

LoRaWAN est une norme open source spécifiée pour la communication bidirectionnelle de réseau de capteurs sans fil et annoncée par LoRaWAN Alliance. Un résumé de la spécification principale pour LoRaWAN illustrée dans le tableau 1. Un terminal LoRaWAN peut se comporter selon l'une des classes suivantes A, B et C. Nos travaux consistent à modifier le protocole pour classe A et B.

Malgré tous ses avantages, cette technologie manque encore d'une amélioration du mécanisme de communication en termes de paquets rejetés et de collisions.

Nous proposons un nouveau mécanisme appelé **LoRa+** qui consiste en une mise à jour du mécanisme de communication existant des classes A et B pris en charge par LoRaWAN en adoptant une solution « **Cross-layer** » pour améliorer la qualité de service en termes de paquets rejetés et paquets erronés (PER).

Spécification	Support LoRaWAN
Fréquences Opérationnelles (MHz)	Bande ISM 868 (EU), 915 (USA)
Modulation	CSS, FSK, PSK
Portée (Km)	2 (zone urbaine) 20 (zone rurale)
Débit (Kbps)	Jusqu'à 50
Topologie	Etoile

Tab. 1 : Spécifications de LoRaWAN

## Protocole LoRaWAN

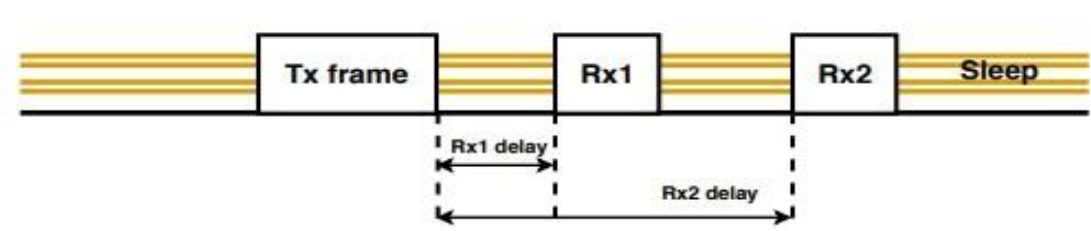


Fig 1.1 : Fenêtres de classe A

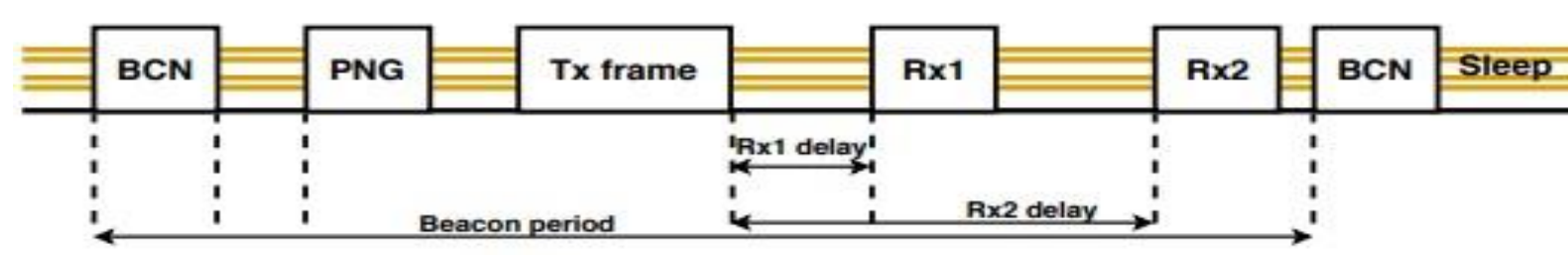


Fig 1.2 : Fenêtres de classe B

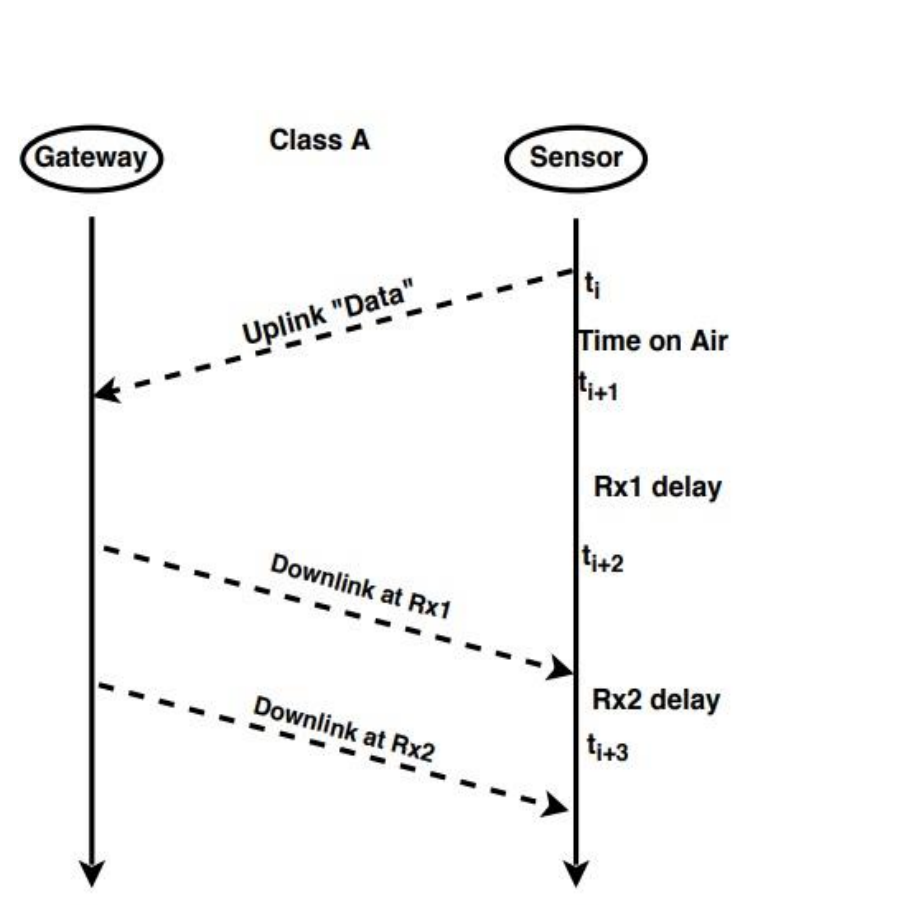


Fig 2.1 : Diagramme de séquence de classe A

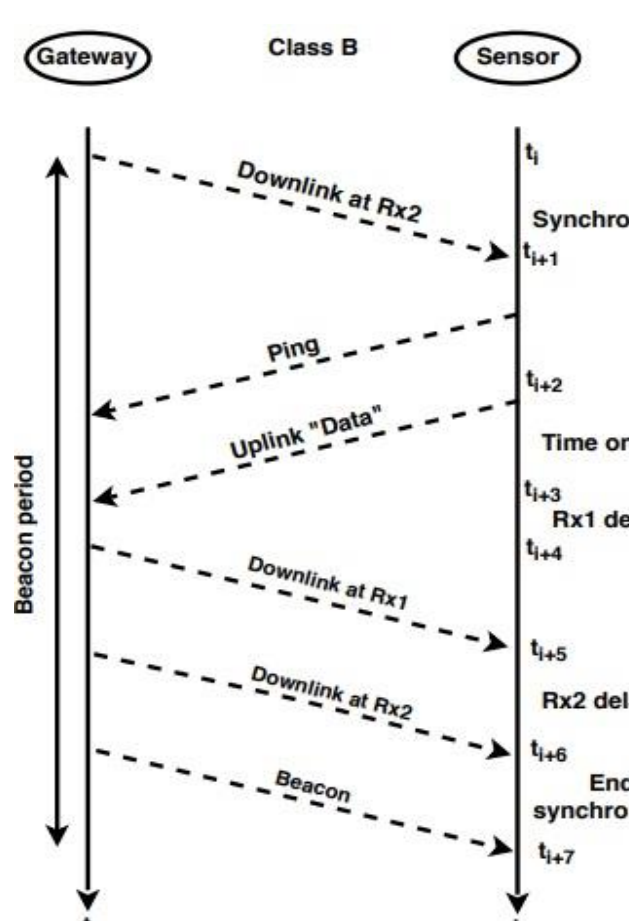


Fig 2.2 : Diagramme de séquence de classe B

## Protocole LoRa+

Le mécanisme LoRa+ est basé sur le protocole LoRaWAN avec des modifications du terme de la fenêtre RX2. Contrairement à LoRaWAN, dans LoRa+ classe A et B, l'emplacement RX2 s'ouvrira avant la transmission en liaison montante, comme illustré dans la Figure 3.1 et 3.2.

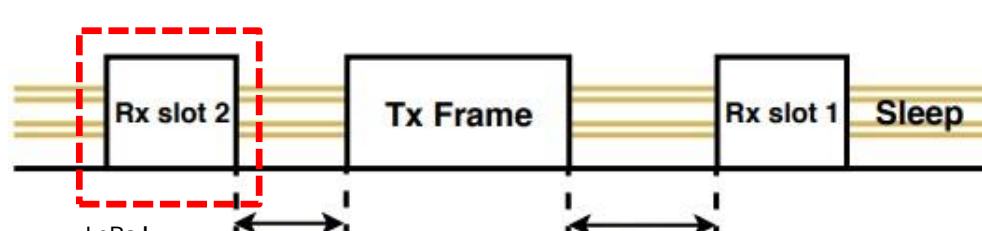


Figure 3.1 : Fenêtres de classe A

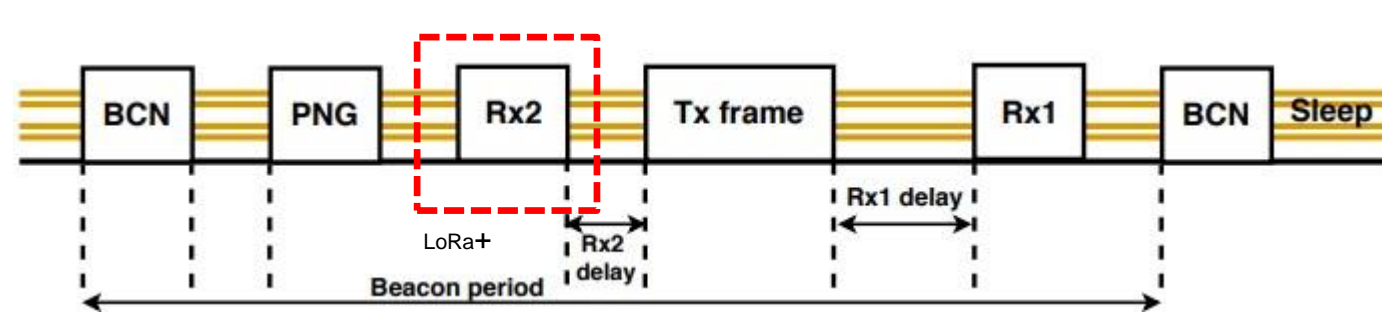


Figure 3.2 : Fenêtres de classe B

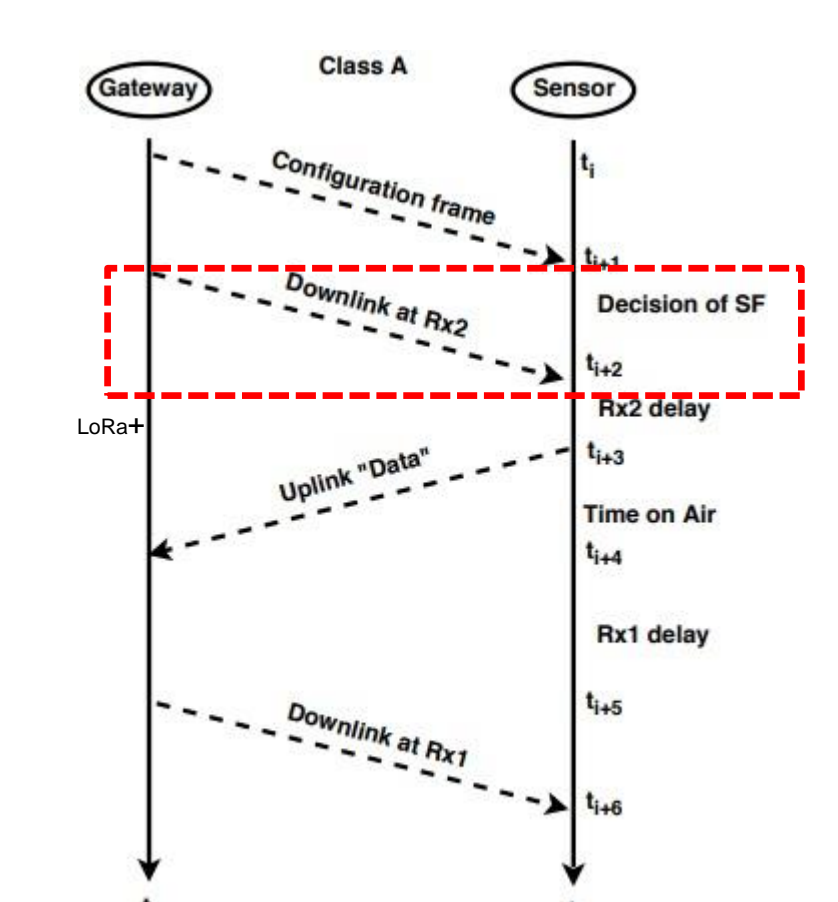


Figure 4.1 : Diagramme de séquence de classe A

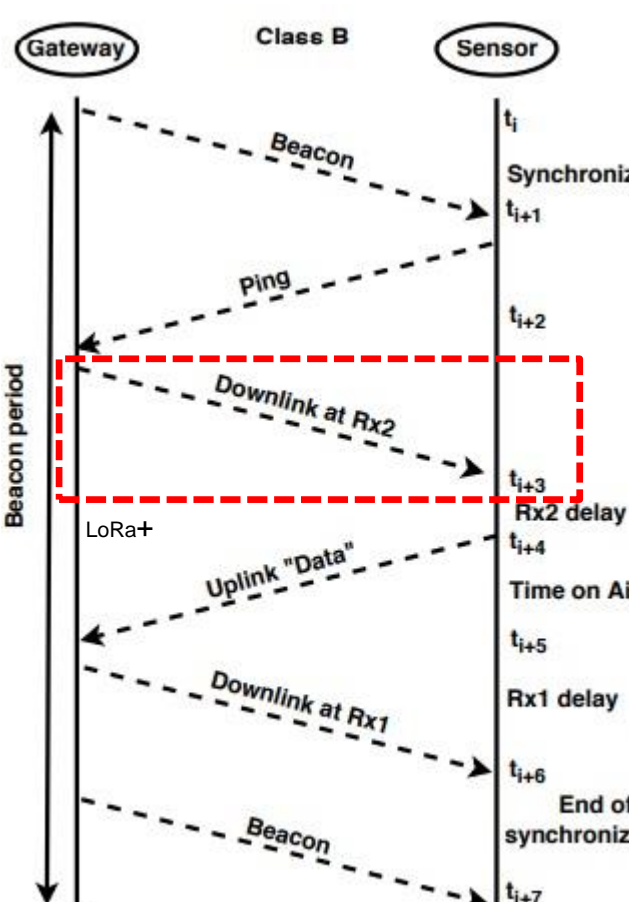


Figure 4.2 : Diagramme de séquence de classe B

## Topologie de réseau de test

Spreading Factor	Sensibilité [dBm]
7	-126.5
8	-129
9	-131.5
10	-134
11	-136.5
12	-139.5

Tab. 2 : Sensibilité de la passerelle à différents SF

Largeur du bande	125 KHz
Gain d'antenne - passerelle	5 dBi
Gain d'antenne - terminal	0 dBi
Hauteur des passerelles	100 m
Hauteur des terminaux	5 m
Puissance de transmission	14 dBm
Nombre des passerelles	1 → 15

Tab. 3 : Configuration des passerelles et terminaux

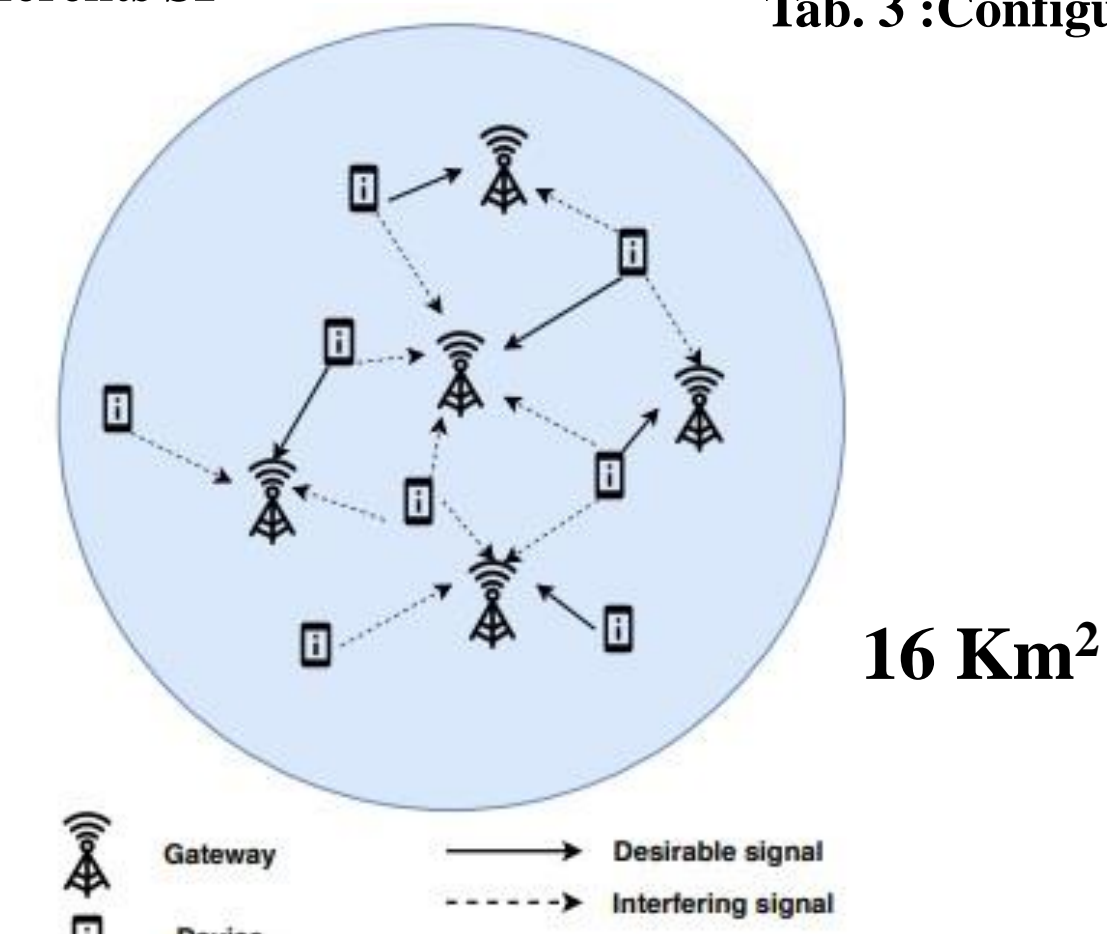


Fig. 5 : Topologie du réseau

## Résultats

### Petites et moyennes villes

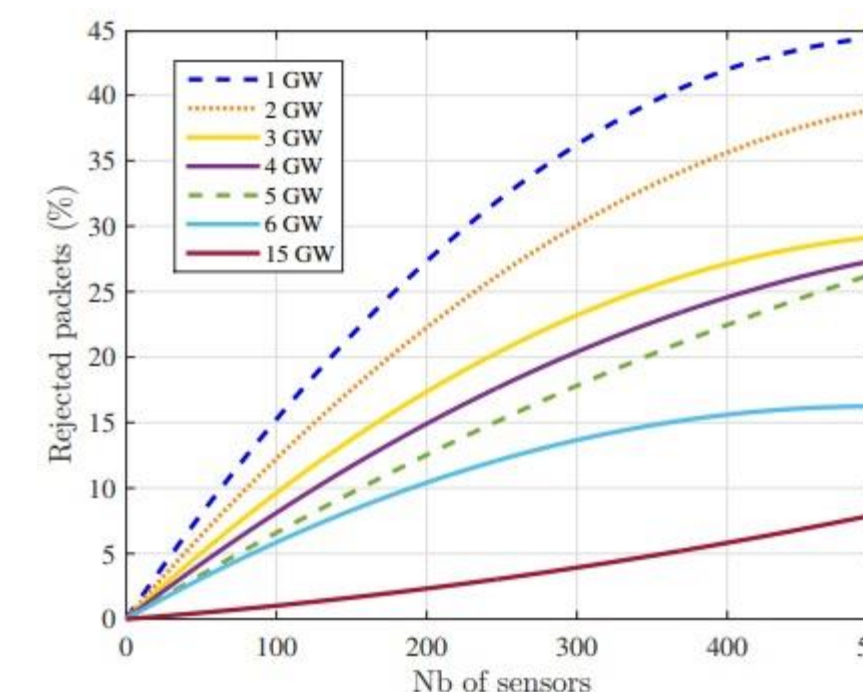


Fig 6.1 : Paquets rejetés en utilisant LoRaWAN en fonction de nombre de passerelles

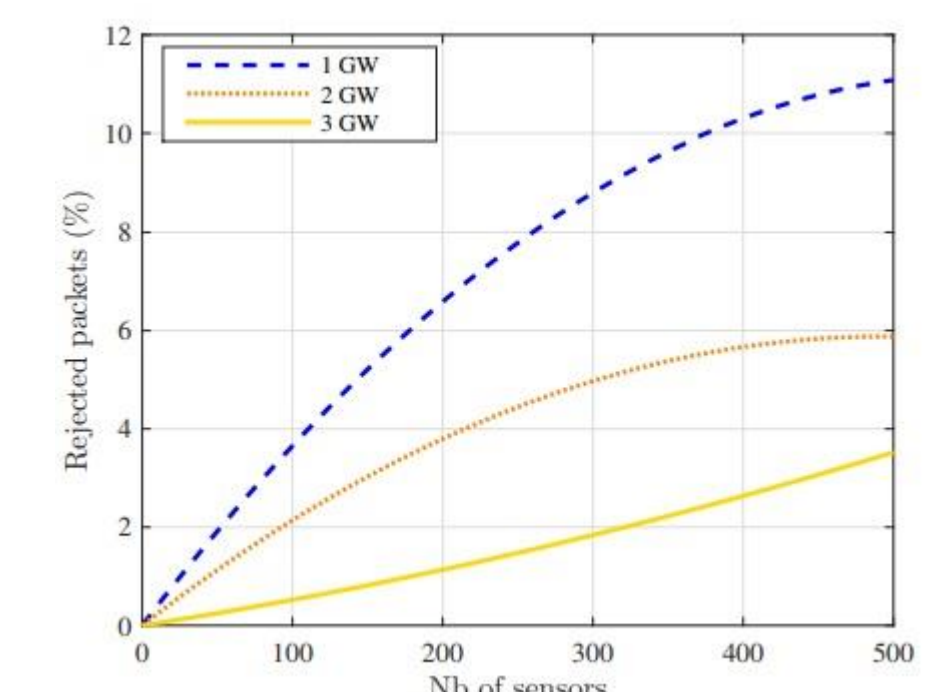


Fig 6.2 : Paquets rejetés en utilisant LoRa+ en fonction de nombre de passerelles

### Zones rurales

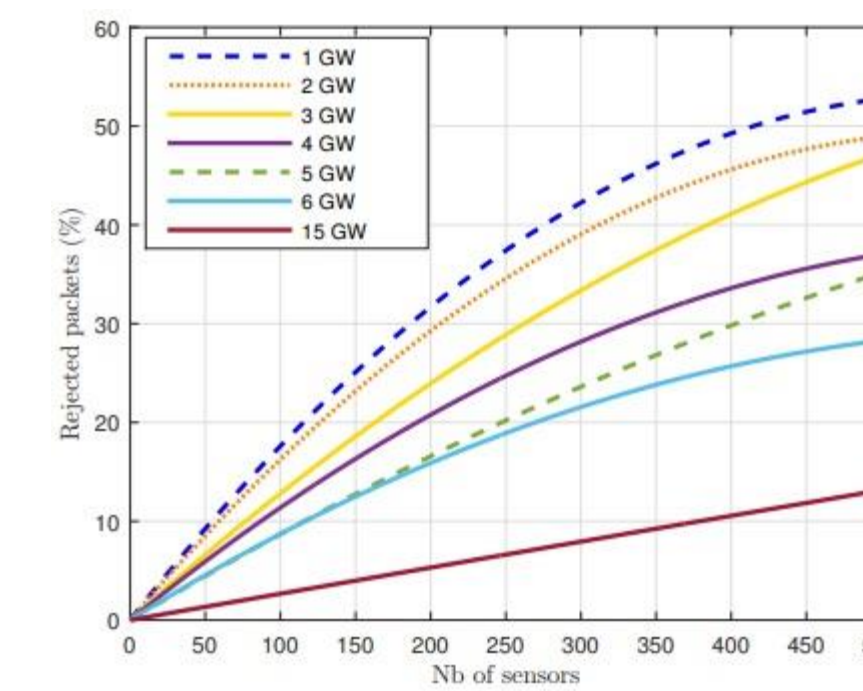


Fig 7.1 : Paquets rejetés en utilisant LoRaWAN en fonction de nombre de passerelles

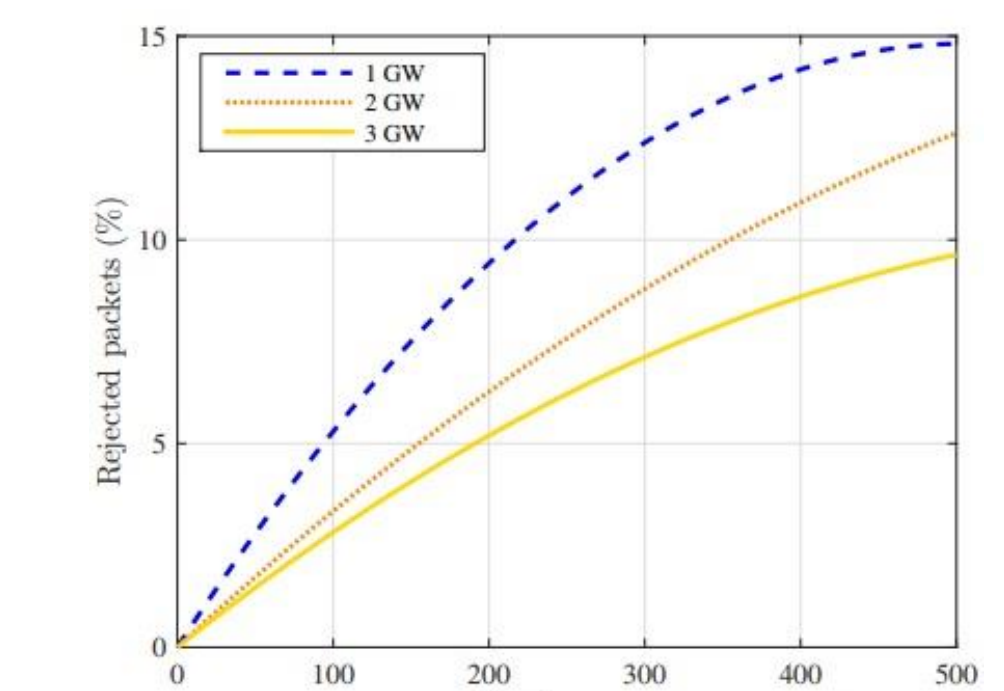


Fig 7.2 : Paquets rejetés en utilisant LoRa+ en fonction de nombre de passerelles

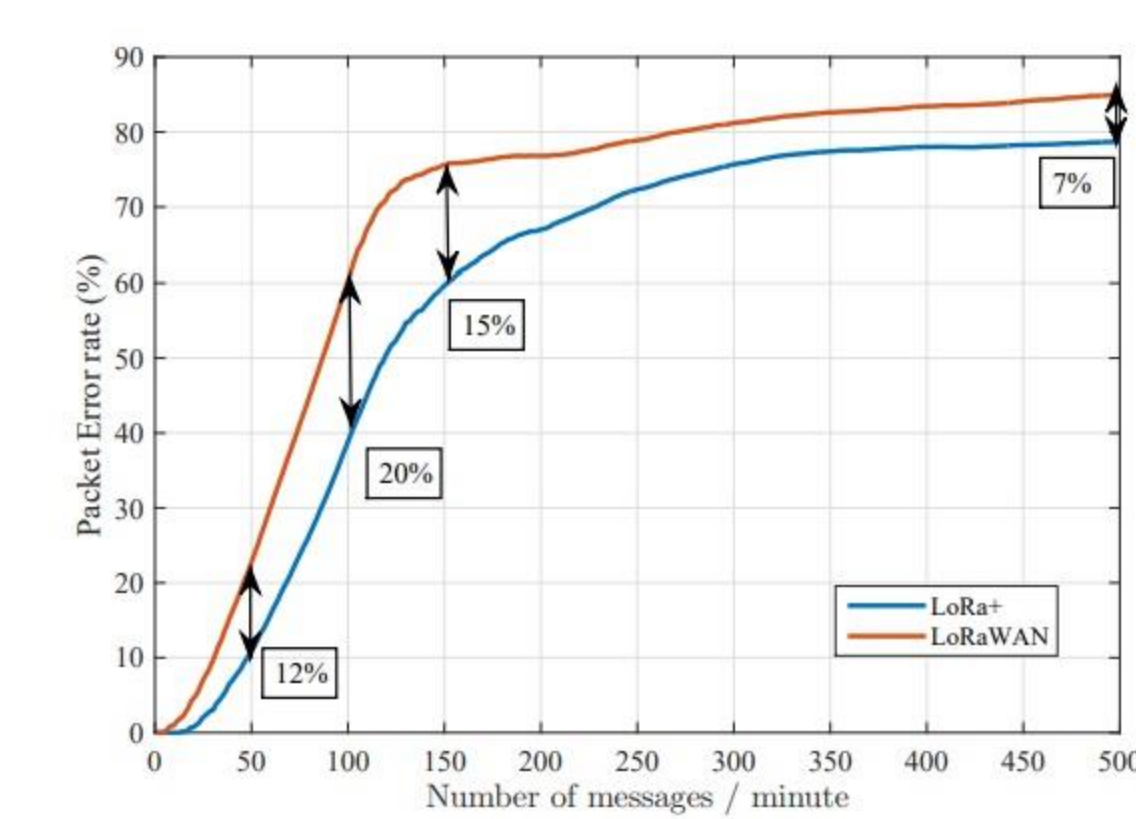


Fig 8: Paquets erronés (PER) pour les petites et moyennes villes en utilisant une passerelle

## Conclusions

Avec LoRa+ :

- Réduction d'environ 30% de paquets rejetés.
- Réduction d'environ 15% de paquets erronés.
- Division par 5 du nombre de passerelles.

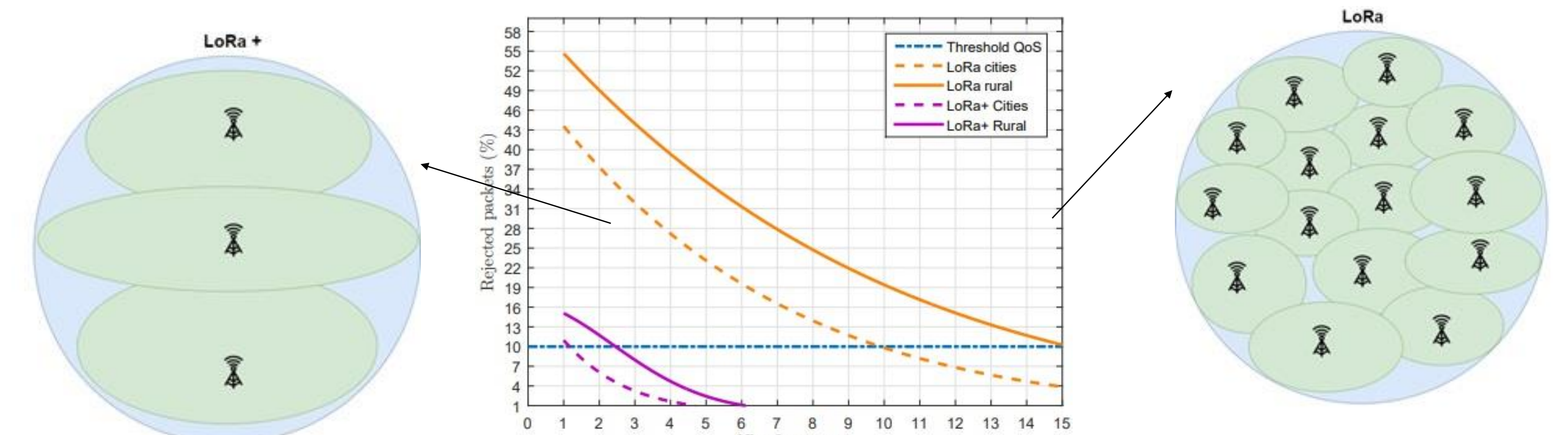


Fig 9: Comparaison du nombre des passerelles nécessaires entre LoRaWAN et LoRa+ pour une QoS définie