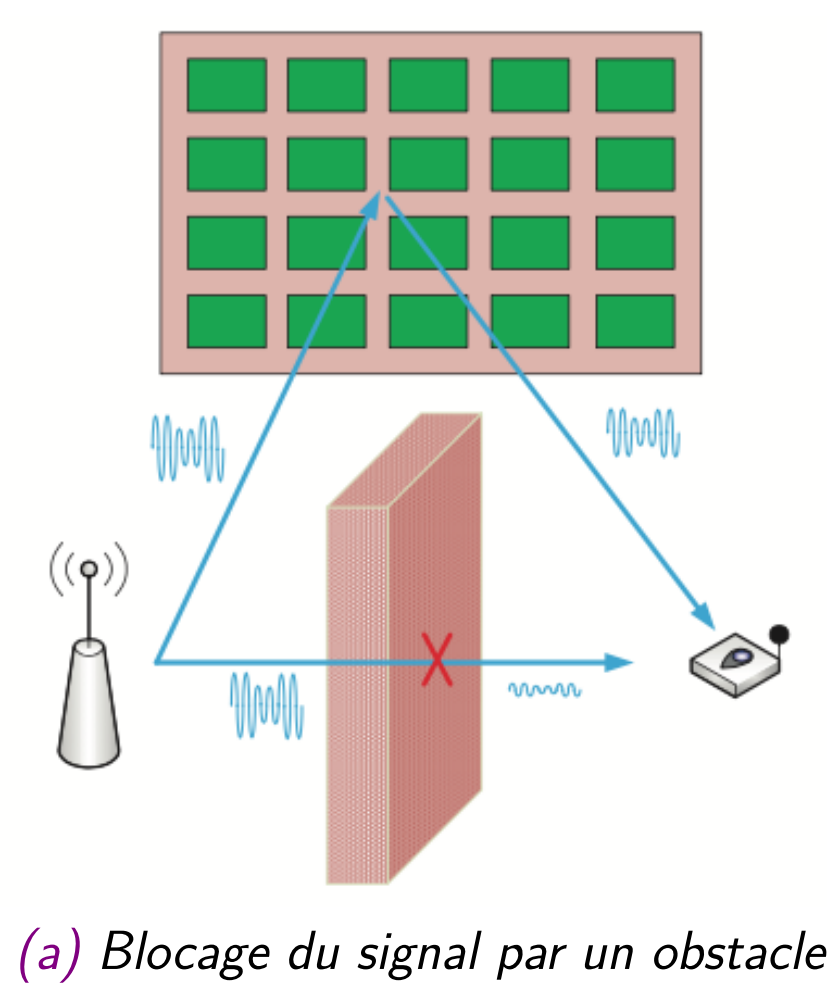


PAF : quinze jours chrono ! Machine Learning pour la gestion de faisceaux des Surfaces intelligentes

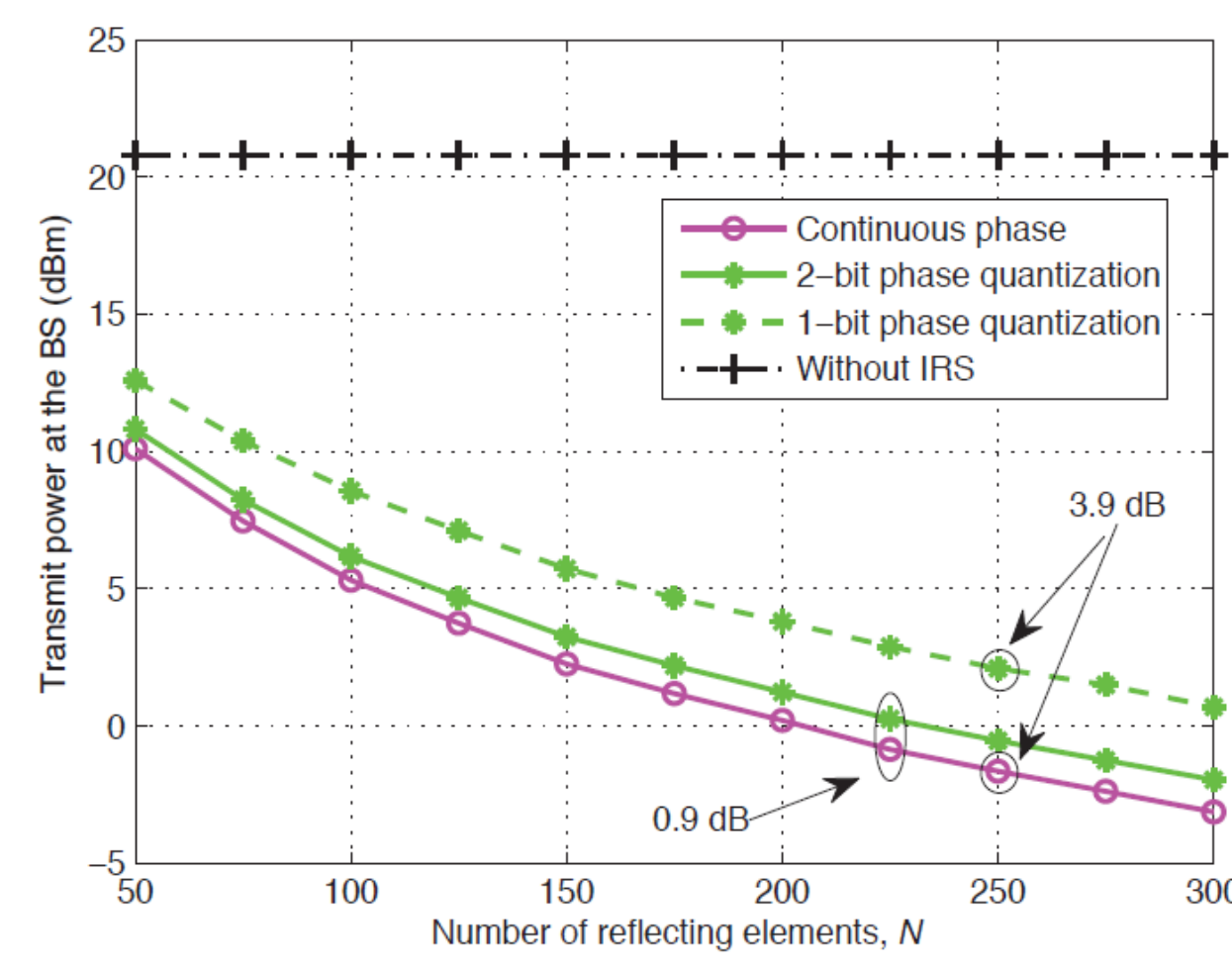
Zakaria Akil, Mohamed Benyahia, Guillaume Michelot, et Kevyne Fame

Encadrants : Ghaya Rekaya Ben-Othman, Aymen Ktari, Thomas Chêne

RIS: Reconfigurable Intelligent Surface



(a) Blocage du signal par un obstacle



(b) Effet des RIS sur la puissance reçue

Figure 1. Scenario d'utilisation d'un RIS

- Surface composée d'unités réfléchissantes et orientables
- Contrôle les IIS (interférence inter-symbole)
- Améliore le rapport signal-à-bruit (SNR)
- Passif, donc réduit la consommation énergétique
- La RIS est modélisée par une matrice diagonale Φ dont les coefficients représentent un déphasage.

$$\Phi_i = \begin{bmatrix} \exp(i\theta_1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \exp(i\theta_2) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \exp(i\theta_n) \end{bmatrix}$$

where $\Phi_i \in \text{CodeBook } P$

Architecture Massive MIMO

- Grand nombre d'antennes à l'émission et à la réception
- Augmentation du débit
- Phénomène d'interférence inter-symbole

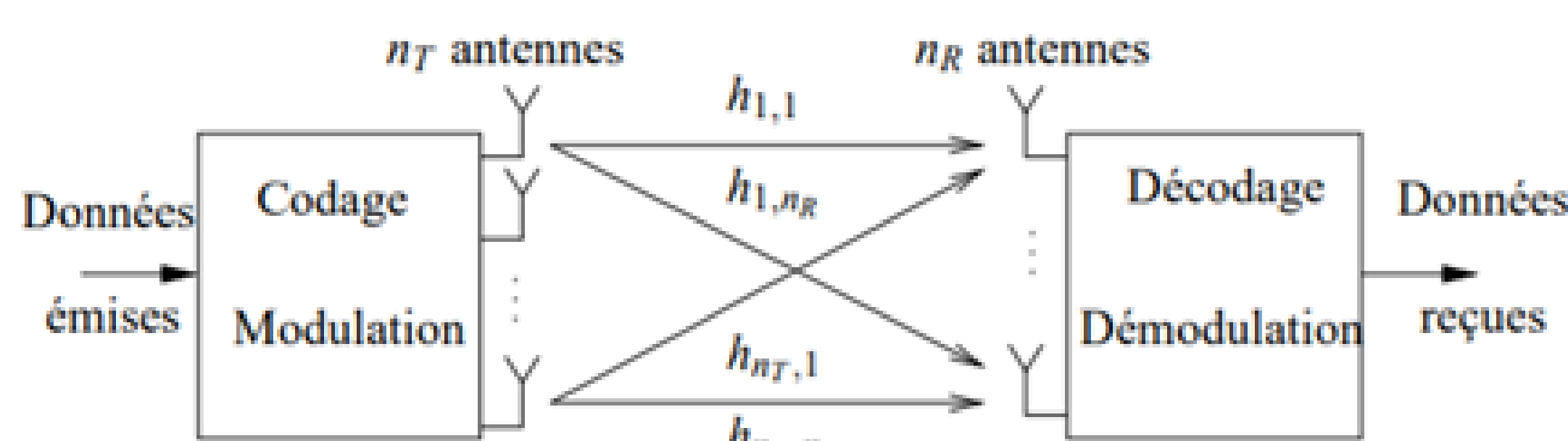


Figure 2. figure 3: Architecture MIMO

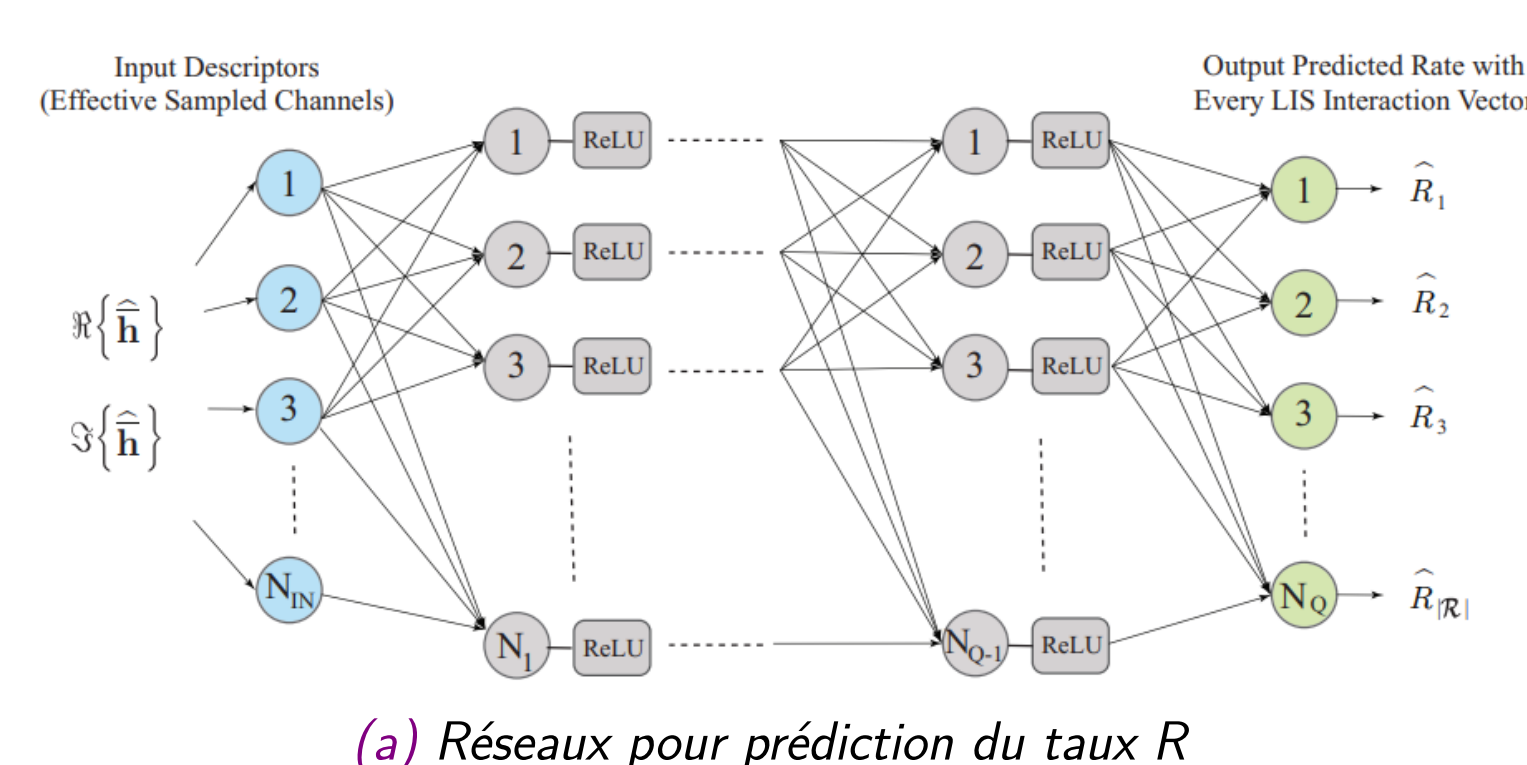
Problématique et Méthodologie

Pour pouvoir décoder l'information envoyée, le récepteur a besoin de connaître le canal. Il utilise des pilotes pour l'estimer. Comme le nombre d'éléments de la RIS est grand, une connaissance complète des canaux nécessiterait d'implémenter des pilotes de taille très grande et donc de diminuer le débit. C'est pourquoi on se limite à une connaissance partielle des canaux. Les informations manquantes seront estimées avec le Machine Learning.

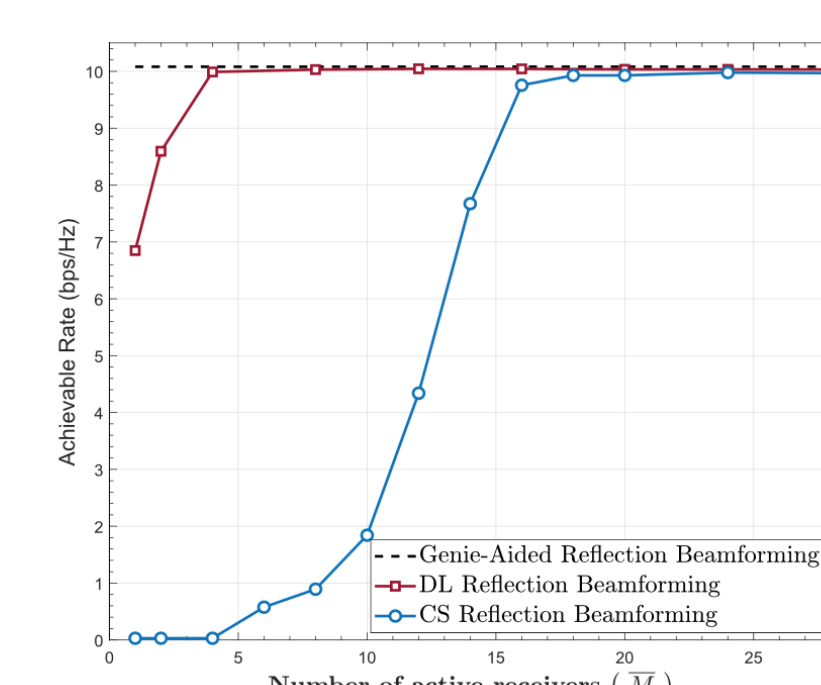
L'objectif final est de pouvoir maximiser le taux R:

$$R = \frac{1}{N} \sum \log_2(1 + \text{SNR} \cdot |h_{k,R} \psi h_{T,k} + h_{T,R}|^2)$$

Etat de l'art



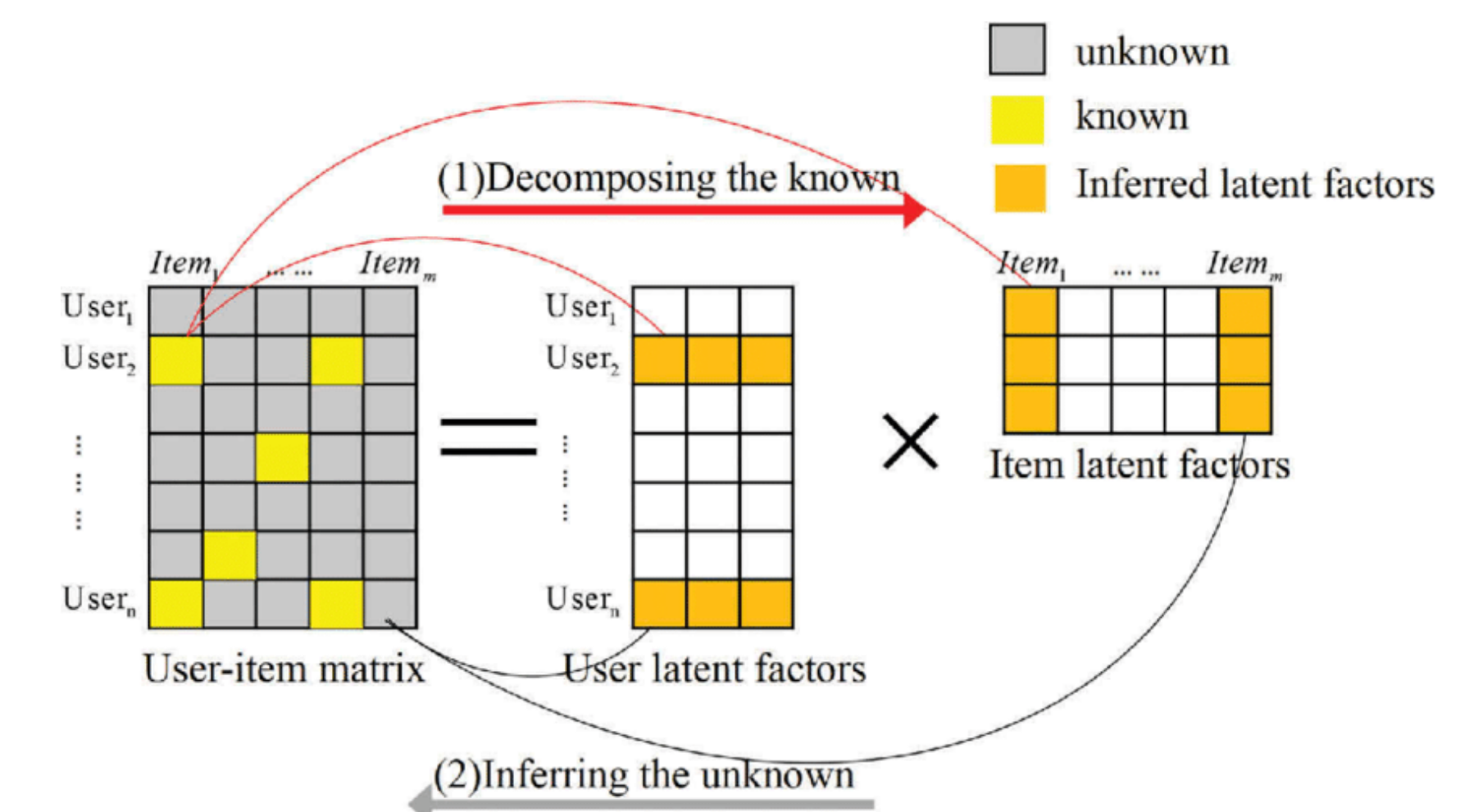
(a) Réseaux pour prédiction du taux R



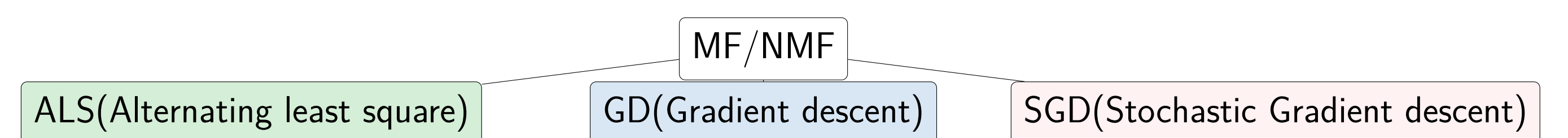
(b) R atteignable en fonction des surfaces actives

Figure 3. Utilisation de Deep Learning pour les RIS

Matrix Factorisation



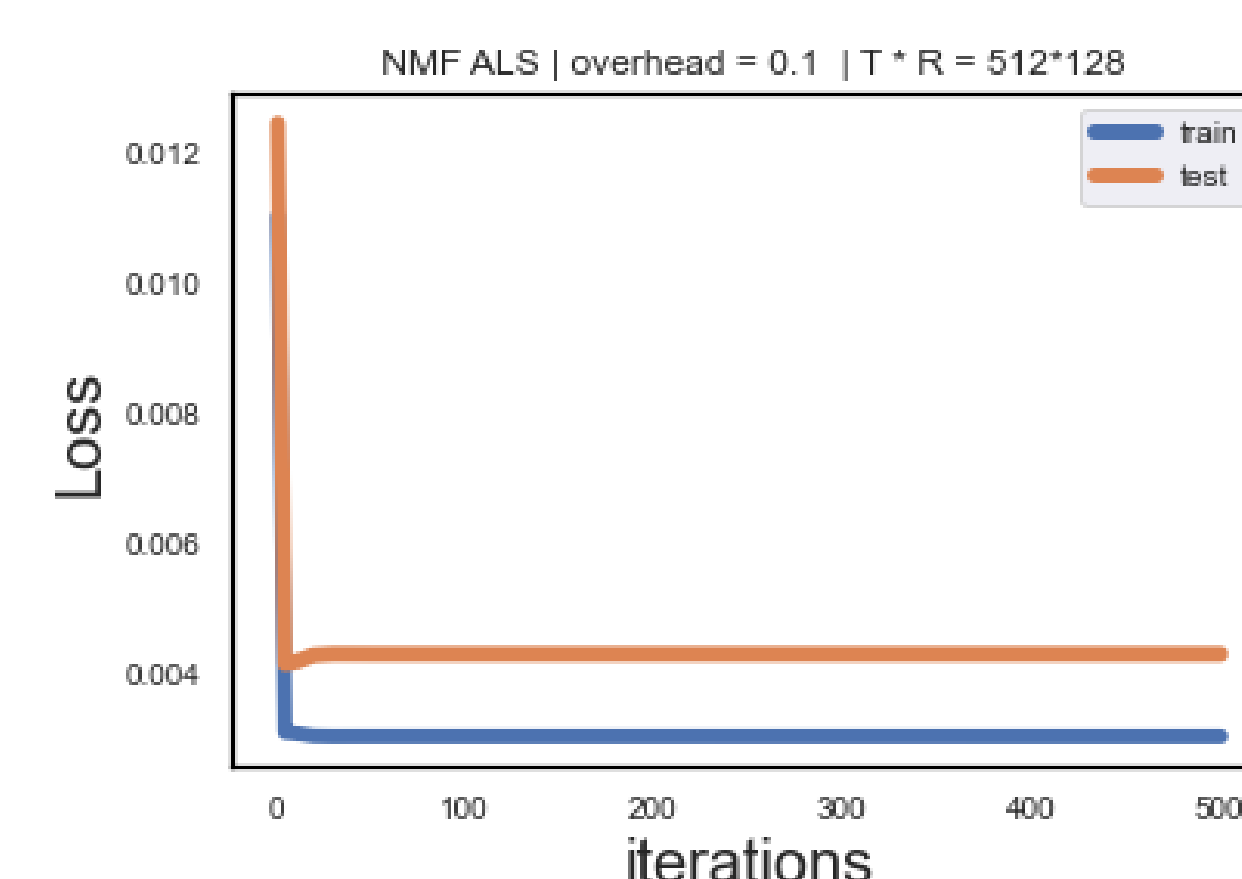
- MF et la NMF(Non négative matrix factorisation) sont les deux modèles utilisés pour effectuer la tâche de l'estimation des 3 canaux entre l'utilisateur, la BS et la RIS.
- Trois méthodes d'apprentissage ont été utilisées pour cette partie :



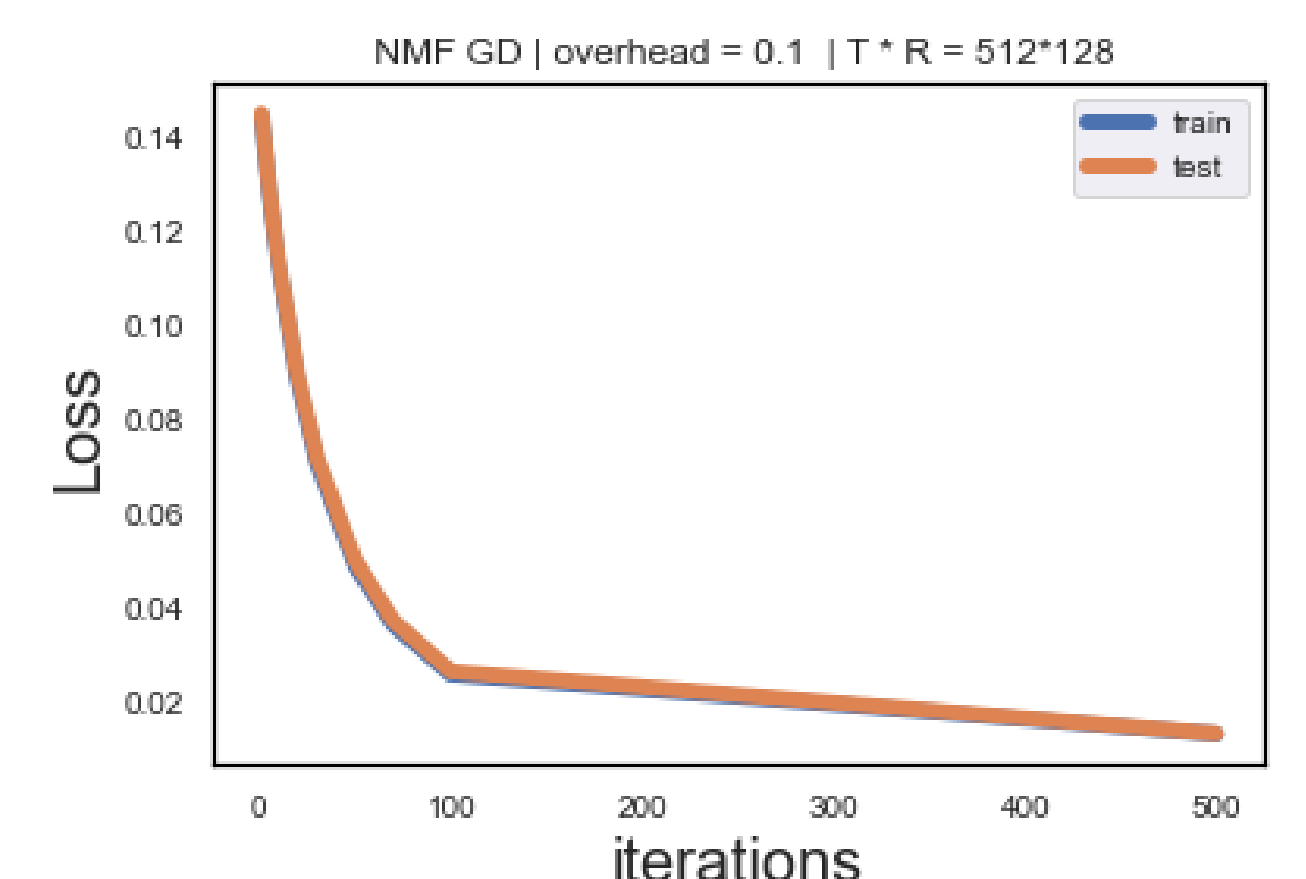
Loss function RMSE: A minimiser

$$\text{Loss} = \sum_{(i,j) \in \text{Training set}} (R_{ij} - \hat{R}_{ij})^2 + \lambda ||P||^2 + \mu ||Q||^2$$

Avec λ et μ modélisent les régularisateurs



(a) Apprentissage ALS



(b) Apprentissage GD

Figure 4. Evolution de la fonction d'erreur

Résultat:

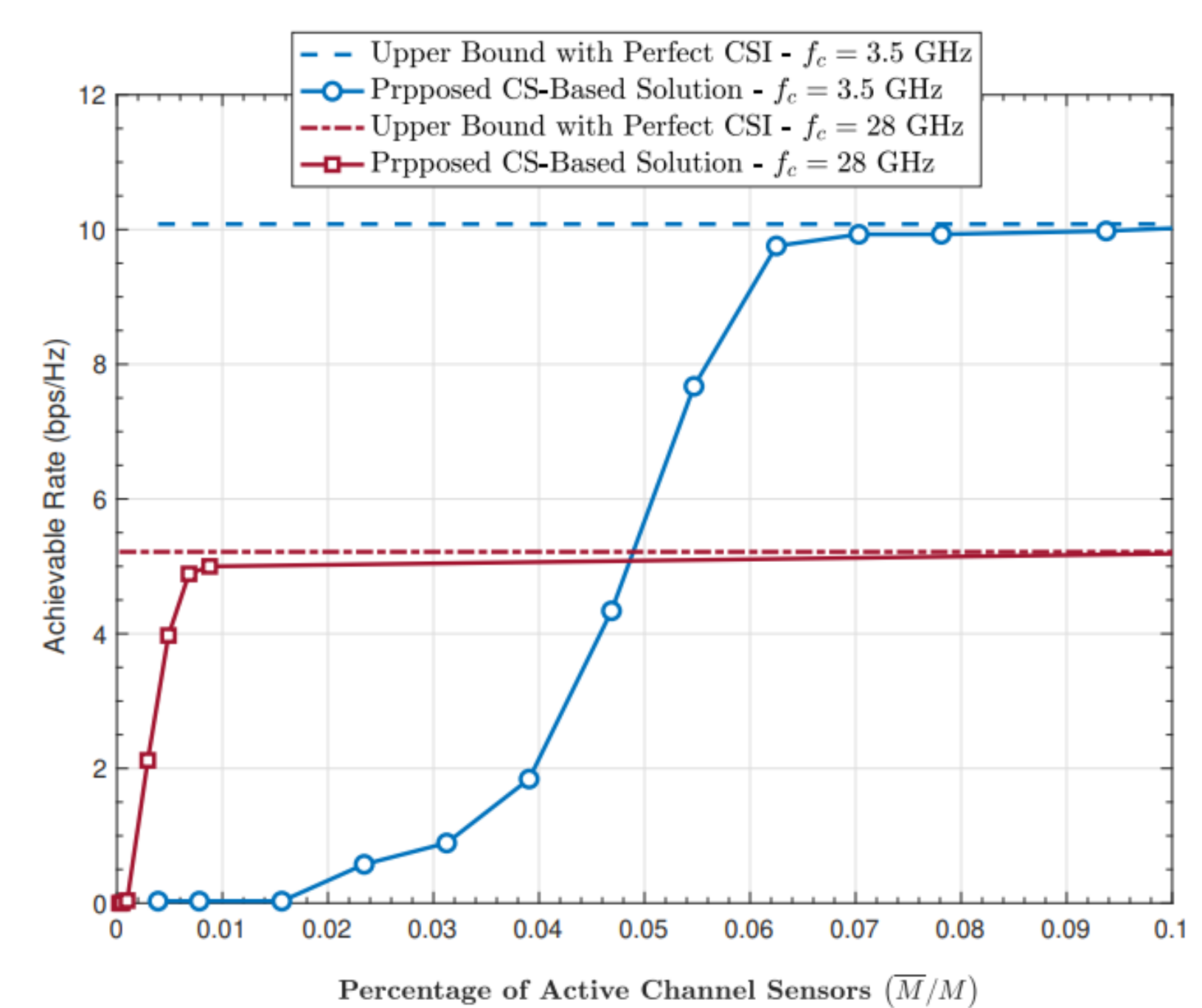


Figure 5. figure 4: SNR atteignable en fonction des surfaces actives(coefficients connus)

Bibliographie

- Abdelrahman Taha, Muhammad Alrabeiah, and Ahmed Alkhateeb, "Enabling Large Intelligent Surfaces with Compressive Sensing and Deep Learning "
- Qingqing Wu, Rui Zhang, "Towards Smart and Reconfigurable Environment: Intelligent Reflecting Surface Aided Wireless Network"