

Atelier logiciel : simulation d'un système de transmission

Soutenance de fin de projet – 16/10/2024

Sommaire

01

Équipe et rôles

02

Gestion de projet

03

Gestion du
développement

04

Architecture du système de
transmission

05

Cas d'étude

06

Bilan

Équipe et rôles



Jordan BAUMARD
Développeur principal

Conçoit l'architecture, développe les fonctionnalités clés et garantit la qualité du code



Roman GUERRY
Développeur

Participe au développement de diverses fonctionnalités et contribue au bon déroulement du projet



PoI GUILLOU
Chef de projet

Coordonne le projet, assure la communication entre les membres et rédige le rapport



Mathis MAQUENNE
Responsable DevOps

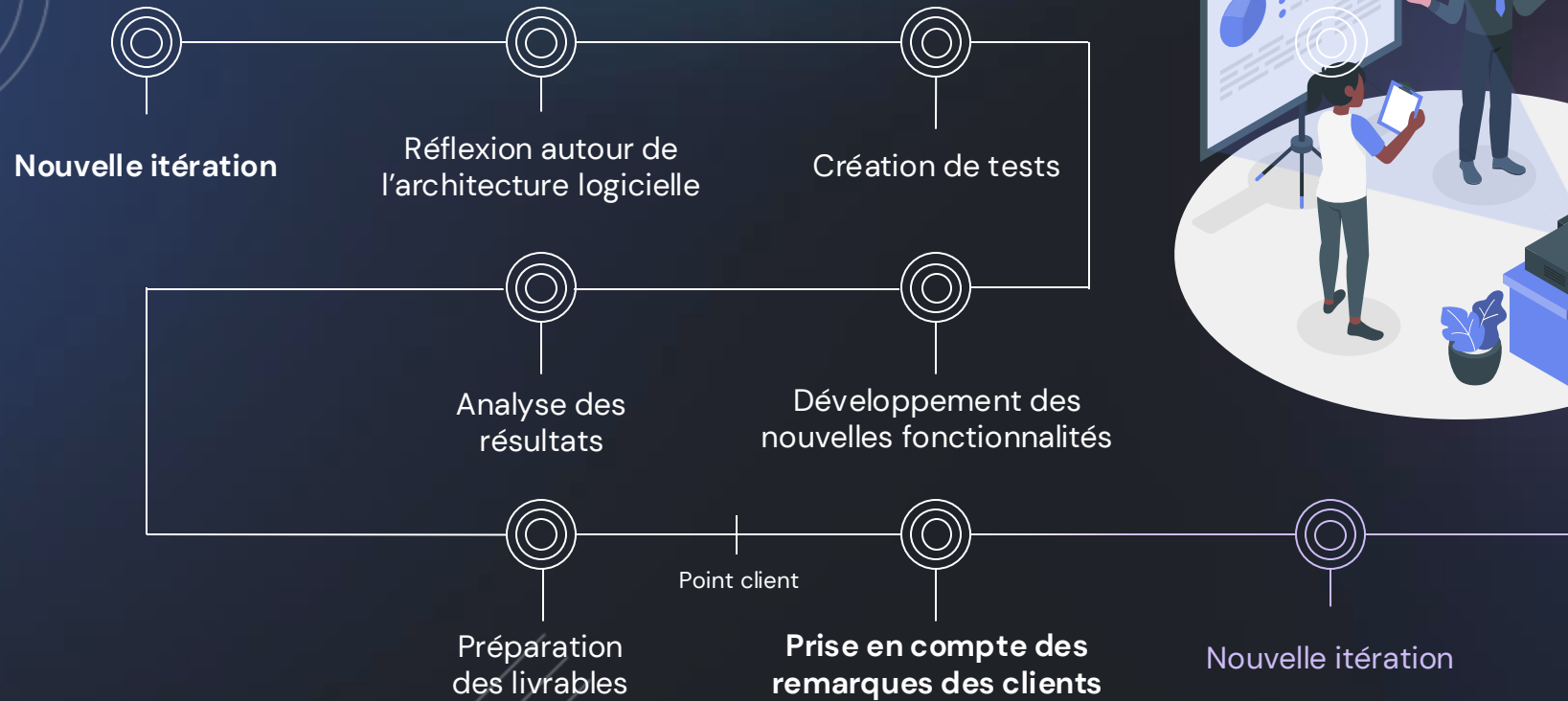
Automatise les tests, rédige la documentation, déploie automatiquement les livrables



Maxime PERE
Responsable des tests

Conçoit et exécute les tests, vérifie la qualité et assure le bon fonctionnement des fonctionnalités

Gestion de projet



Gestion du développement

Outils et méthodes utilisés dans des contextes professionnels

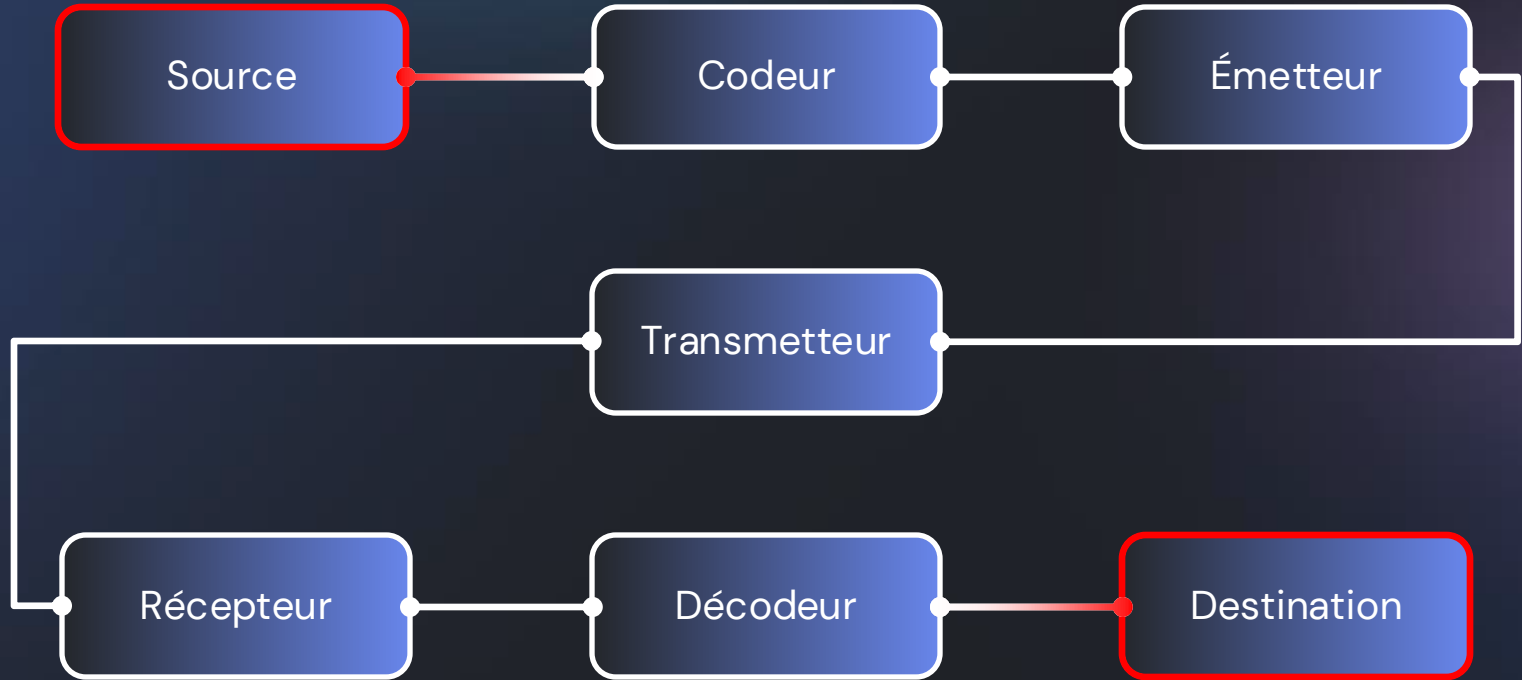
- Collaboration via un **repository Git**
- Utilisation de deux branches (main et step-X)
- Génération automatique de la documentation via un pipeline

Mobilisation d'outils de tests tout au long du projet

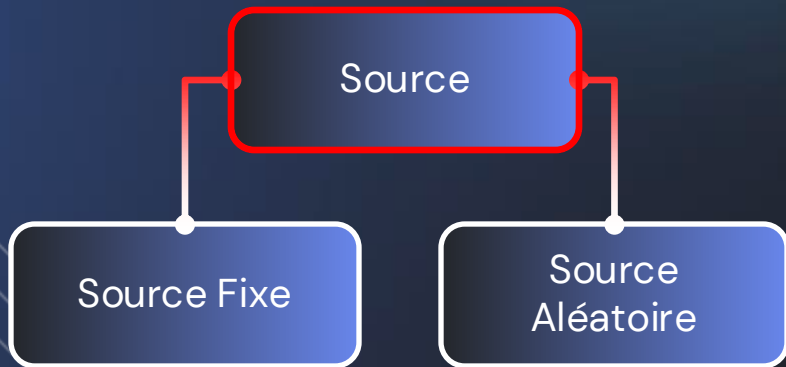
- Junit 4 / Emma / EasyMock
- Mise en place de tests **unitaires**, **fonctionnels**, **visuels** et de **performance**
- Exécution automatique de l'ensemble **des tests** par le pipeline



Architecture du système de transmission



Architecture du système de transmission



Paramètres associés :

- **-mess** : précise le message ou la longueur du message à émettre
- **-seed** : précise l'utilisation d'une graine, pour l'initialisation des générateurs aléatoires du simulateur

Pour visualiser les résultats obtenus, utilisation de sondes

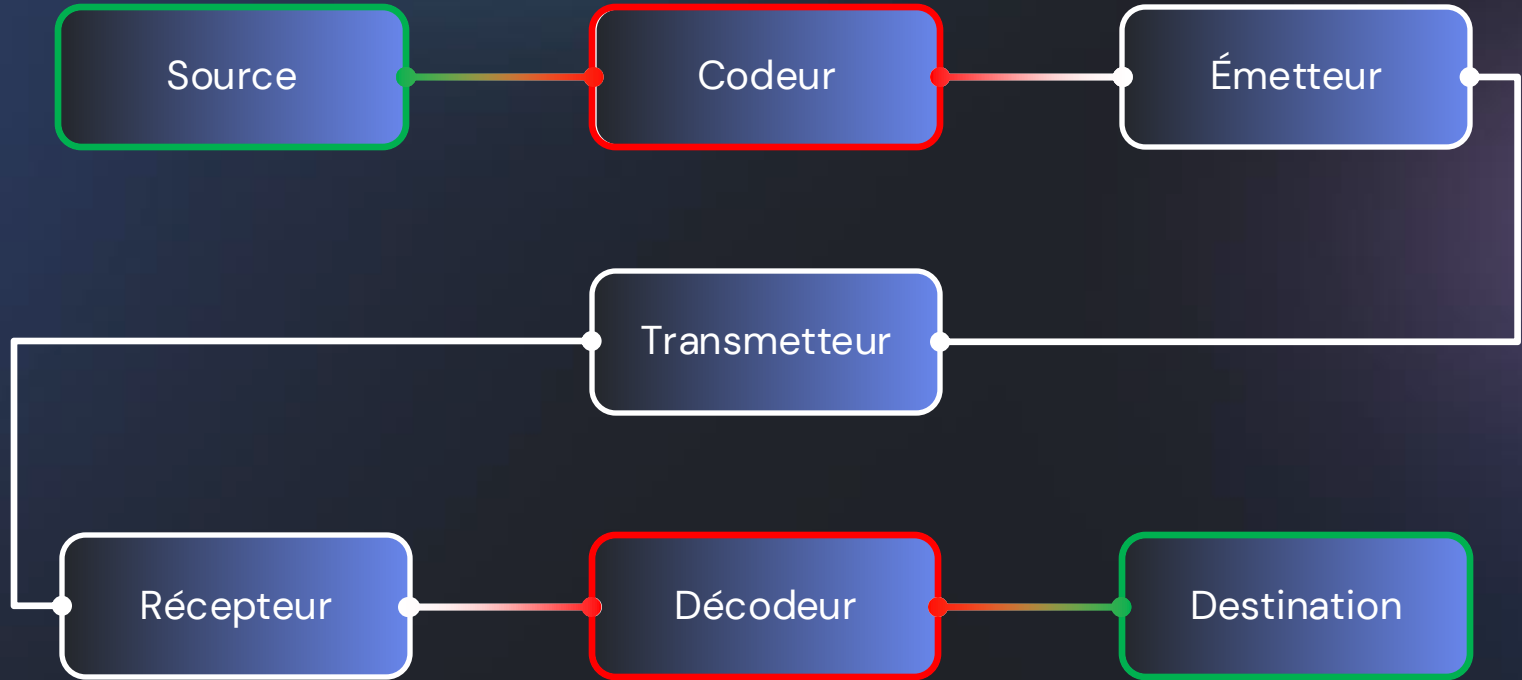
- Avec le paramètre **-s**
- Les sondes peuvent être placées en sortie de chaque élément de la chaîne de transmission

Les extrémités de la chaîne peuvent simuler :

- Une caméra de surveillance
- Un poste de sécurité qui reçoit le flux vidéo



Architecture du système de transmission



Architecture du système de transmission

Utilisation du codeur / décodeur

- **-codeur** : précise l'utilisation d'un codeur (en émission) et d'un décodeur (en réception)
- Permet de diminuer le taux d'erreur binaire
- Reçoit et émet une séquence binaire
- Mise en place de la méthode de codage de retenu

Codeur

Codeur

- Transforme un bit reçu en une séquence de trois bits :
 - $0 \rightarrow 010$
 - $1 \rightarrow 101$

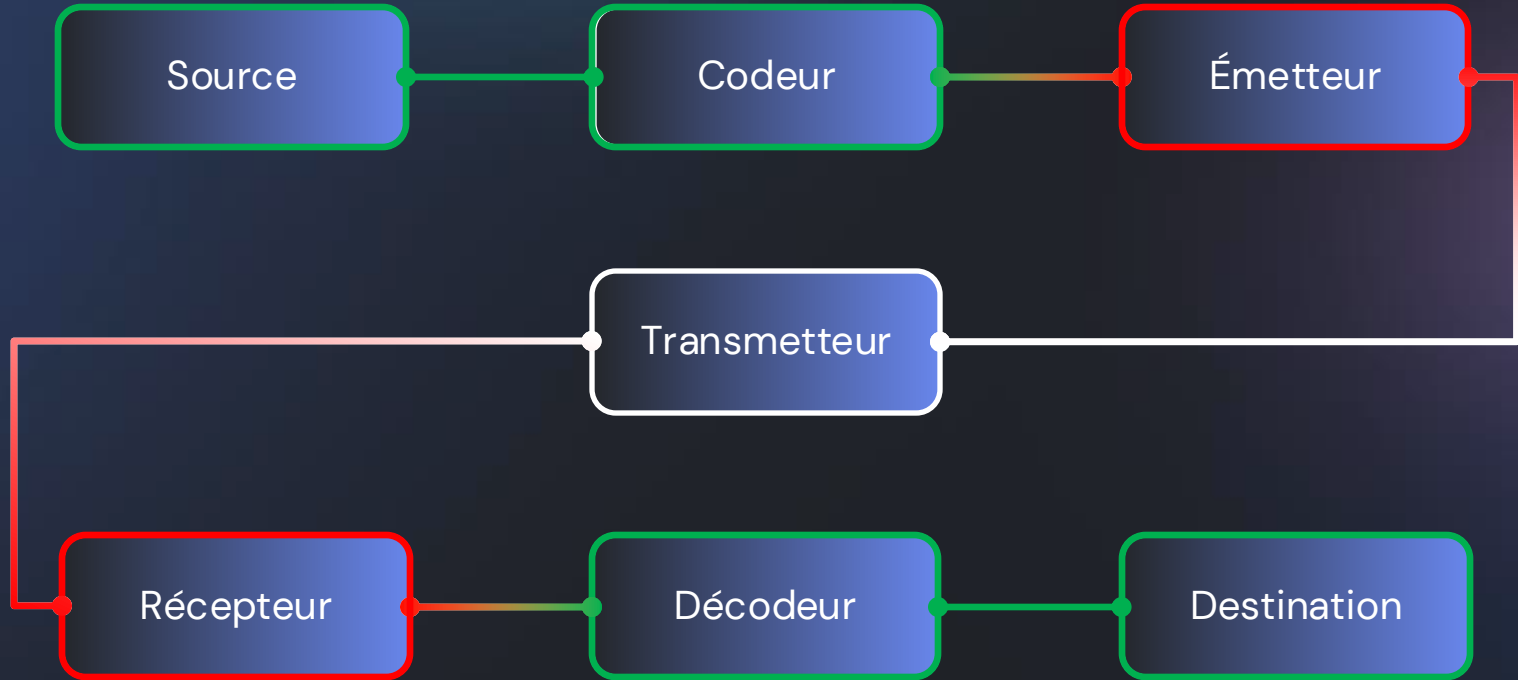
Décodeur

- Transforme les séquences de trois bits reçus en un bit à transmettre :

◦ $000 \rightarrow 0$	◦ $100 \rightarrow 1$
◦ $001 \rightarrow 1$	◦ $101 \rightarrow 1$
◦ $010 \rightarrow 0$	◦ $110 \rightarrow 0$
◦ $011 \rightarrow 0$	◦ $111 \rightarrow 0$

Décodeur

Architecture du système de transmission



Architecture du système de transmission

Émetteur

L'émetteur :

- Reçoit un signal binaire
- Effectue une conversion binaire à symbole
- Applique un filtre de mise en forme
- Émet un signal analogique

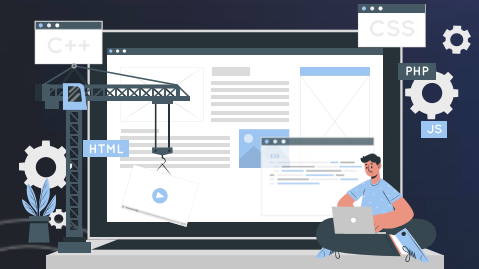
Paramètres associés :

- **-form** : Précise la forme d'onde du signal analogique (NRZ, NRZT ou RZ)
- **-ampl** : Précise l'amplitude min et max du signal
- **-nbEch** : Précise le nombre d'échantillons par bit

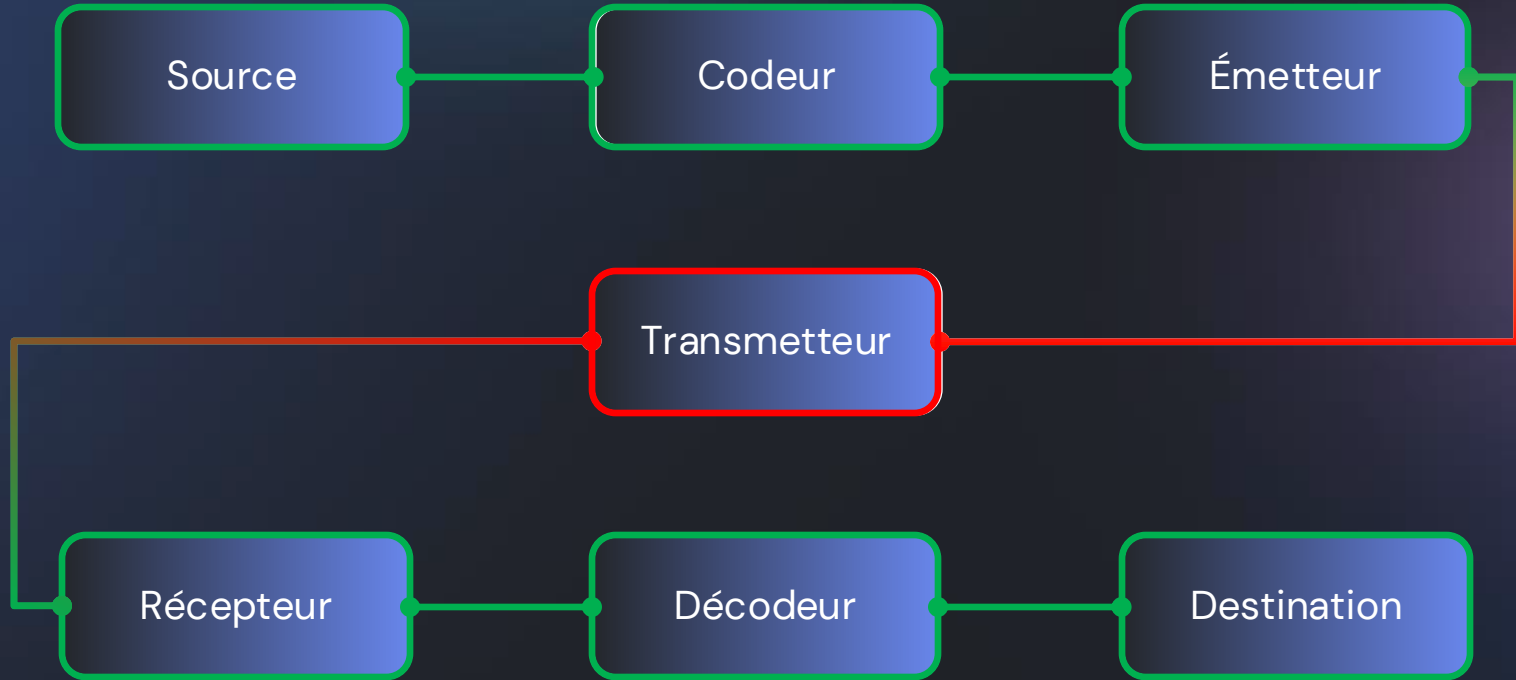
Récepteur

Le récepteur :

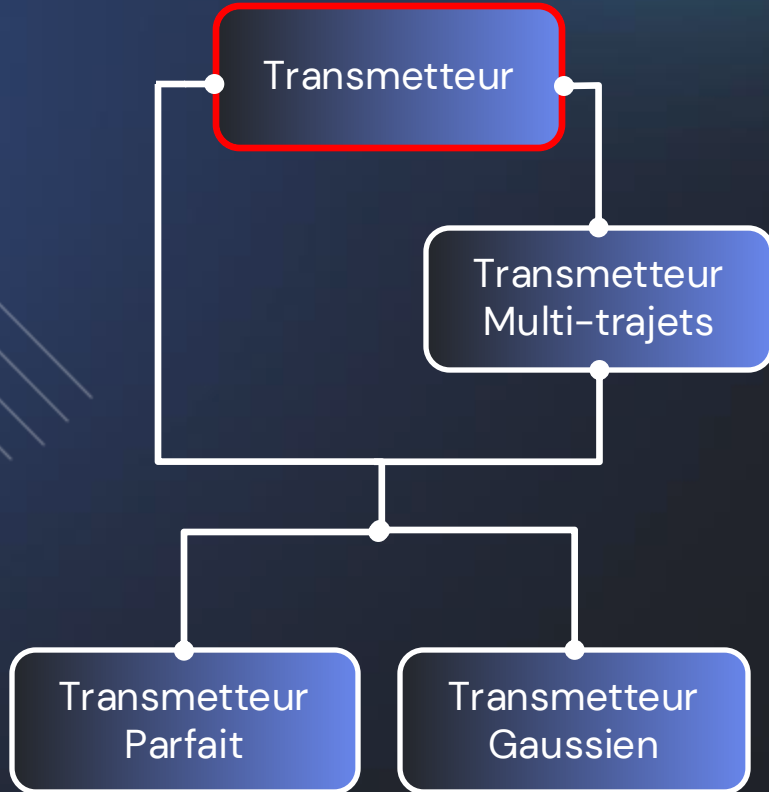
- Reçoit un signal analogique
- Analyse le signal symbole par symbole
- Calcule la valeur moyenne du symbole
- Émet un signal binaire



Architecture du système de transmission



Architecture du système de transmission



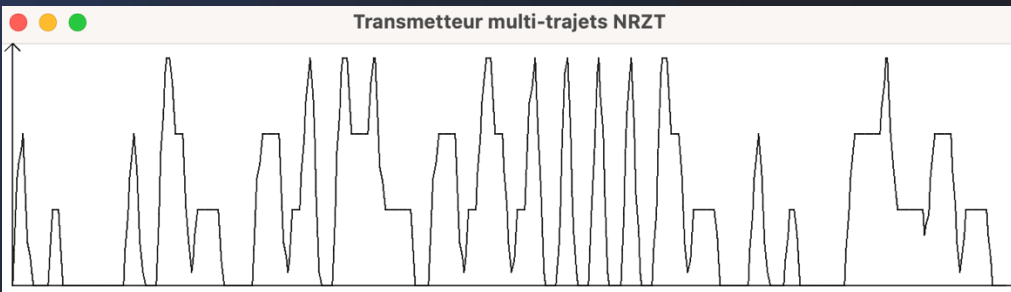
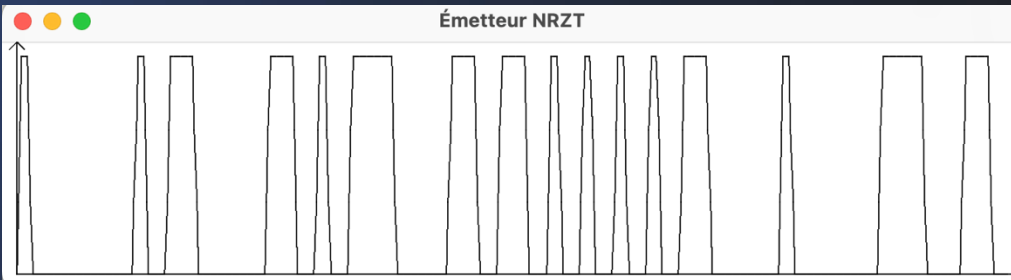
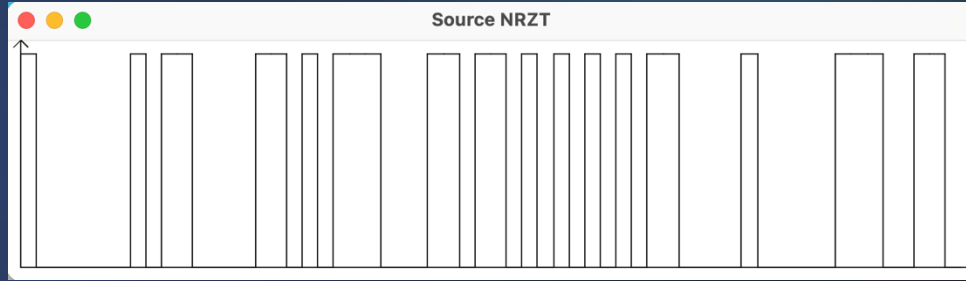
Fonction des différents modules :

- Transmetteur Multi-trajets : simule l'effet de multi-trajets
- Transmetteur Parfait : pas de bruit
- Transmetteur Gaussien : ajoute un bruit blanc gaussien au signal

Paramètres associés :

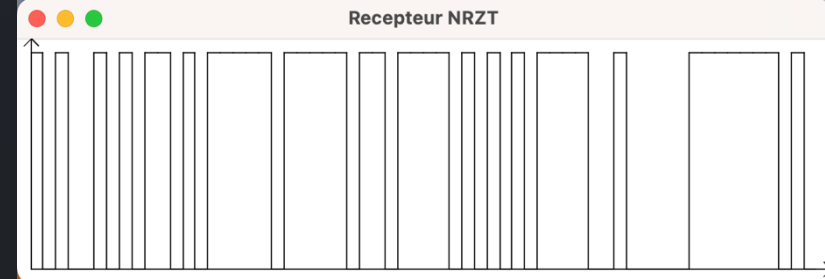
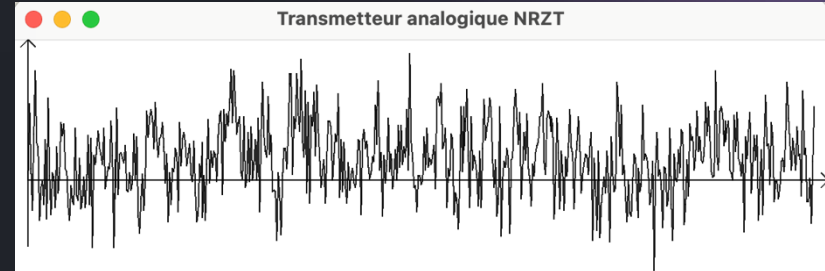
- **-ti** : Utilisation d'une transmission analogique multi-trajets (5 trajets au maximum)
- **-snrpb** : Utilisation d'une transmission analogique bruitée, la valeur indiquée représente le rapport signal à bruit par bit (E_b/N_0)

Exemples de résultats obtenus



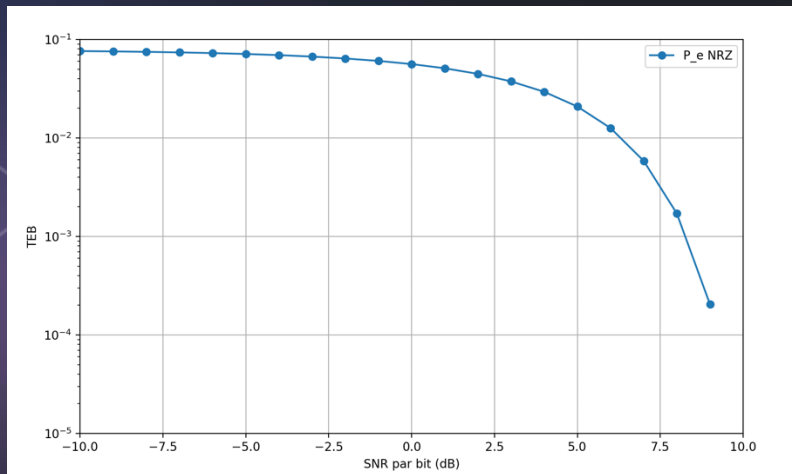
Paramètres :

- -mess 60
- -snrpb 5
- -nbEch 9
- -form NRZT
- -ti 3 0.4 20 0.7
- -s



Comparaison entre la théorie et la pratique

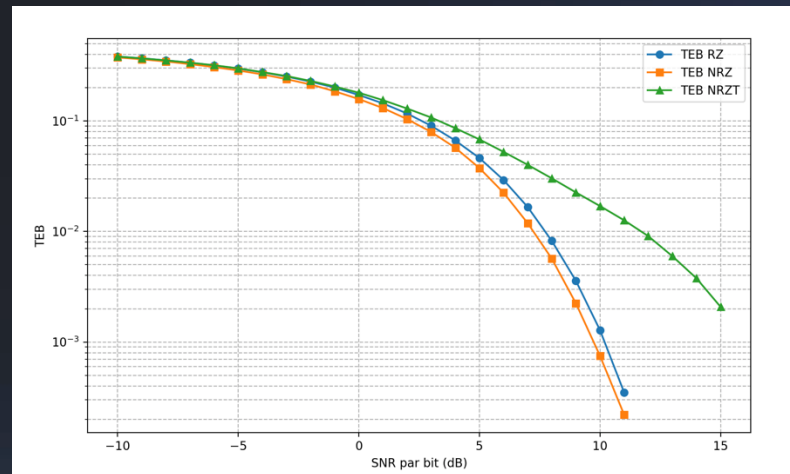
Impact du SNRpb sur le TEB théorique et le TEB pratique



TEB théorique en fonction du SNRpb



$$0.5 \cdot \operatorname{erfc} \left(\sqrt{e b N_0 L_{\text{in}}} \right)$$



TEB pratique en fonction du SNRpb

Visualisation de données

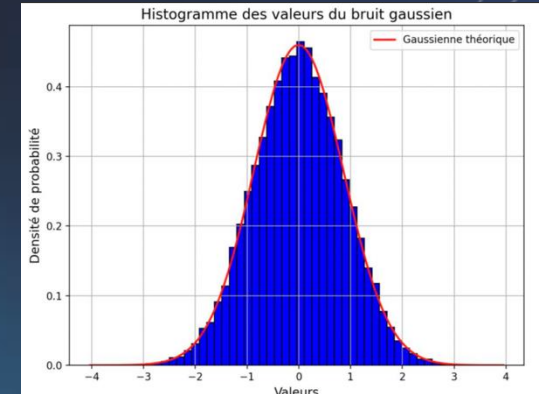
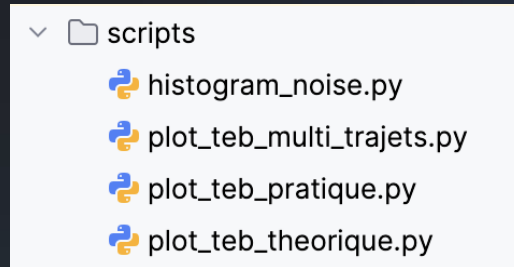
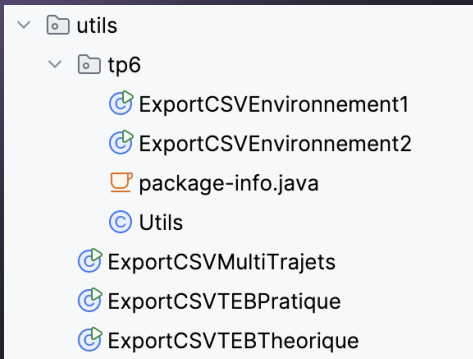
Comment visualiser nos données pour les interpréter ?



Classes VueCourbe, VueValeur

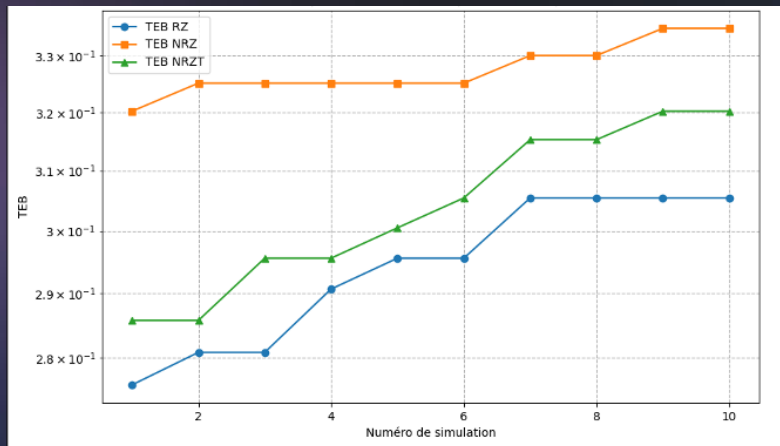


Export CSV + Affichage en Python



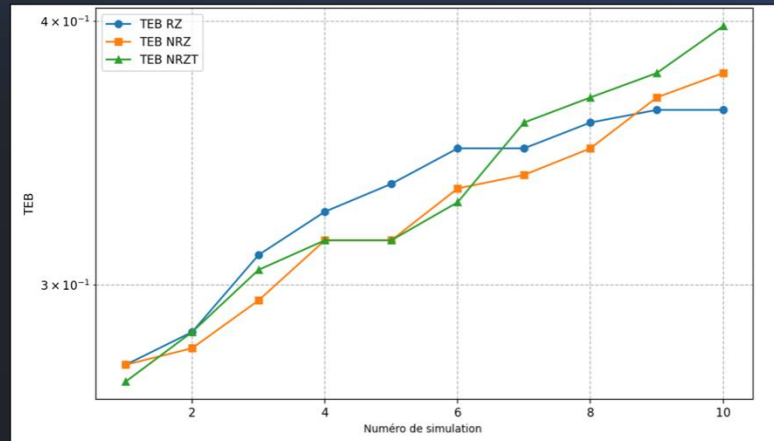
Visualisation de données

Impact des multi-trajets



TEB en fonction des trajets indirects avec les amplitudes augmentées à chaque simulation

Amplitude = Amplitude $\times 1,2$



TEB en fonction des trajets indirects avec les décalages augmentés à chaque simulation

Décalage = Décalage + 20

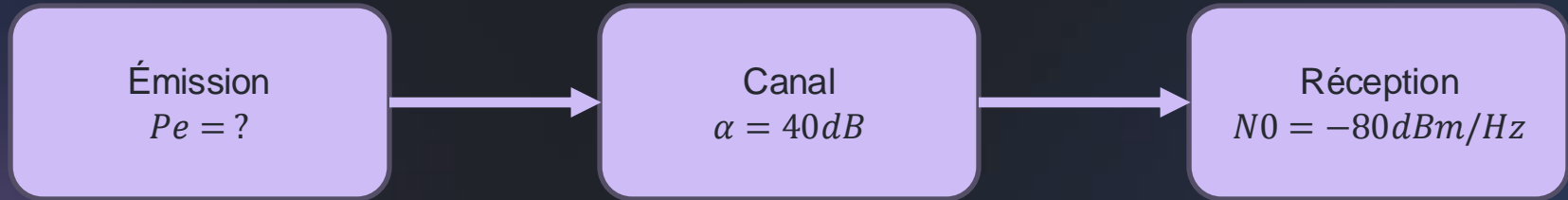
Présentation de cas d'étude

Déploiement de notre simulateur sur des réseaux de capteurs câblés

- **Environnement 1 :** Optimisation énergétique dans un canal comprenant un bruit blanc additif gaussien (BBAG)
- **Environnement 2 :** Maximisation du débit dans un canal de type multi-trajets



Cas d'étude – Environnement 1



Objectifs :

- Alimentation des émetteurs grâce à des batteries
- Transmettre 10^6 bits utiles par jour
- Garantir un TEB $\leq 10^{-3}$ sur l'ensemble du signal émis

Solution proposée :

- Forme du signal : **NRZ Binaire**
- Nombre d'échantillons par symbole : **30**
- SNR par bit : **10.0dB**
- Consommation par jour : **1 Joule**
- Le système peut donc fonctionner **3 jours** avec les batteries

Cas d'étude – Environnement 1

Comment fiabiliser notre solution ?

→ Utilisation du couple codeur / décodeur afin d'avoir un code correcteur d'erreurs

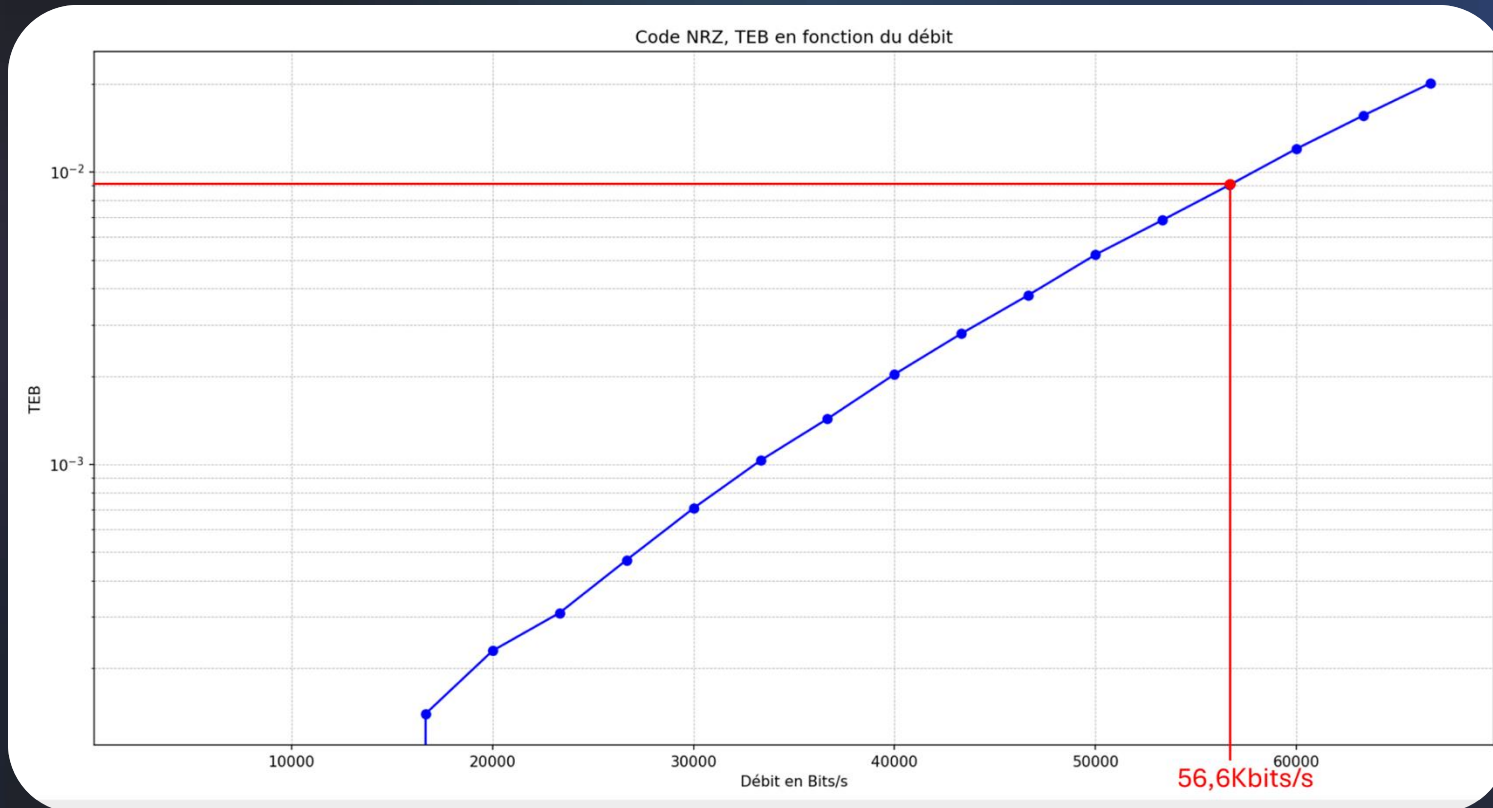
- 0 → 010
 - 1 → 101
- } 3 bits transmis pour chaque bit utile

→ Conséquences :

- L'émetteur consomme 1.308 Joules par jour,
- Cela réduit l'autonomie du système à 2 jours, 6 heures et 57 minutes
- Avantage : amélioration de la fiabilité de la transmission
- Inconvénient : augmentation de la consommation

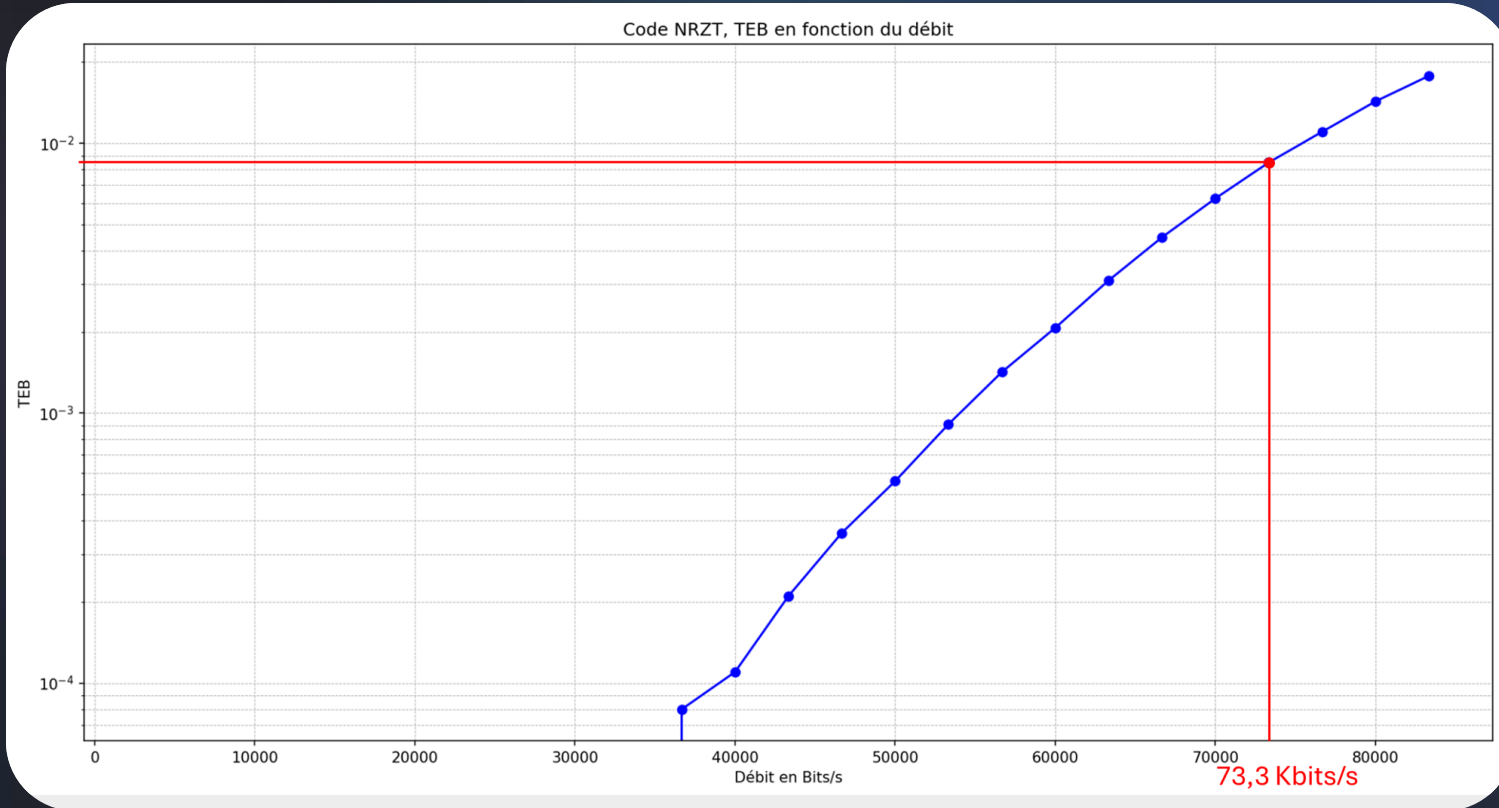
Cas d'étude – Environnement 2

- SNR : 15 dB
- Signal : NRZ
- nbEch : 30
- Même seed pour toutes les simulations



Cas d'étude – Environnement 2

- SNR : 15 dB
- Signal : NRZT
- nbEch : 30
- Même seed pour toutes les simulations



Bilan

- Les résultats obtenus avec notre simulateur sont en accord avec les résultats théoriques
- Propositions de solutions en réponse au cas d'étude pour les deux environnements
- Pas de soucis majeurs rencontrés durant le projet. Les points réguliers avec le client étaient positifs
- L'organisation de l'équipe et les missions transversales de chacun ont permis de respecter les délais à chaque itération

