

# Les enseignements de traitement du signal

Sciences du Numérique - Première année  
2022-2023

## → Généralités :

- Dans l'UE Automatique et Traitement du Signal
  - Traitement du signal (50% de l'UE )
  - Automatique (40% de l'UE)
  - Langage C (10% de l'UE)
- Traitement du signal : 7 cours, 3 TDs, 2 TPs, 5 séances de projet

## → Evaluation

- Un examen écrit (60% de la note)
- Une note de pratique (40% de la note)

# Les enseignements de traitement du signal

Sciences du Numérique - Première année  
2022-2023

## → Infos et ressources

→ Sur moodle :

<http://moodle-n7.inp-toulouse.fr/course/view.php?id=1402>

Rque : Si moodle fonctionne à nouveau, vous serez inscrits dans vos groupes de TD et de TPs respectifs  
=> merci alors de le vérifier et de signaler tout problème par mail à [nathalie.thomas@enseeiht.fr](mailto:nathalie.thomas@enseeiht.fr)

→ Ici :

<https://ch-poulliat.github.io/Cours-TS-SN1A-N7/intro.html>

→ Salons discord (annonces, discussion)

# Les enseignements de traitement du signal

Sciences du Numérique - Première année  
2022-2023

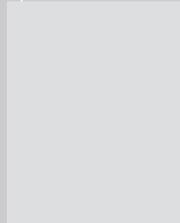
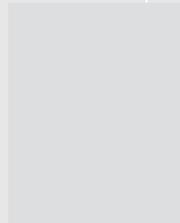
## → Equipe pédagogique

	Groupe	Intervenant	Groupe	Intervenant		
Cours partie I	CM1	 Charly.Poulliat @toulouse-inp.fr	CM2	 Jean-Yves.Tourneret @toulouse-inp.fr		
	CM1	 Nathalie.Thomas @toulouse-inp.fr	CM2	 Nathalie.Thomas @toulouse-inp.fr		
	Groupe	Intervenant	Groupe	Intervenant	Groupe	Intervenant
TDs	AB	 Charly.Poulliat @toulouse-inp.fr	GH	 Matieu.Dervin @toulouse-inp.fr	MN	 Martial.Coulon @toulouse-inp.fr
	CD	 Nathalie.Thomas @toulouse-inp.fr	IJ	 Corinne.Mailhes @toulouse-inp.fr		
	EF	 Raoul.Prevost @tesa.prd.fr	KL	 Roman.Malinowski @hds.utc.f		

# Les enseignements de traitement du signal

Sciences du Numérique - Première année  
2022-2023

## → Equipe pédagogique

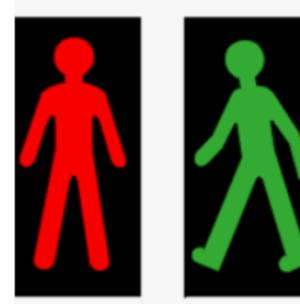
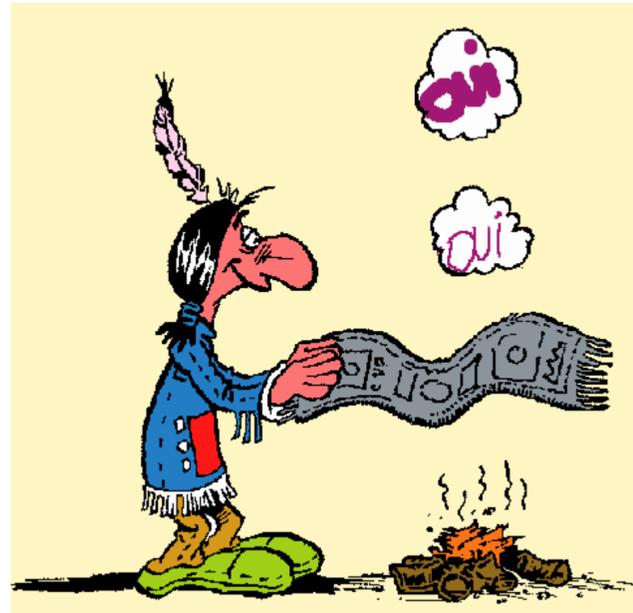
	Groupe	Intervenant	Groupe	Intervenant	Groupe			
TPs		Charly.Poulliat @toulouse-inp.fr	F		Roman.Malinowski @hds.utc.fr	K		Roman.Malinowski @hds.utc.f
		Asma.Maalaoui @toulouse-inp.fr	G		Matieu.Dervin @toulouse-inp.fr	L		Asma.Maalaoui @toulouse-inp.fr
		Nathalie.Thomas @toulouse-inp.fr	H		Asma.Maalaoui @toulouse-inp.fr	M		Samy.Labsir @isae-supaero.fr
		Samy.Labsir @isae-supaero.fr	I		Corinne.Mailhes @toulouse-inp.fr	N		pierre-antoine.bou @onera.fr
		Raoul.Prevost @tesa.prd.fr	J		Raoul.Prevost @tesa.prd.fr			

Qu'est-ce qu'un signal ?



# Qu'est-ce qu'un signal ?

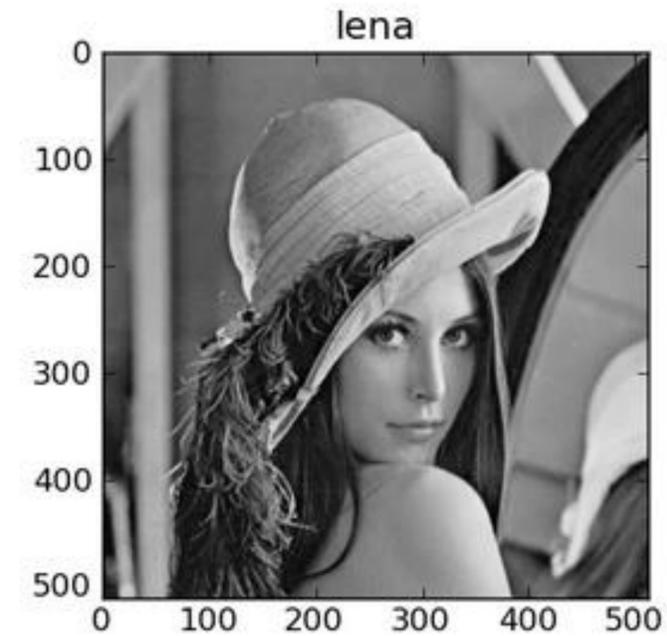
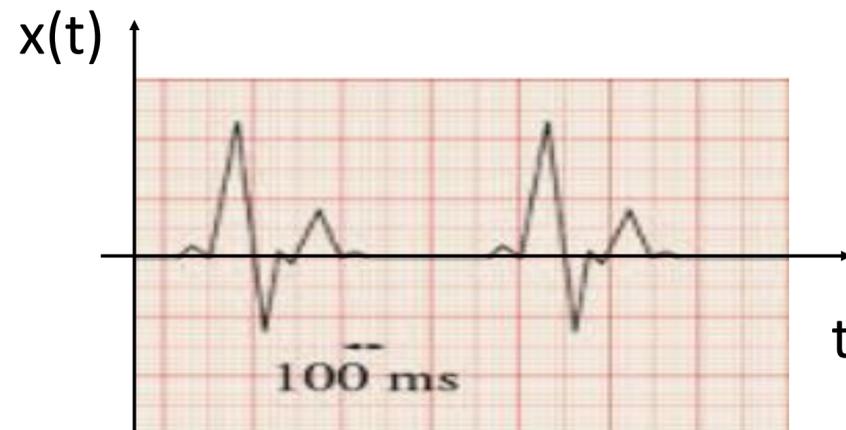
→ Formes multiples et variées de signaux



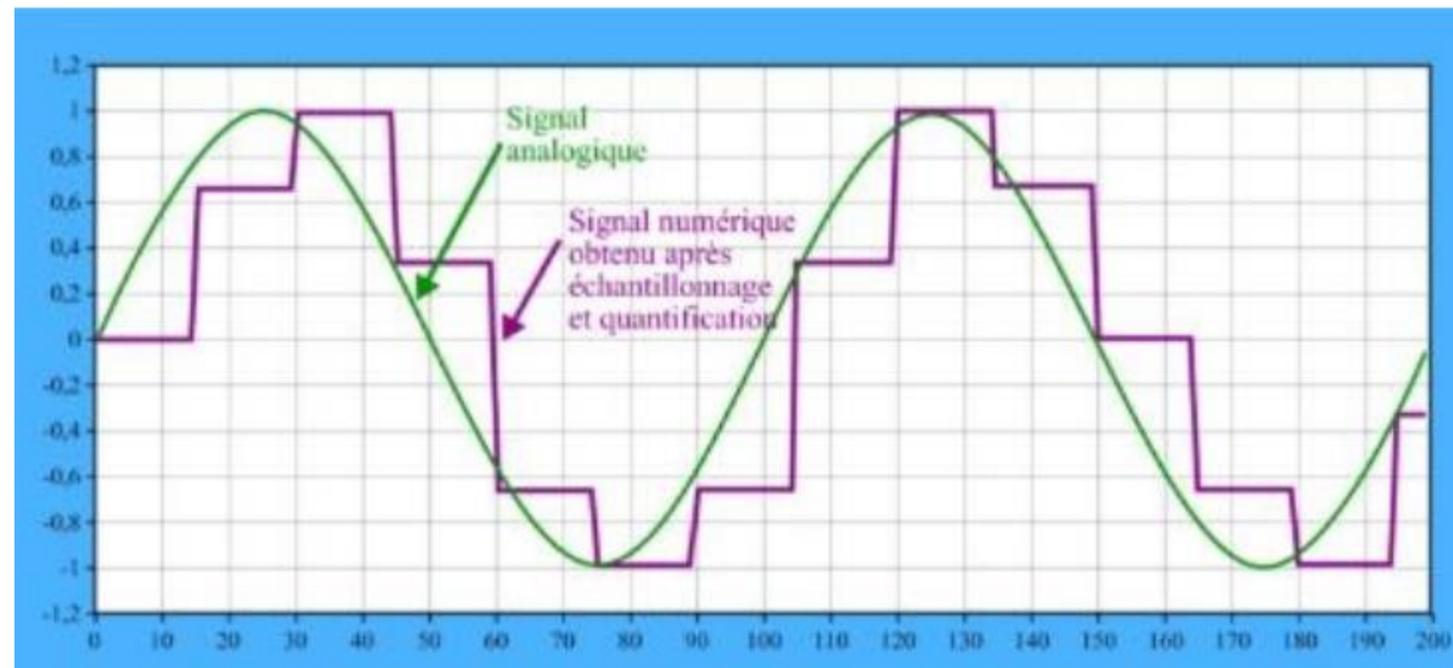
Point commun : représentent un message, contiennent une information.

# Qu'est-ce qu'un signal ?

→ Représentation théorique :  $x(t)$ ,  $I(x,y)$ ...



→ Signaux analogiques, signaux numériques (échantillonnage, quantification)



Le traitement du signal : pourquoi ?



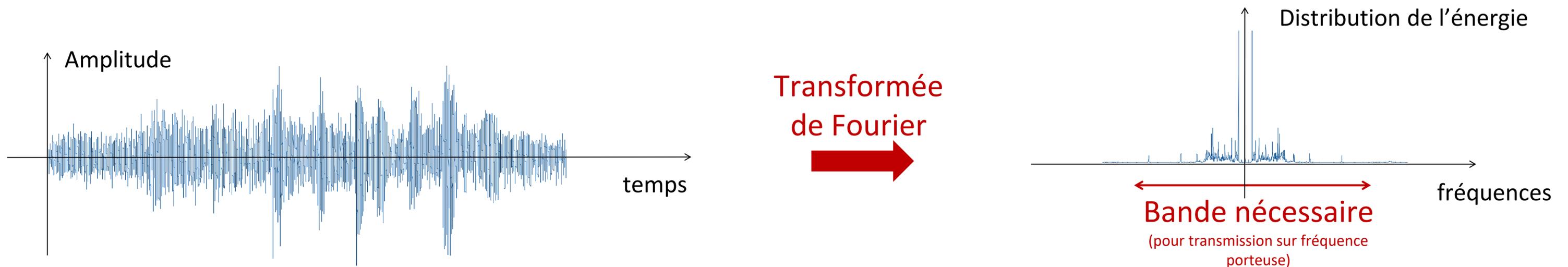
# Le traitement du signal : pourquoi ?



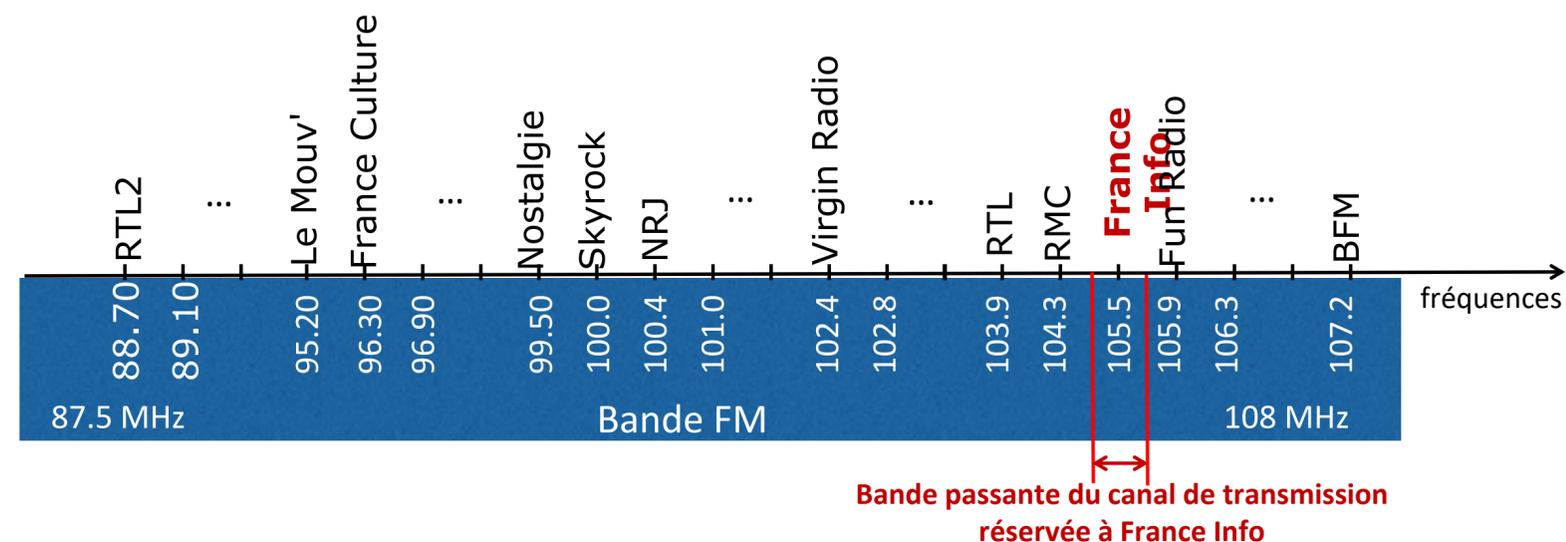
→ Pour extraire de l'information des signaux :

Exemple 1

- Identifier la bande de fréquence nécessaire à la transmission d'un signal,
- Détecter des anomalies, des défauts (ECG, Arcs électriques sur les câbles d'alimentation d'un avion, dent cassée dans un engrenage...)
- En éliminant des composantes indésirables : le bruit, certaines fréquences...



Exemple de partage de bande :  
bande FM à Toulouse



# Le traitement du signal : pourquoi ?



## Exemple 2

→ Pour extraire de l'information des signaux :

- Identifier la bande de fréquence nécessaire à la transmission d'un signal,
- Détecter des anomalies, des défauts (ECG, Arcs électriques sur les câbles d'alimentation d'un avion, dent cassée dans un engrenage...)
- **En éliminant des composantes indésirables : le bruit**, certaines fréquences...

SNR = 0 dB

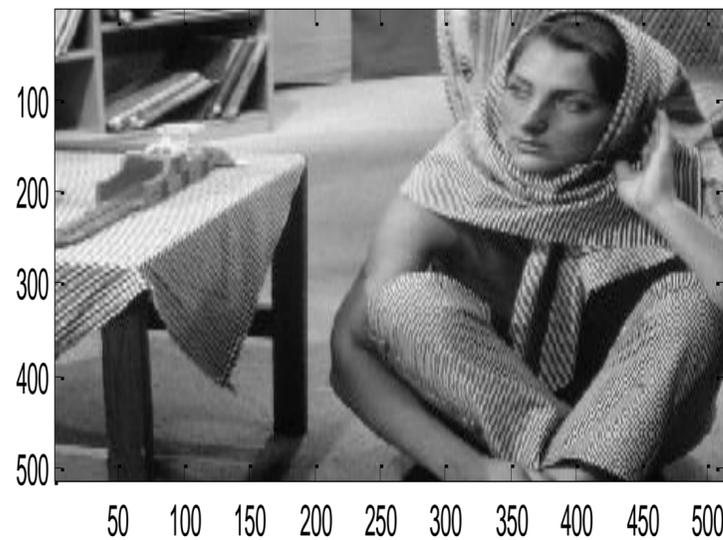


Image émise

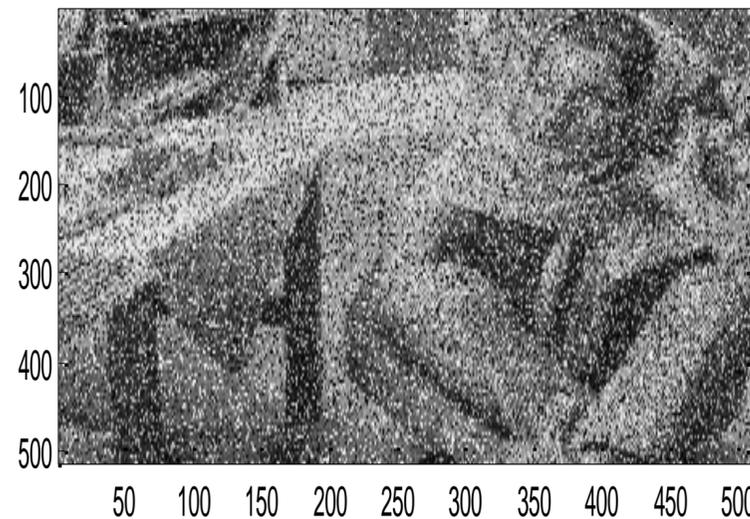


Image reçue  
Avant filtrage de réception

TEB = 0.1581

Filtrage

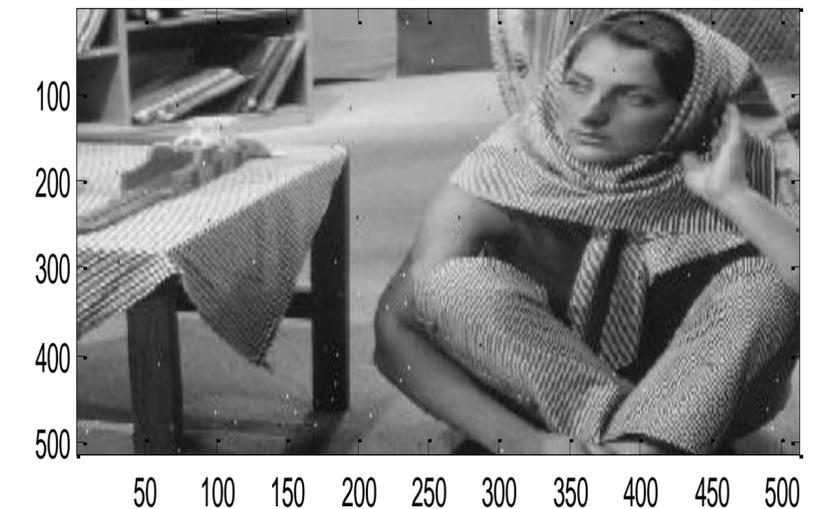


Image reçue  
après filtrage de réception

TEB = 7.5483e-04

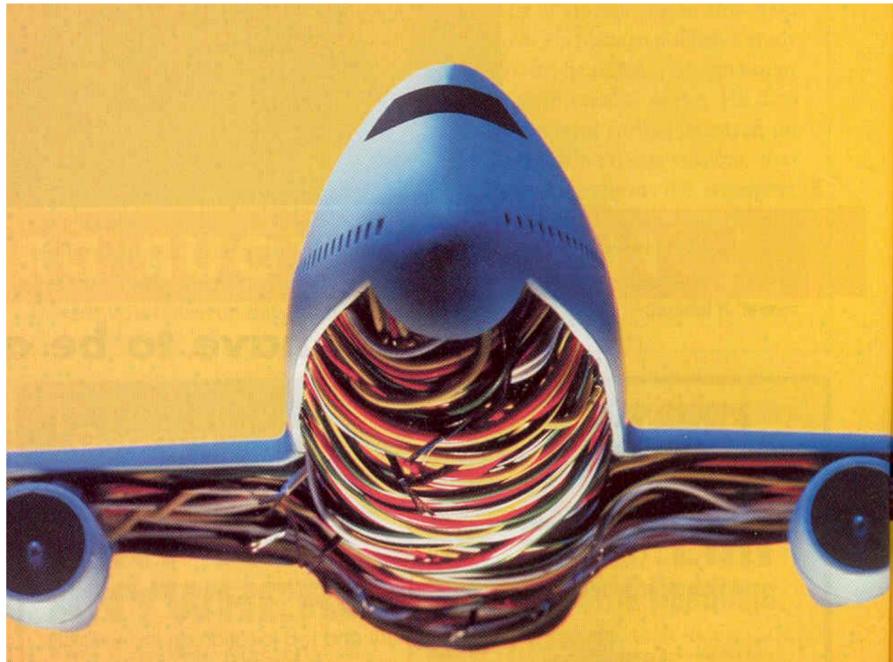
## Le traitement du signal : pourquoi ?



→ Pour extraire de l'information des signaux :

Exemple 3

- Identifier la bande de fréquence nécessaire à la transmission d'un signal,
- **Détecter des anomalies**, des défauts (ECG, **Arcs électriques sur les câbles d'alimentation d'un avion**, dent cassée dans un engrenage...)
- **En éliminant des composantes indésirables** : le bruit, **certaines fréquences...**



**Usure des gaines d'isolation**

⇒ Arcs électriques

⇒ Possible destruction d'une partie du réseau d'alimentation de l'avion.

# Le traitement du signal : pourquoi ?



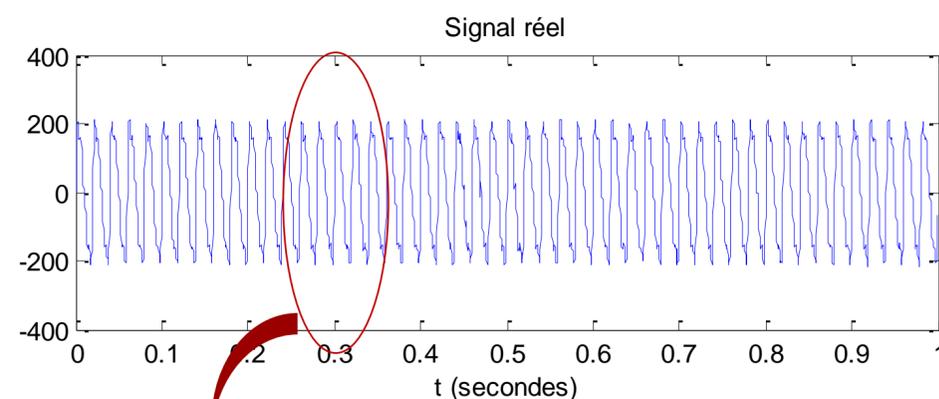
## Exemple 3

→ Pour extraire de l'information des signaux :

- Identifier la bande de fréquence nécessaire à la transmission d'un signal,
- **Détecter des anomalies**, des défauts (ECG, **Arcs électriques sur les câbles d'alimentation d'un avion**, dent cassée dans un engrenage...)
- **En éliminant des composantes indésirables** : le bruit, **certaines fréquences...**

Détection de perturbations « annonciatrices »  
(de fréquences > 500 Hz noyées dans le 50 Hz)

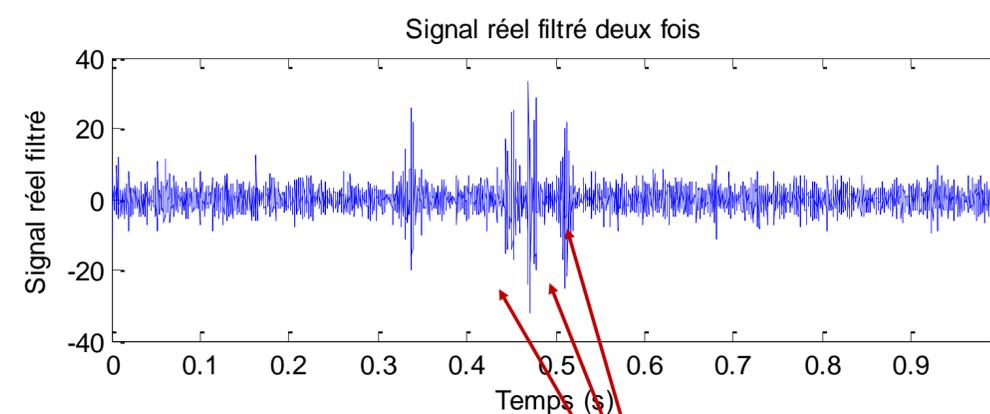
Signal d'alimentation contenant la perturbation



Filtrage

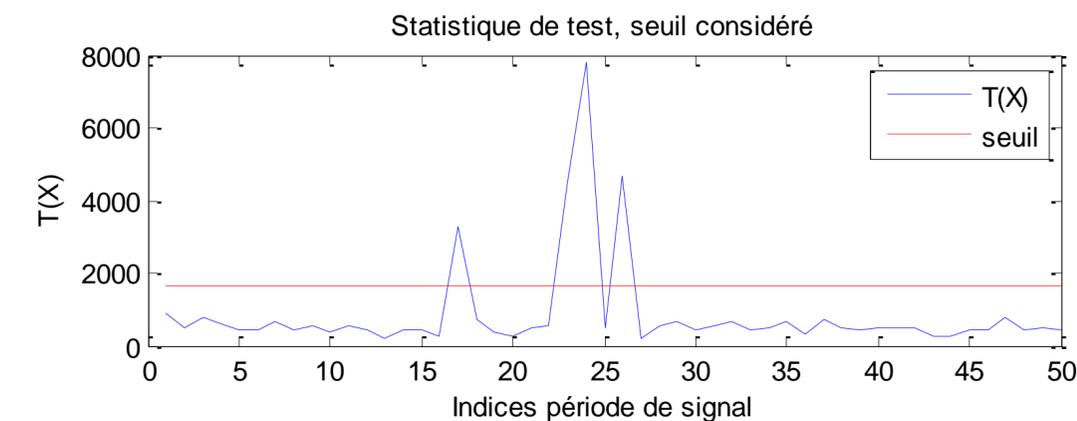


Signal après filtrage passe-haut  
(élimination du 50 Hz)

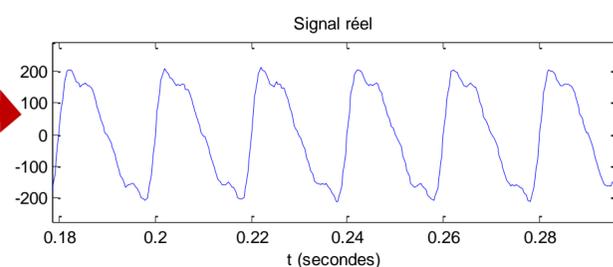


Transitoires à détecter

Détecteur d'énergie



Zoom



# Le traitement du signal a besoin d'outils...



- Pour obtenir différentes représentations des signaux
- Pour modifier les signaux

## Partie 1 : Signaux et Systèmes à temps continu

### Cours 1 à 4

- Modèles de signaux,
- Outils pour la représentation et l'analyse de signaux :
  - + Représentation fréquentielle ou « spectre » (Transformée de Fourier, Densité Spectrale de Puissance : DSP),
  - + Fonctions d'inter et d'autocorrélation.
  - + Filtrage (linéaire, non linéaire) des signaux à temps continu.

### TD1

Etude de différentes modélisations d'un signal, calcul de fonctions d'autocorrélation et de spectres (TF, DSP)

### TD2

Exercices sur le filtrage linéaire et non linéaire.

...qui doivent être implantés en numérique



- Quelles différences ?
- Temps de traitement ? Temps réel ?

## Partie 2 : Signaux et Systèmes à temps discret

### Cours 5 à 7

- Numérisation des signaux : échantillonnage, quantification.
- Numérisation des outils pour la représentation et l'analyse de signaux (Transformée de Fourier Discrète, DSP et fonctions d'inter et d'autocorrélation numériques).
- Définition et implantation de filtres numériques.

### TD3

Etude de l'échantillonnage (impact, échantillonnage non idéal)

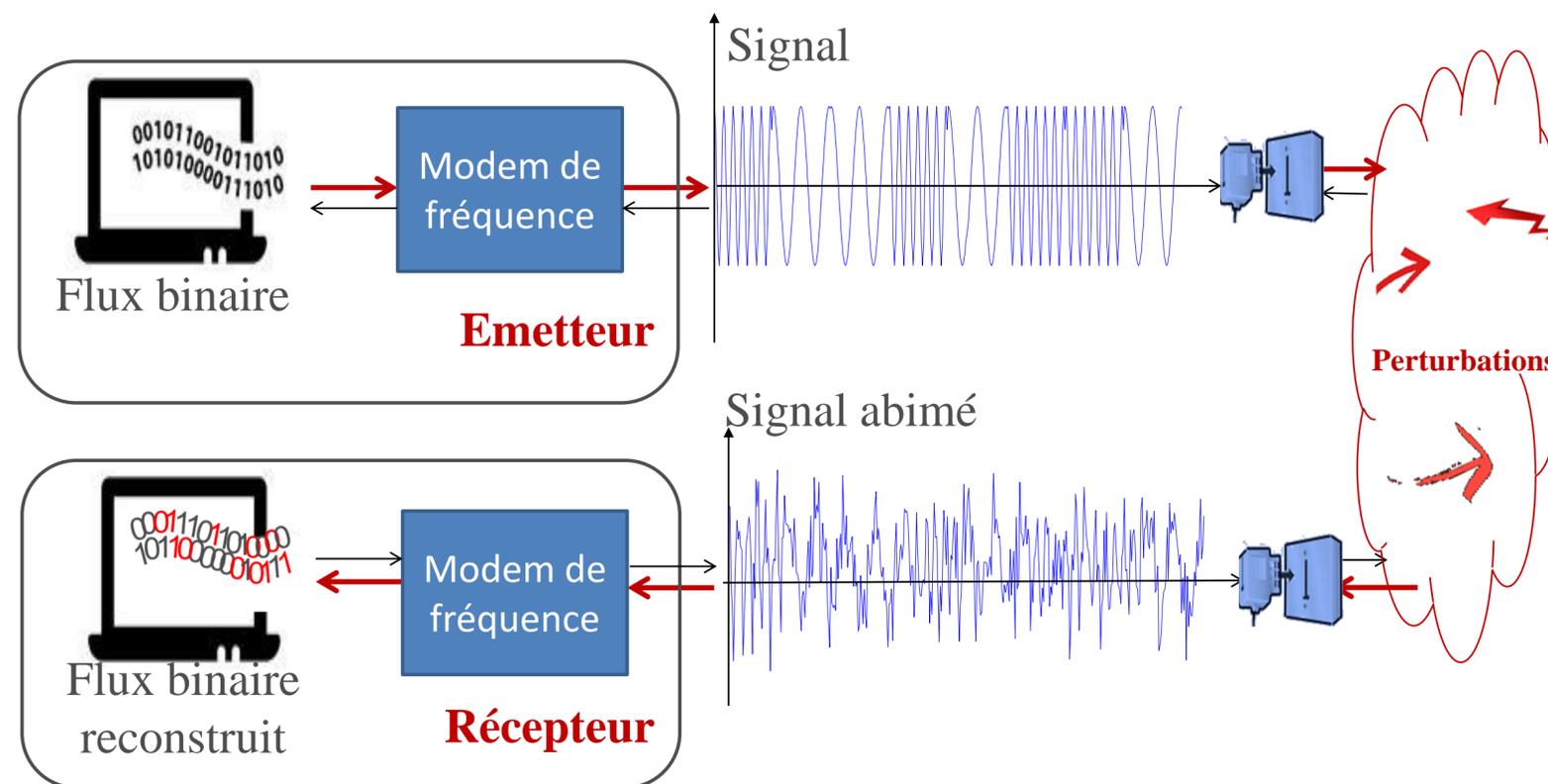
### Mise en pratique (TPs et Projet)

Mise en place d'un modem de fréquence répondant à la recommandation V21 de l'Union Internationale des Télécommunications

# Projet 2022 - 2023

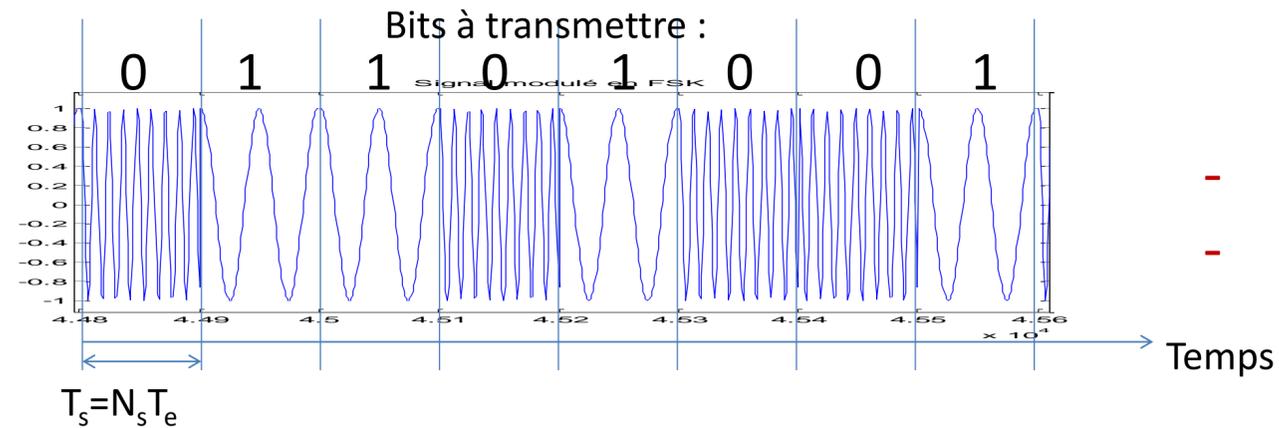
Réalisation d'un **modem** selon la **recommandation V21** de l'ITU (Union Internationale des Télécommunication)

## Modem de fréquence



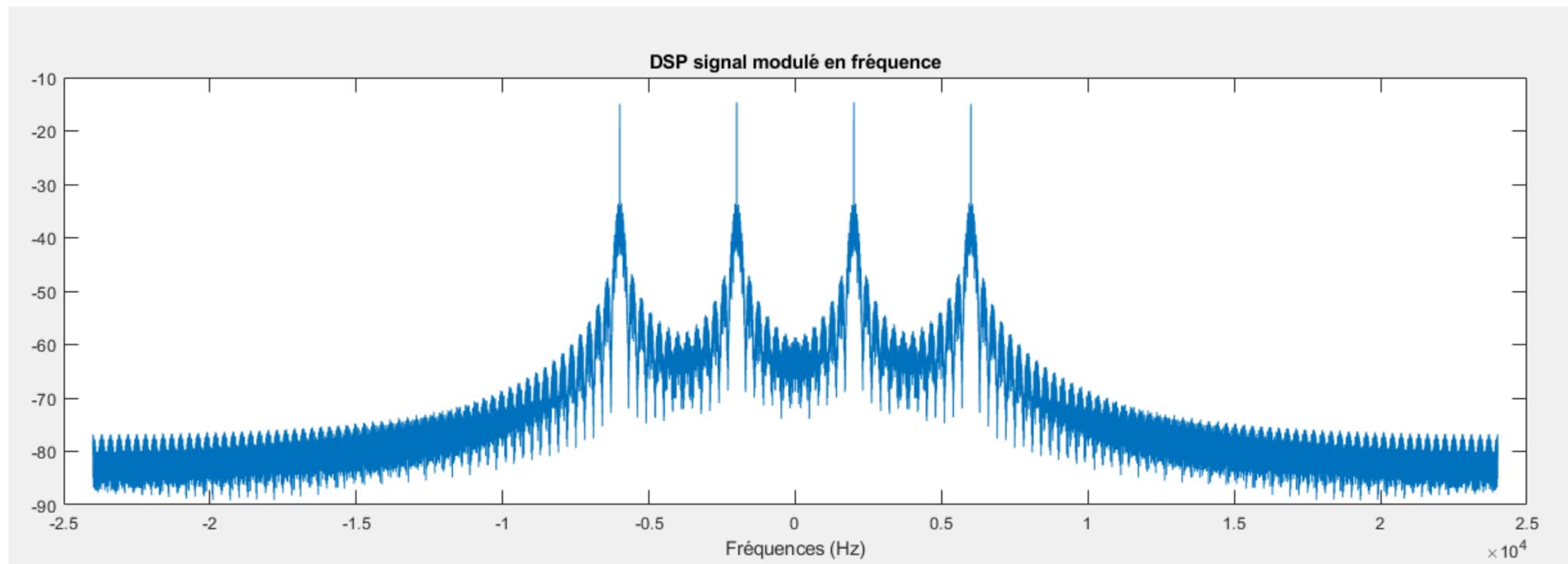
# Projet 2022-2023

## 1- Construction du signal modulé en fréquence



- Génération d'un signal numérique
- Echelle temporelle en secondes

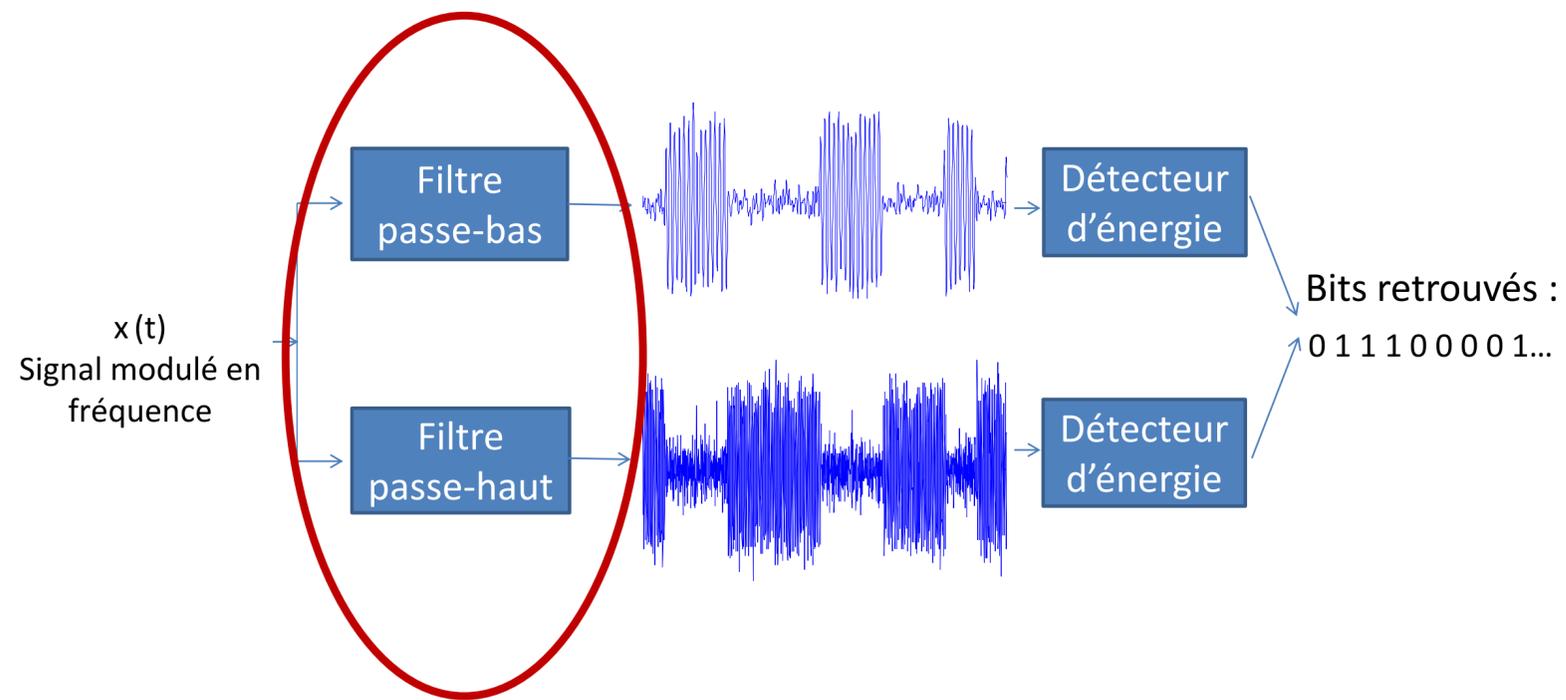
TFD ou DSP



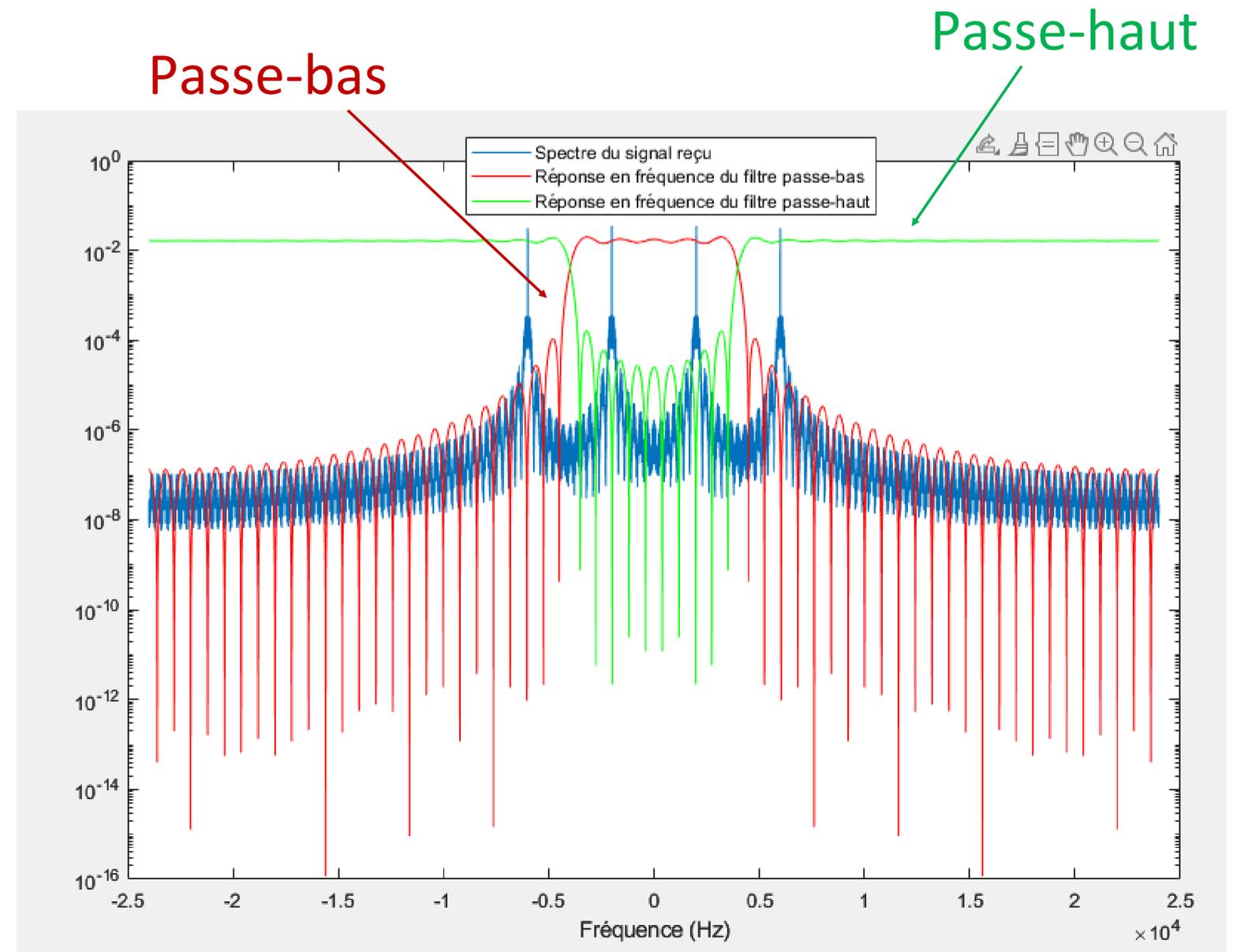
- TFD ou estimation de la DSP
- Echelle fréquentielle en Hz

# Projet 2022-2023

## 2- Démodulation par filtrage

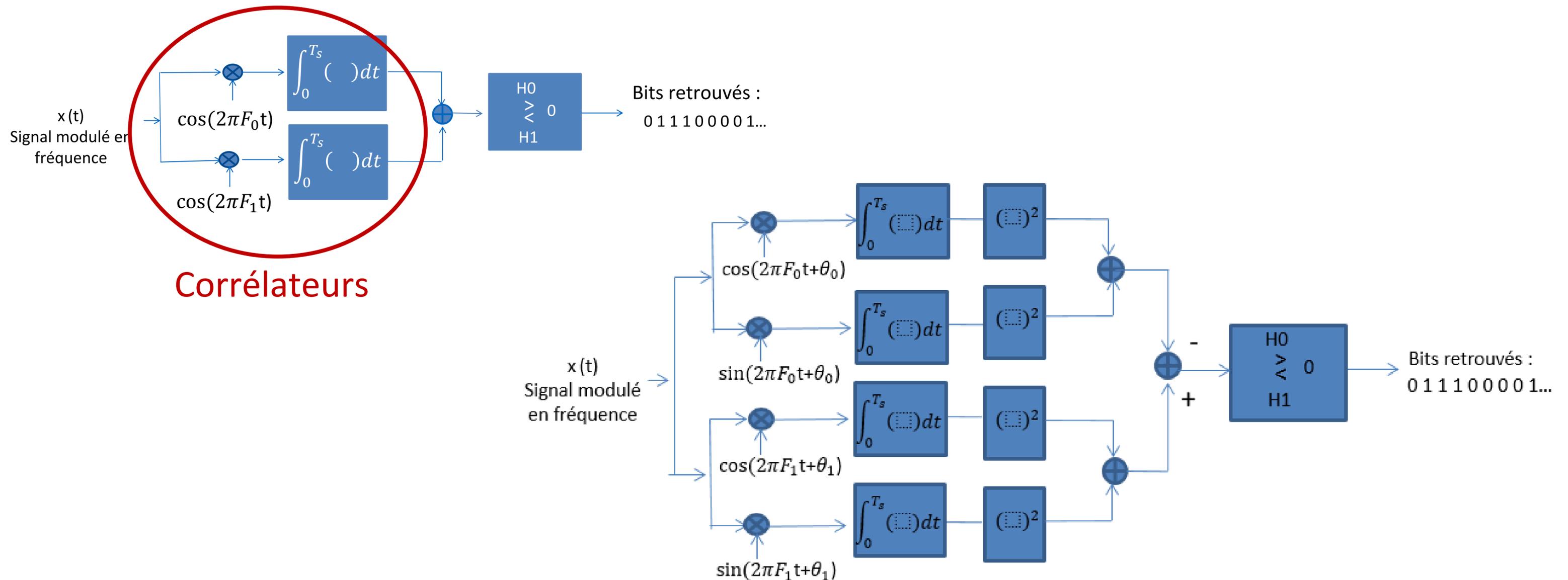


## Synthèse de Filtres Numériques



# Projet 2022-2023

## 3- Démodulateur FSK, rec. V21, sans et avec gestion d'une erreur de synchronisation



- Découverte des images cachées, calcul du TEB -