

Notion de traitement du signal

Traitement du signal

Le traitement du signal est une discipline indispensable de nos jours. Il a pour objet l'élaboration ou l'interprétation des signaux porteurs d'informations.

Son but est donc de réussir à extraire un maximum d'informations utiles sur un **signal** perturbé par du **bruit** en s'appuyant sur les ressources de l'électronique et de l'informatique.

Définition : Signal

Un signal est la représentation physique de l'information, qu'il convoie de sa source à son destinataire.

Microphone :

Info physique : pression acoustique → représentation de l'info : signal électrique proportionnel)

Souris d'ordinateur :

Info physique : déplacement, clic, molette → représentation de l'info : signal électrique impulsionnel)

La description mathématique des signaux est l'objectif de la *théorie du signal*. Elle offre les moyens d'analyser, de concevoir et de caractériser des systèmes de *traitement de l'information*.

Définition : Bruit

Un bruit correspond à tout phénomène perturbateur gênant la transmission ou l'interprétation d'un signal.

Remarque :

Les notions de signal et bruit sont très relatives. Pour un technicien des télécommunications qui écoute un émetteur lointain relayé par un satellite, le signal provenant d'une source astrophysique (soleil, quasar) placée malencontreusement dans la même direction est un bruit. Mais pour l'astronome qui s'intéresse à la source astrophysique, c'est le signal du satellite qui est un bruit.*

** : Astre très brillant situé hors de la galaxie et comparable à une étoile*

Définition : Rapport signal sur bruit

Le rapport signal sur bruit (S/N) mesure la quantité de bruit contenue dans le signal. Il s'exprime par le rapport des puissances du signal (P_S) et du bruit (P_N). Il est souvent donné en décibels (dB).

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{\text{dB}} = 10 \log \frac{P_S}{P_N}$$

Classification des signaux

Classification phénoménologique

On considère la nature de l'évolution du signal en fonction du temps. Il apparaît deux types de signaux :

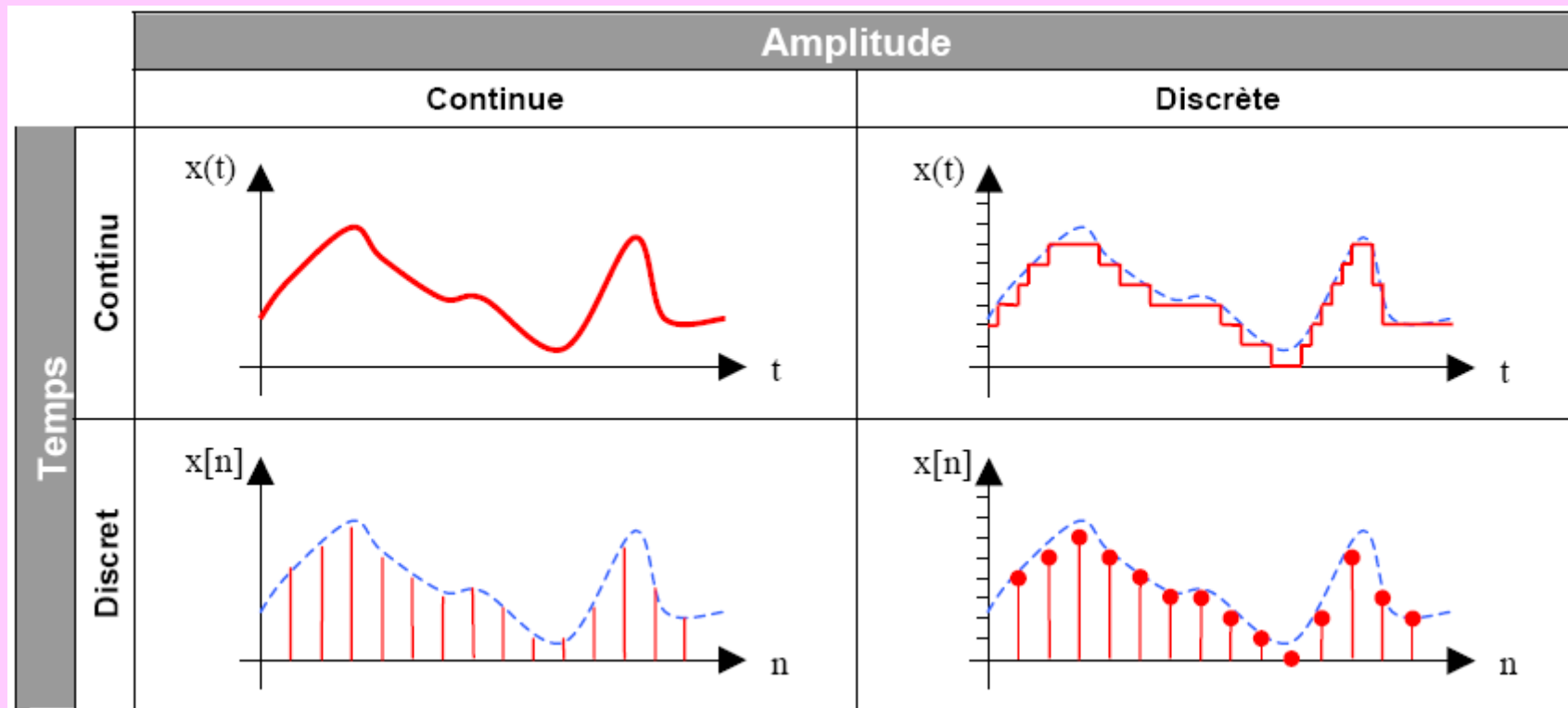
- **Les signaux déterministes** : ou signaux certains, leur évolution en fonction du temps peut être parfaitement modélisée par une fonction mathématique. On retrouve dans cette classe les signaux périodiques, les signaux transitoires, les signaux pseudo-aléatoires, etc...

- **Les signaux aléatoires** : leur comportement temporel est imprévisible. Il faut faire appel à leurs propriétés statistiques pour les décrire. Si leurs propriétés statistiques sont invariantes dans le temps, on dit qu'ils sont stationnaires.

Classification des signaux

Classification morphologique

On distingue les signaux à évolution temporelle continue et des signaux à évolution temporelle discrète ainsi que ceux dont l'amplitude est continue ou discrète.

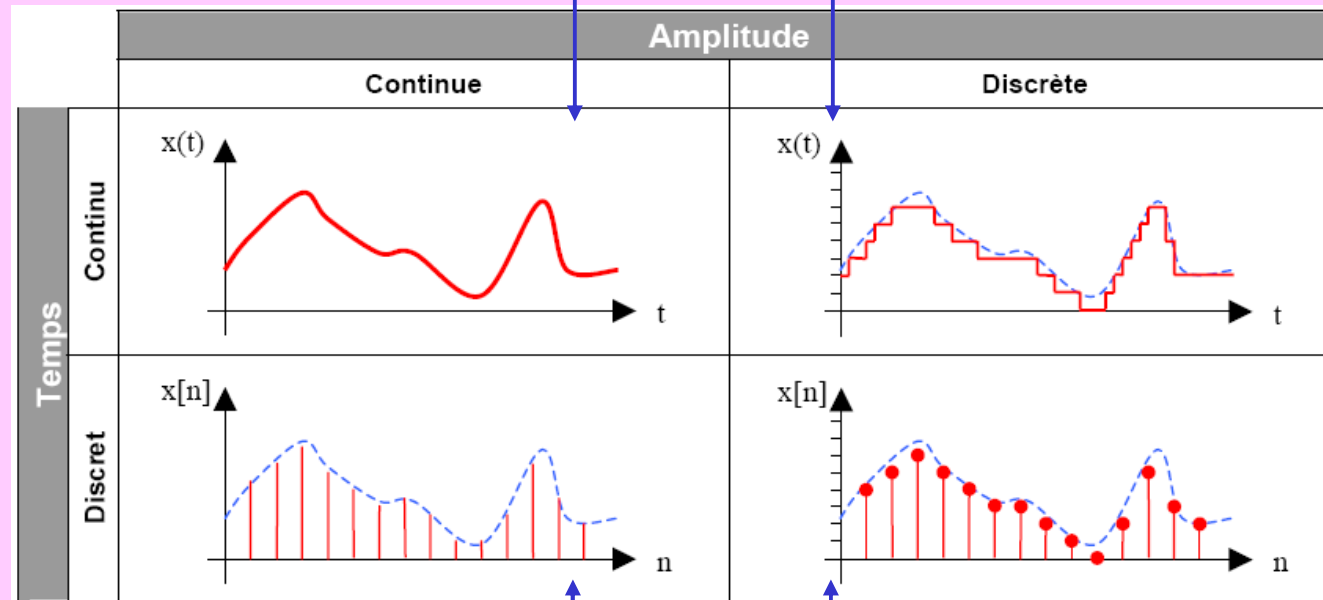


Classification des signaux

On obtient donc 4 classes de signaux :

Les signaux analogiques
dont l'amplitude et le temps
sont continus

Les signaux quantifiés
dont l'amplitude est discrète
et le temps continu



Les signaux échantillonnés
dont l'amplitude est continue et
le temps discret

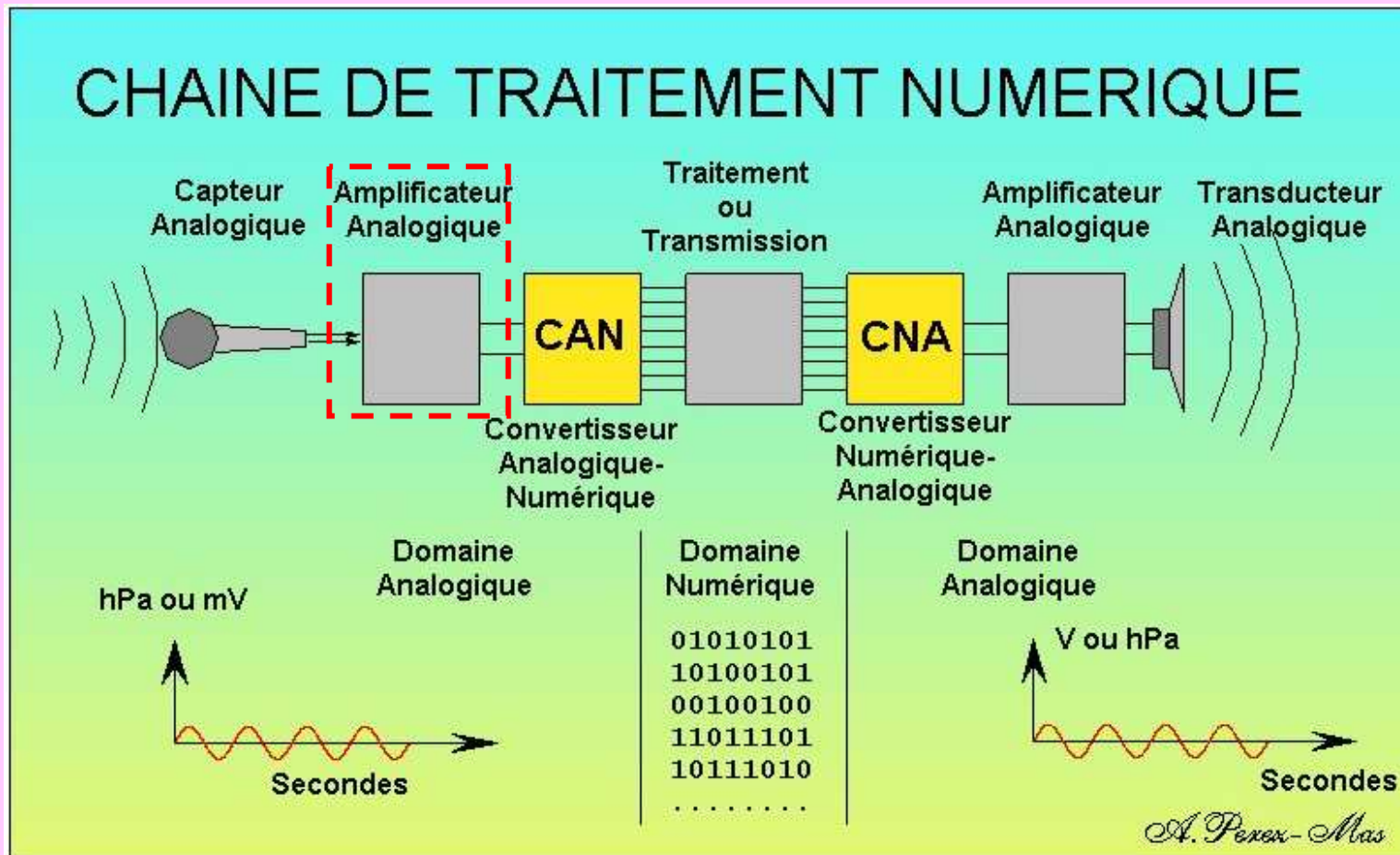
Les signaux numériques
dont l'amplitude et le temps
sont discrets

De nos jours, il faut souvent convertir les signaux analogiques naturels en valeurs numériques et inversement.

Le dispositif le plus général de mise en oeuvre du traitement numérique du signal est ce qu'on appelle une chaîne de traitement du signal

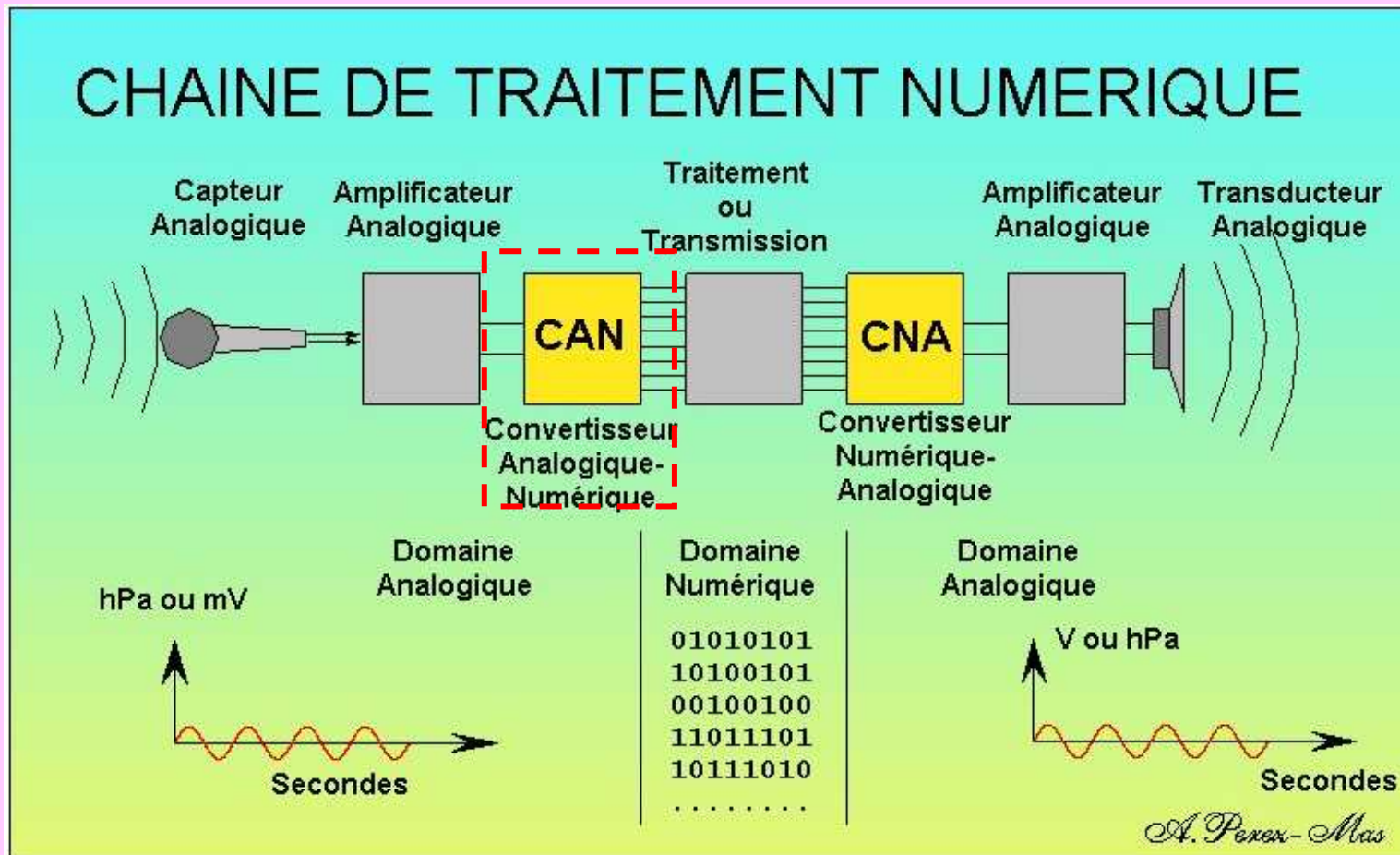
L'exemple choisi dans la diapositive suivante concerne le traitement du son, grandeur purement analogique. Il regroupe tous les composants d'une chaîne de traitement de l'information telle qu'on peut la rencontrer dans l'industrie ou le laboratoire pour le traitement d'autres grandeurs analogiques.

Le signal analogique subit les traitements suivants :



Il est d'abord **amplifié** par un amplificateur analogique

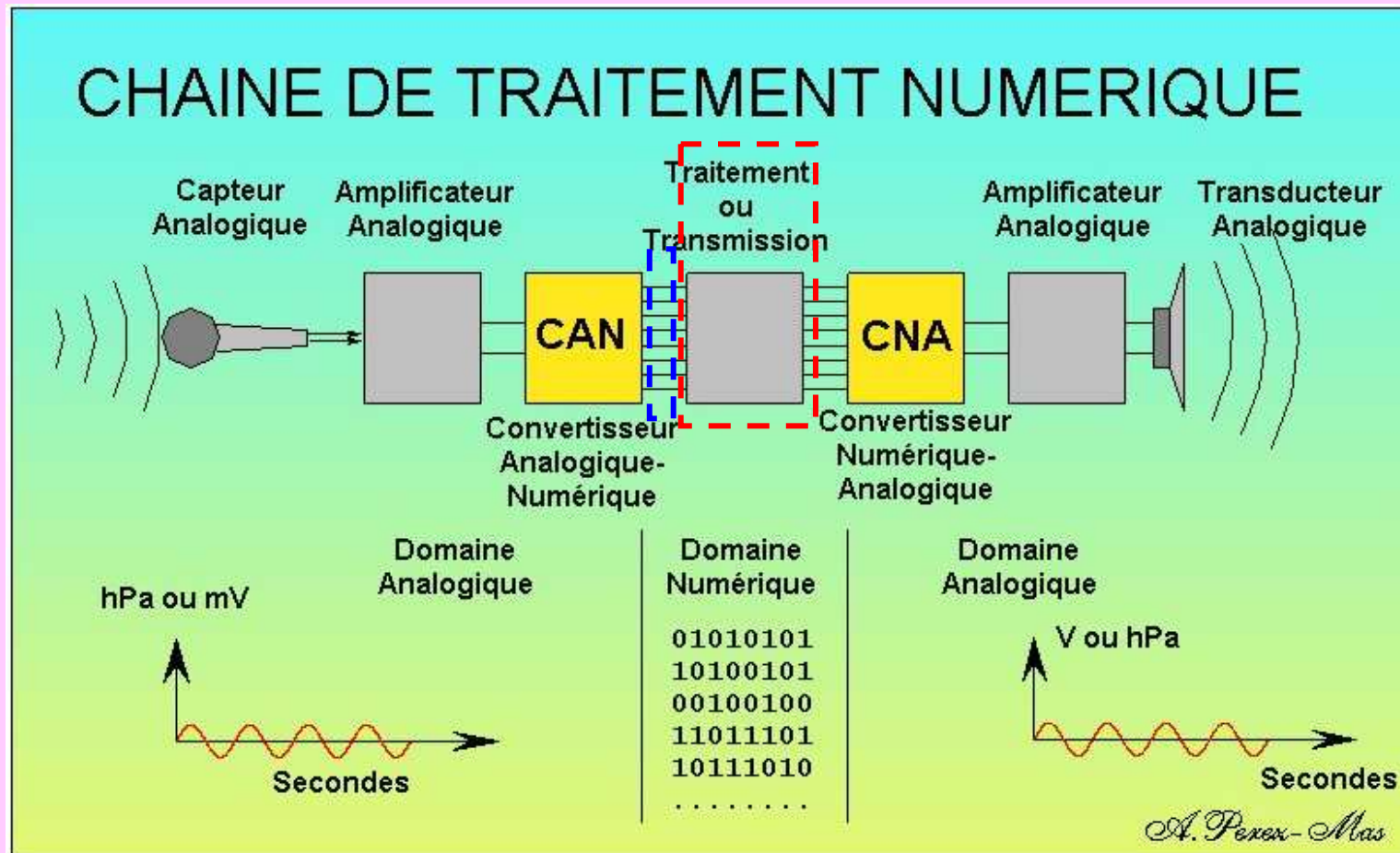
le signal analogique subit les traitements suivants :



Un **CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE** convertit le signal analogique en signal numérique

(le nombre de bits généré est une caractéristique du convertisseur employé).

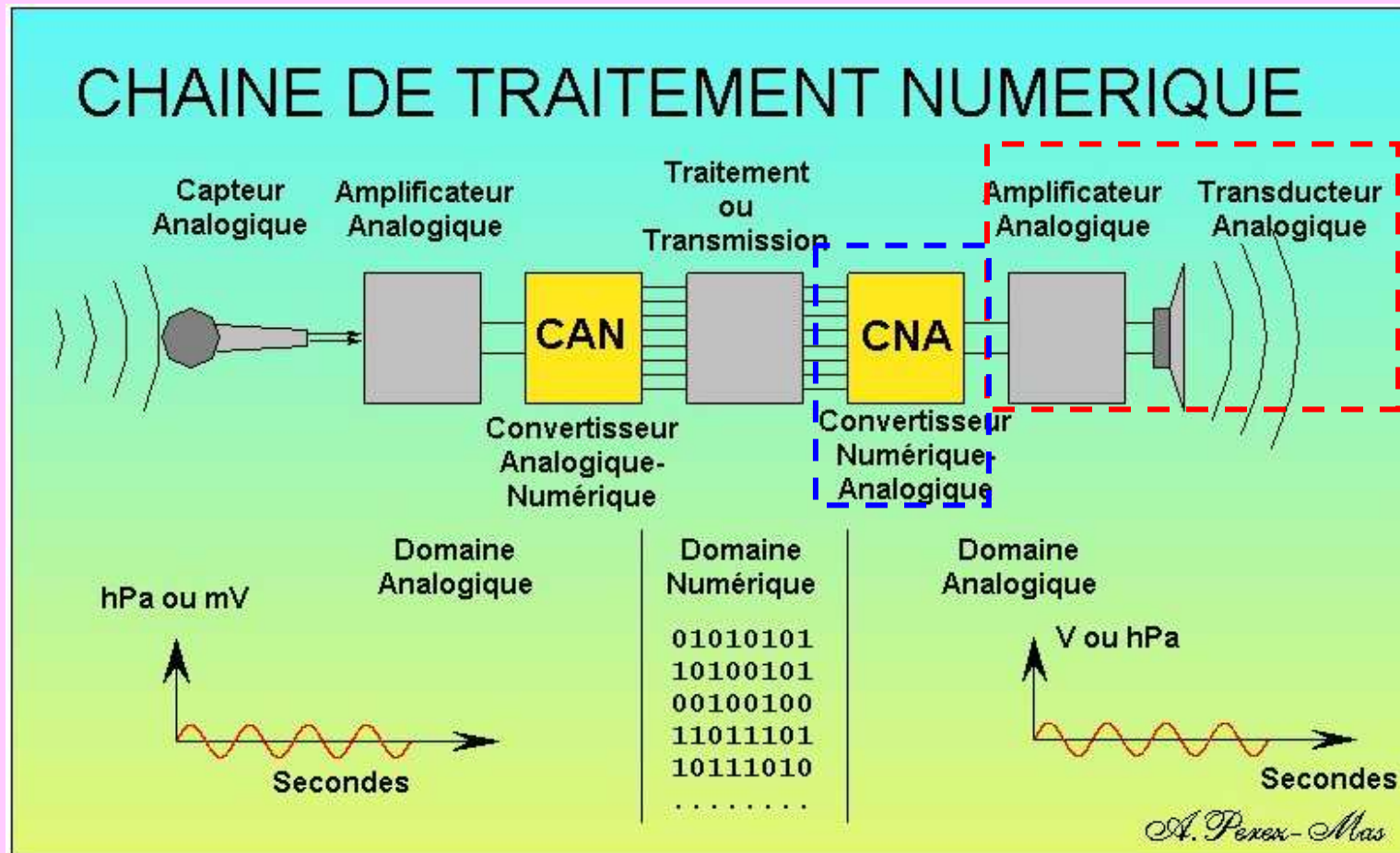
le signal analogique subit les traitements suivants :



Le signal est acheminé par un "bus" qui compte autant de fils que de bits vers l'unité de traitement numérique (ordinateur).

Le traitement peut être une simple mesure de la grandeur (déclenchement d'une alarme en cas de dépassement) jusqu'aux opérations complexes de filtrage et compression des sons.

le signal analogique subit les traitements suivants :



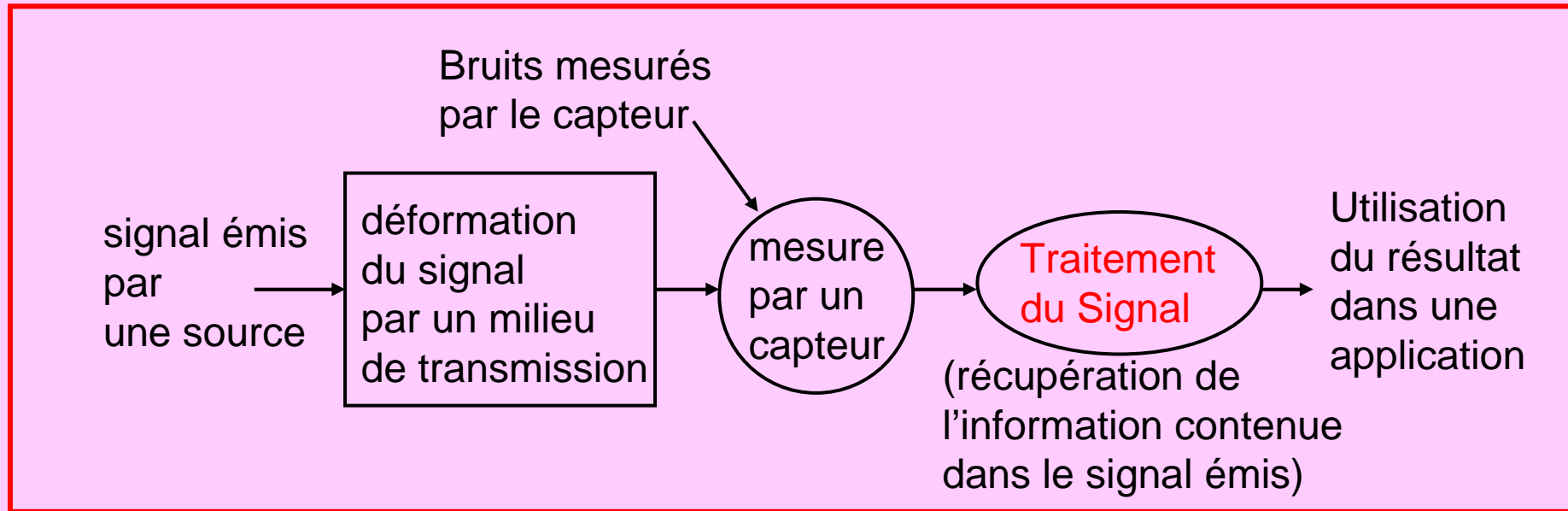
Le traitement numérique a souvent pour but de générer des signaux de sortie pour commander des moteurs en commande analogique, ouvrir des vannes analogiques (progressives), etc..

Dans le cas du son, notre exemple, il doit être reproduit par une chaîne comprenant amplificateur final et haut-parleurs.

Mais ces actionneurs sont tous analogiques et l'ordinateur ne "parle" que numérique.

Pour cela on prévoit en sortie de l'unité de traitement un CONVERTISSEUR NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE qui, comme son nom l'indique transformera le signal multi-bits en signal analogique final.

Schéma typique du Traitement du Signal



Applications (dès qu'on mesure un signal et qu'on veut en extraire des informations pour les utiliser dans une application !):

Télécommunications

Radar, Sonar, géophysique

Signaux Biomédicaux, imagerie médicale

Sons, parole

Images, vidéos

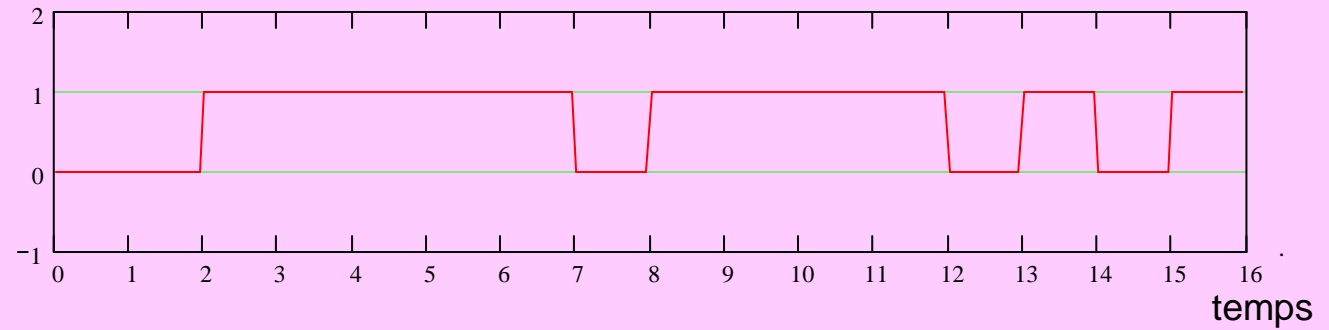
compression mp3, jpeg, mpeg, divx

transmission

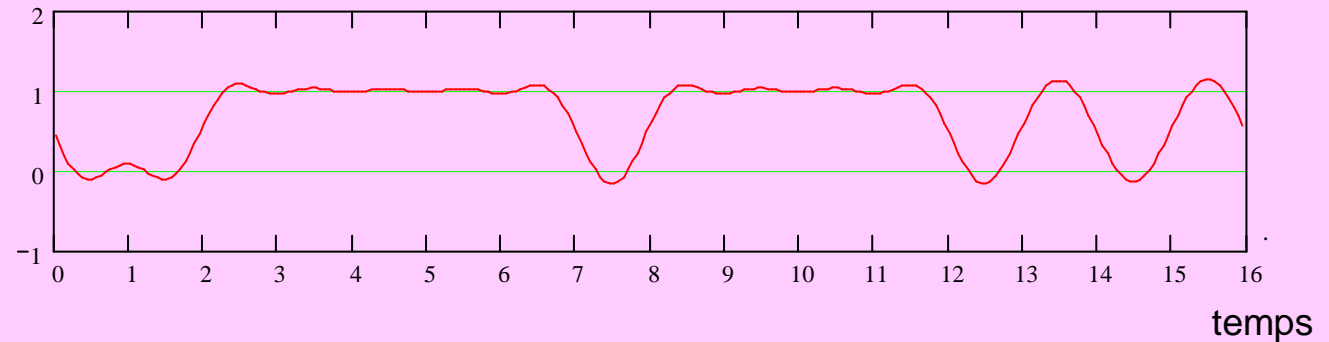
reconnaissance

Exemple en Transmissions Numériques

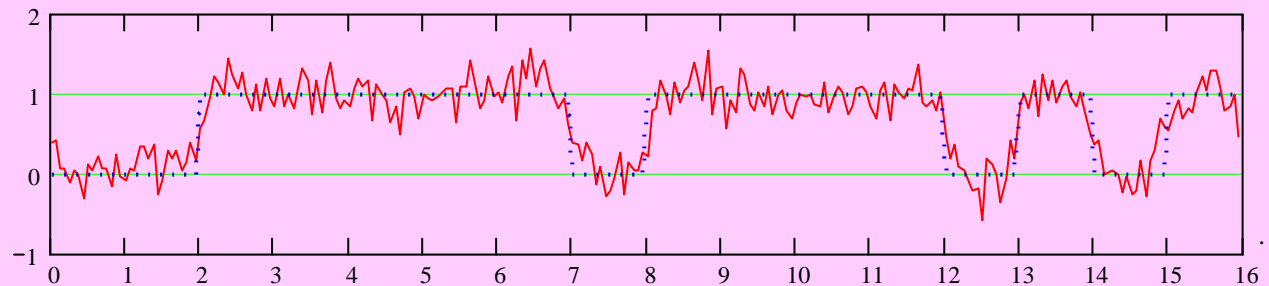
signal émis



signal modifié par le canal de transmission (échos, filtrages, ...)



signal bruité capté



le problème posé :
comment retrouver la séquence binaire contenue dans le signal émis ?

Exemples d'utilisation quotidienne de techniques de traitement du signal

Télécoms
transmissions
Radio
Télévision
Satellites



Codage MP3:



Reconstruction d'images
en tomographie



Compression des
images JPEG MPEG



Compression de la
parole en téléphonie
mobile

Pour tenter de résoudre les problèmes :

des algorithmes (méthodes numériques) très variés,
parfois complexes

mais souvent fondés sur des bases fondamentales

- filtrage linéaire (par exemple lissage)
- analyse en fréquence
(décomposition du signal étudié
en une somme de sinusoides)
- signaux bruités :
notions sur les signaux aléatoires

FIN

Les informations transmises peuvent être réparties en 2 grandes catégories :

- Les données **discrètes** , l'information correspond à un assemblage d'une suite d'élément **indépendant** les uns des autres (c'est une suite **discontinue** de valeurs) et dénombrable (c'est un ensemble fini).
Par exemple : un texte, qui est un ensemble de lettres (ou de symbole) qui forment des mots.

- Les données **continues** ou **analogique** : résultent de la variation continue d'un phénomène physique.
Exemple : le son se propage dans l'air sous forme d'une onde de pression, transmise par le mouvement des molécules.
En gros c'est une déformation de l'air dû à un phénomène physique, nos oreilles, entre autres, vont capter cette vibration, la transmettre à notre cerveau qui lui va traduire ça en son.
Ce signal varie dans le temps, de manière continue (c'est à dire que son intensité, sa fréquence peuvent prendre n'importe quelle valeur) : on dit qu'il est **analogique**

