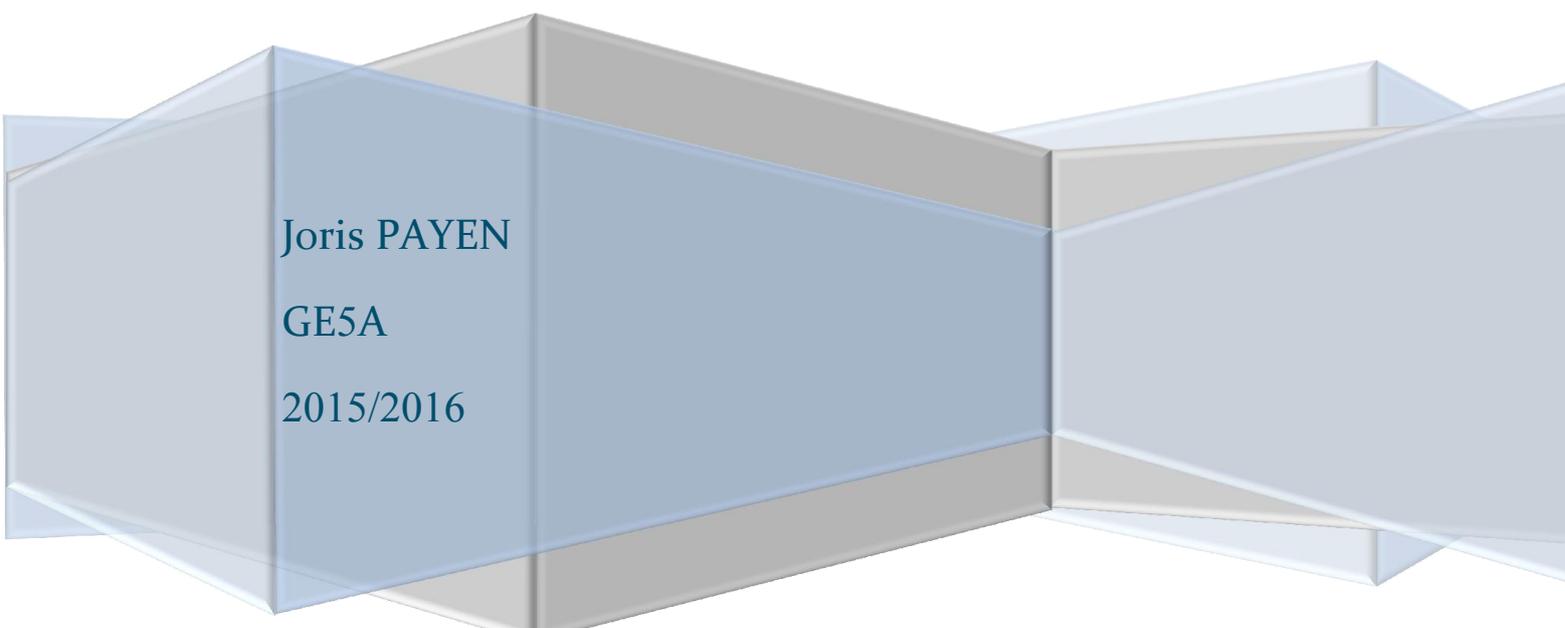


# Chaîne de conversion analogique numérique d'instrumentation

Note d'application



Joris PAYEN

GE5A

2015/2016

## Table des matières

Introduction .....	1
Critère à prendre en compte avant de choisir un convertisseur.....	2
1. Possibilité de paramétrage .....	2
2. La résolution .....	2
3. La pleine échelle .....	2
4. Le quantum .....	3
5. La polarité .....	5
Elaboration d'une chaîne d'acquisition .....	6
1. La conception.....	6
2. La réalisation.....	6
3. La validation.....	7

## Table des figures

Figure 1: Chaîne d'instrumentation .....	1
Figure 2: Caractéristique de transfert idéal.....	3
Figure 3: Quantification linéaire centrée .....	4
Figure 4: CAN bipolaire.....	5

## Introduction

Un signal est une grandeur physique contenant une information. Les phénomènes que nous observons sont quasiment tous continus, c'est-à-dire qu'ils passent d'une valeur à une autre sans discontinuité.

Depuis longtemps le traitement des données était principalement analogique mais depuis plusieurs années le traitement numérique tend à se substituer au traitement analogique.

Le numérique n'est pas constitué comme l'analogique mais de valeurs discrètes, c'est-à-dire que la valeur du signal est connue uniquement à certains instants.

La chaîne d'instrumentation, Figure 1, est constituée de l'ensemble des dispositifs suivants, capteurs, conditionnement ainsi que le convertisseur analogique-numérique.

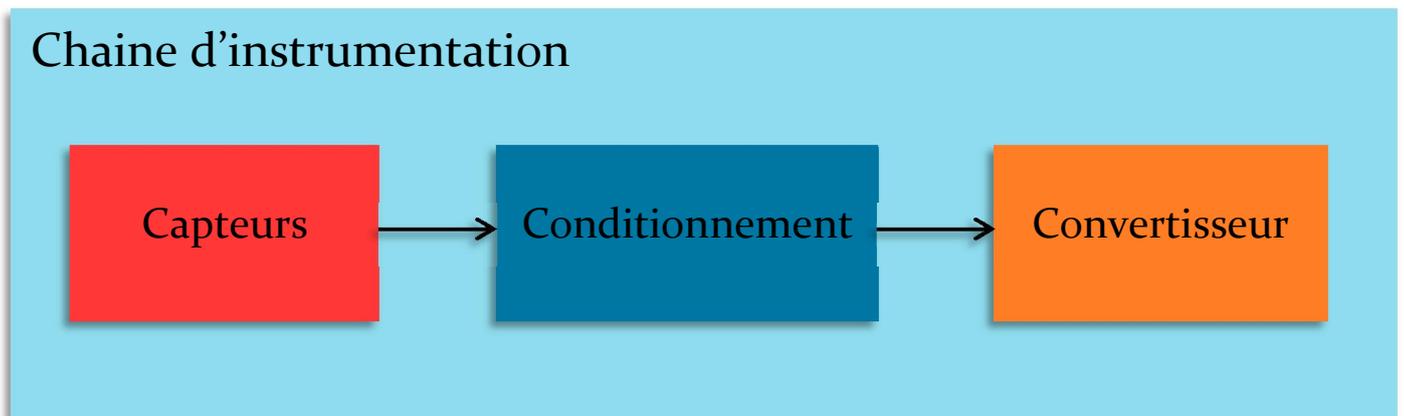


Figure 1: Chaîne d'instrumentation

## Critère à prendre en compte avant de choisir un convertisseur

Pour choisir un convertisseur analogique-numérique, plusieurs caractéristiques sont à prendre en compte telles que :

### 1. Possibilité de paramétrage

Les fonctions de traitement remplies par les interfaces des capteurs et des convertisseurs englobent toute une série d'opérations sur les données : filtrage, calcul des moyennes, des totaux, la mise à l'échelle...

### 2. La résolution

Le pas de quantification et la précision d'un CAN dépendent du nombre de bits de sortie, appelé **résolution**. Pour un CAN à N bits, le nombre d'états possibles en sortie est  $2^N$ , ce qui permet d'exprimer des signaux numériques de 0 à  $2^N-1$  en code binaire naturel.

### 3. La pleine échelle

Un CAN est caractérisé également par la plage de variation acceptable de la tension analogique d'entrée, appelée **pleine échelle** (FS pour *Full Scale* en anglais) et que nous noterons  $V_{PE}$ .

La pleine échelle est divisée en autant de plages d'égale dimension (cas de la quantification uniforme) qu'il y a d'états possibles de la sortie numérique. Chaque plage est associée à un code numérique binaire représentant la tension analogique d'entrée.

## 4. Le quantum

On définit le **quantum**, ou **LSB** (pour *Least Significant Bit*, le bit de poids faible) comme étant la dimension de ces plages. On le note  $q$  et on l'obtient par :

$$q = LSB = \frac{V_{PE}}{2^N}$$

La Figure 2 représente la caractéristique de transfert idéal (sans défaut) en escalier d'un CAN à 3 bits. A noter également dessinée en pointillé la droite de transfert idéale; elle correspond à un CAN de résolution infinie (un tel CAN n'existe pas).

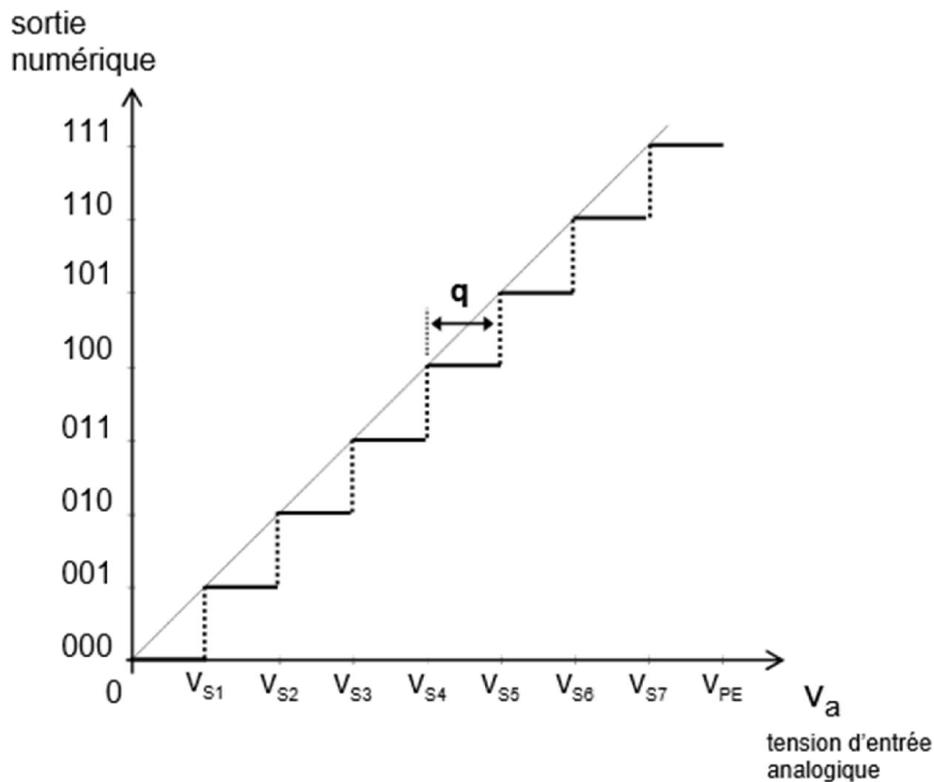


Figure 2: Caractéristique de transfert idéal

Un simple changement de convention, dans la fixation des tensions de seuil, permet de réduire l'erreur de quantification en valeur absolue. Ainsi, on utilisera plutôt la quantification linéaire centrée, voir Figure 3.

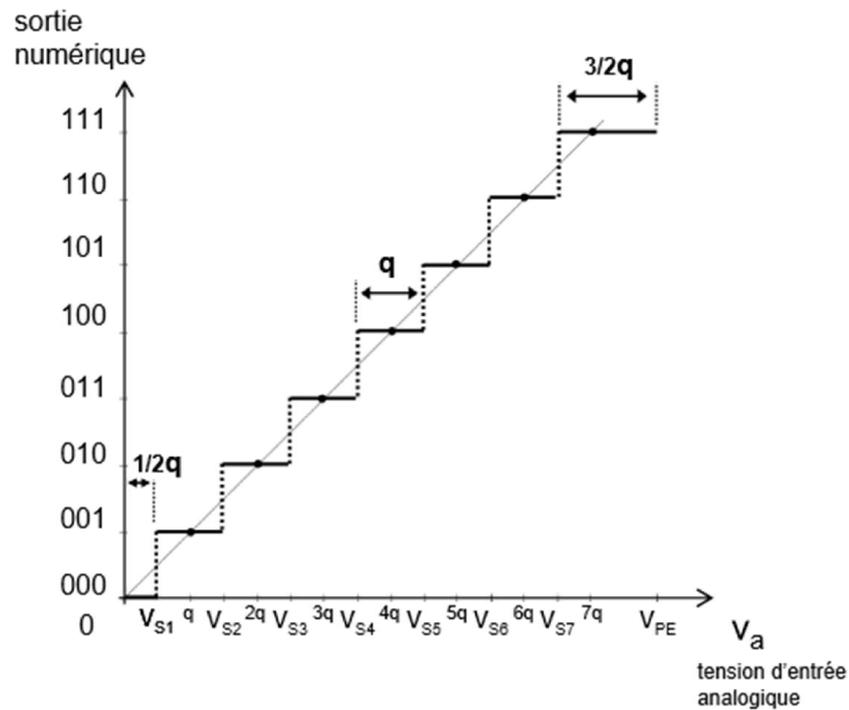


Figure 3: Quantification linéaire centrée

Erreur de quantification (ou de codage): différence entre la valeur du signal échantillonné et la valeur analogique d'entrée correspondant au code de sortie (correspondance donnée par la droite de transfert idéale), l'erreur de codage est exprimée en LSB. Elle est comprise entre 0 et 1 LSB. Ainsi, tous les signaux analogiques compris entre  $V_{S2}$  et  $V_{S3}$ , par exemple, sont représentés par le code binaire 010 (sur la Figure 2).

## 5. La polarité

Les caractéristiques précédentes sont celles de CAN **unipolaires** dont la tension analogique d'entrée est positive. Bien souvent, un même CAN peut être configuré également en mode **bipolaire** de façon à accepter une tension analogique d'entrée négative ou positive (la plage de variation est alors symétrique entre  $-1/2V_{PE}$  et  $+1/2V_{PE}$ ). La Figure 4, présente la caractéristique de transfert correspondante.

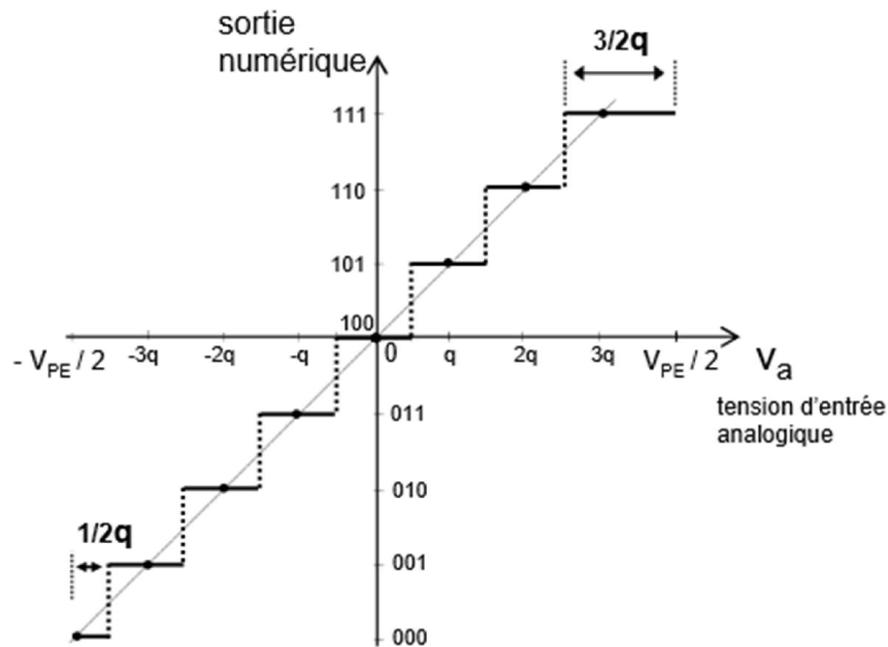


Figure 4: CAN bipolaire

# Elaboration d'une chaîne d'acquisition

## 1. La conception

Avant toute chose, il faut établir le cahier des charges de la chaîne d'instrumentation.

- Quel est l'objet réel de la mesure, quelles grandeurs vont être mesurées.
- Quelle doit être la sensibilité et quel est le degré de précision requis par le système.
- Quelles sont les normes en vigueur.
- Dans quelles conditions d'environnement va fonctionner le système.
- Quelle peut être l'évolution du système à plus ou moins long terme.
- Et quelques considérations ergonomiques qu'il convient de ne pas sous-estimer (esthétique, dimensions, alimentation, accessibilité aux éléments essentiels...).

Il ne faut pas croire qu'il est facile de répondre à ces quelques questions. On est souvent confronté à des problèmes que l'on ne soupçonnait pas au début de l'étude comme la compatibilité électromagnétique.

En ayant défini tous ces points dès le début de projet, il est possible de commencer la réalisation matérielle autant que logicielle de la chaîne d'instrumentation.

## 2. La réalisation

En théorie, une chaîne d'instrumentation fiable devrait être une « boîte noire » où l'on ne devrait pas avoir à intervenir sur le terrain. La réalité en est toute autre.

Il faut essayer de minimiser les branchements à faire sur site à cause des conditions climatiques qui ne sont pas toujours optimales. Simplifier au maximum les manipulations à effectuer.

Ne pas hésiter à regarder ce qui fait dans d'autres domaines pour essayer d'adapter une technologie ou un savoir-faire.

L'humidité est le plus grand ennemi de l'électronique, alors ne pas hésiter à utiliser des sachets déshydratants dans le coffret.

Un autre point important qui peut sembler insignifiant, ne pas oublier d'éliminer les angles vifs et les parties tranchantes des parties métalliques. En effet, le froid rend les mains insensibles et l'on peut se blesser sérieusement sans s'en rendre compte sur le moment. Cela peut également protéger les vêtements.

### 3. La validation

Ecrire un programme de test basé sur le programme « définitif » avec des fréquences d'acquisition des données plus rapides pour s'assurer du bon fonctionnement nominal. Si la fréquence de scrutation n'est pas critique pour le timing du programme, on peut l'augmenter sans problème pour tester les limites du système.

S'il existe des appareils de mesure fiables à disposition, faire des mesures en notant l'heure de façon à pouvoir comparer les données réelles avec les données enregistrées par la chaîne. Ceci permettra de déceler des erreurs de paramétrage ou de programmation.

Garder précieusement les fichiers de test abondamment commentés pour pouvoir débogger plus facilement.