

Chapitre 1 Introduction

I. Introduction a la qualité d'énergie électrique

1. Utilisation croissante de l'électronique de puissance

Le développement massif des **équipements informatiques** et de l'**électronique de puissance** constitue aujourd'hui la principale cause de la dégradation de la qualité de l'énergie électrique.

Bien que certains équipements classiques comme les **moteurs asynchrones** et les **transformateurs** participent à la distorsion de la tension, les **charges non linéaires** sont les principales responsables.

Ces équipements (redresseurs, variateurs de vitesse, alimentations à découpage, onduleurs) absorbent des **courants déformés** qui, en traversant l'impédance du réseau, provoquent une **distorsion de la tension**. Le signal résultant n'est alors plus purement sinusoïdal.

2. Notion de charges déformantes

Les **charges déformantes**, appelées également **charges non linéaires**, sont très répandues dans les installations modernes, aussi bien industrielles que tertiaires.

Variateurs de vitesse (figure 1.2), redresseurs dans le domaine industriel, alimentations à découpage dans les ordinateurs et les onduleurs de tension (figure 1.3) pour le domaine tertiaire.

Elles génèrent des **courants harmoniques** qui déforment les grandeurs électriques du réseau.

Lorsque les signaux électriques ne sont plus sinusoïdaux, on parle de **signaux déformés**, caractérisés par la présence de composantes harmoniques superposées à la composante fondamentale.

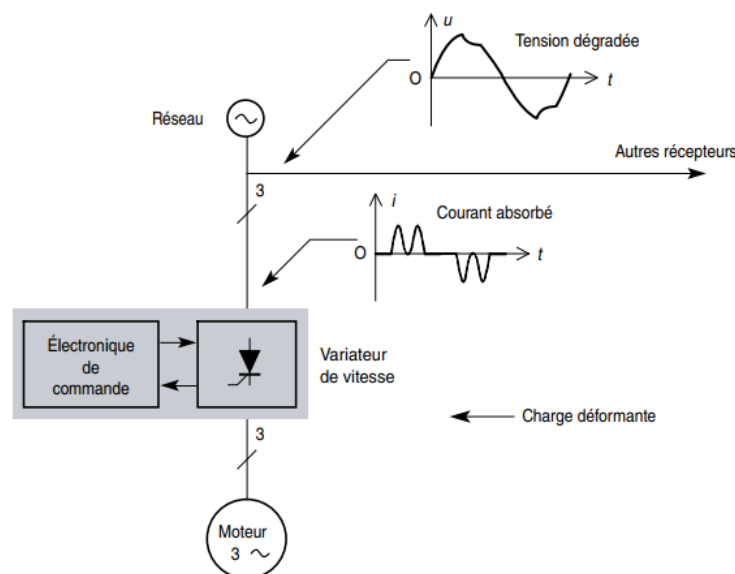


Figure 1.2 – Moteur asynchrone équipé de son variateur de vitesse.

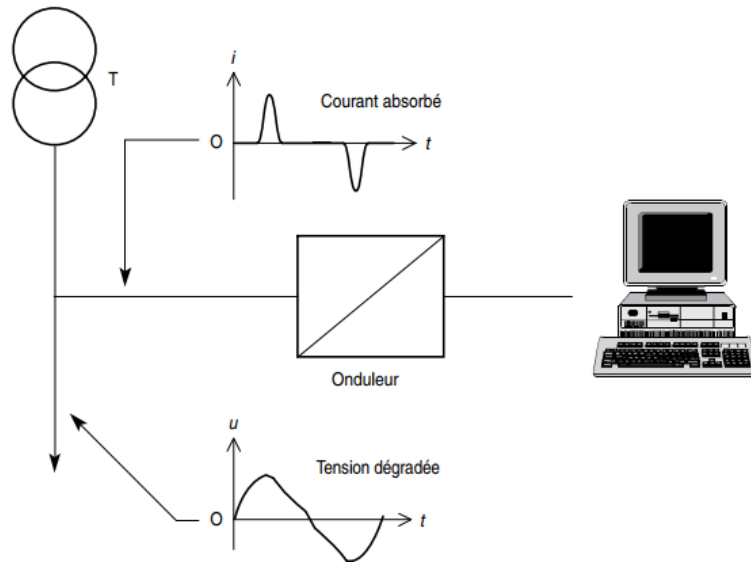


Figure 1.3 – Onduleur de tension pour micro-ordinateur.

Note

Il est nécessaire de préciser que lorsque les grandeurs électriques des équipements industriels s'éloignent de l'allure sinusoïdale pure, on obtient des « **signaux déformés** » (figure 1.4).

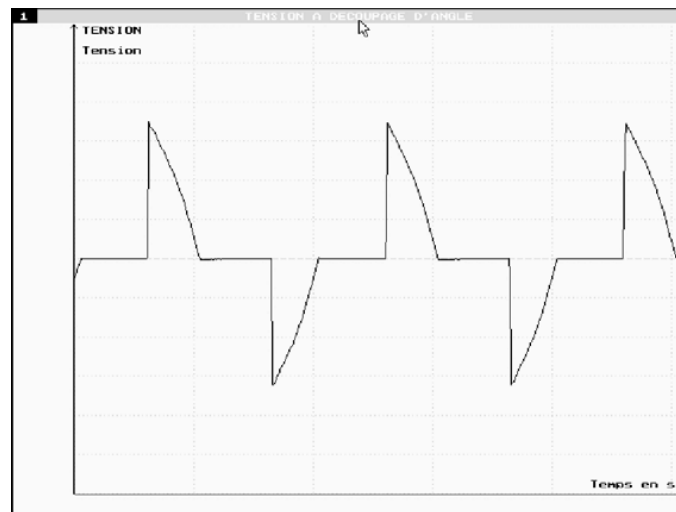


Figure 1.4 – Exemple de signal déformé issu d'un gradateur

3. Démystification des harmoniques

Un signal déformé peut être considéré comme la **somme** :

- d'un **signal fondamental** à 50 Hz,
- et de plusieurs **harmoniques**, dont les fréquences sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale.

Dans les réseaux électriques, on distingue : **Figure 1.5**

- les **harmoniques pairs** (2, 4, 6...), généralement s'annulent à cause de la **symétrie** du signal,
- les **harmoniques impairs** (3, 5, 7...), qui sont les plus courants dans les réseaux industriels.

En pratique, l'analyse se limite le plus souvent aux **harmoniques significatifs jusqu'au rang 13**, bien que les appareils de mesure modernes puissent aller au-delà.

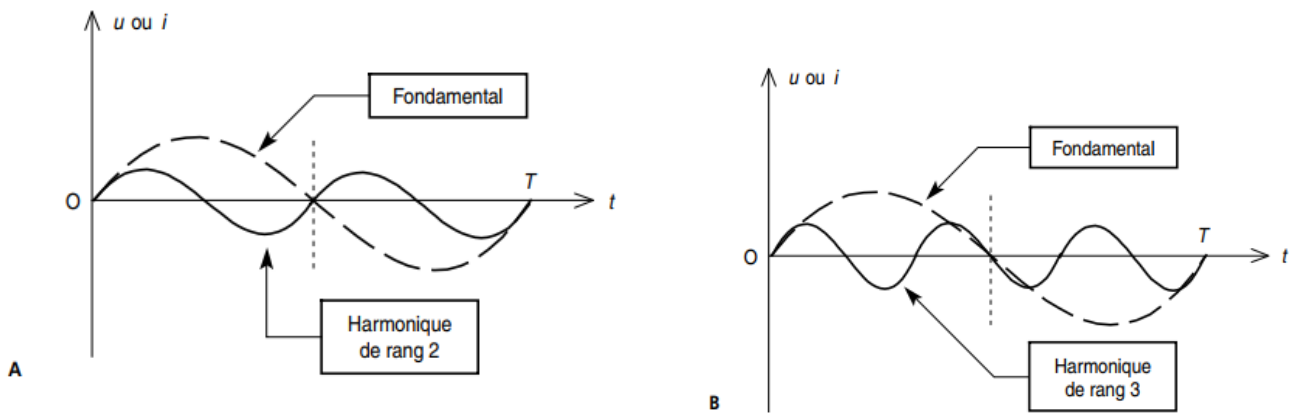


Figure 1.5

A) Signal fondamental et son harmonique de rang 2. L'harmonique de rang 2 a une fréquence de $50 \text{ Hz} \times 2 = 100 \text{ Hz}$.

B) Signal fondamental et son harmonique de rang 3. L'harmonique de rang 3 a une fréquence de $50 \text{ Hz} \times 3 = 150 \text{ Hz}$.

Dans la somme harmonique évoquée précédemment, et qui correspond au courant déformé appelé par le récepteur (exemple figure 1.6), on trouve :

- une sinusoïde fondamentale à 50 Hz (sur le réseau SONEGAS),
- des composantes sinusoïdales possédant une fréquence multiple de la composante fondamentale, appelées harmoniques.

Ainsi, une onde périodique de forme quelconque peut se décomposer en une somme d'ondes sinusoïdales élémentaires de fréquences multiples de la fréquence fondamentale (figure 1.7).

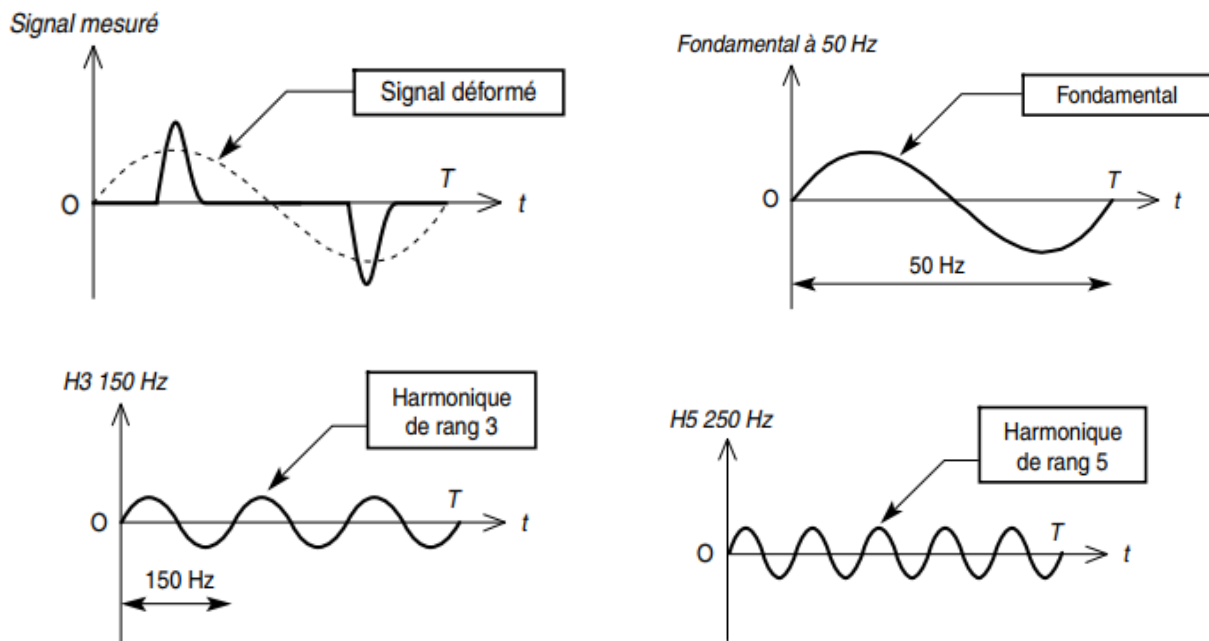


Figure 1.7 – Décomposition harmonique d'un signal déformé.

On peut considérer, de manière simple, que la somme des harmoniques plus le fondamental constituent le signal déformé (figure 1.8).

L'exemple de (figure 1.8) ne fait apparaître seulement que (02) harmoniques : **le rang 3** et **le rang 5**.

En réalité, le signal déformé est composé d'un bon nombre d'harmoniques.

En pratique, l'analyse porte généralement jusqu'au rang 40 ou 50 selon les normes et les équipements de mesure.

- jusqu'au rang 25 en BT
- jusqu'au rang 40 ou 50 selon la norme IEC 61000-4-7
- parfois jusqu'au rang 63

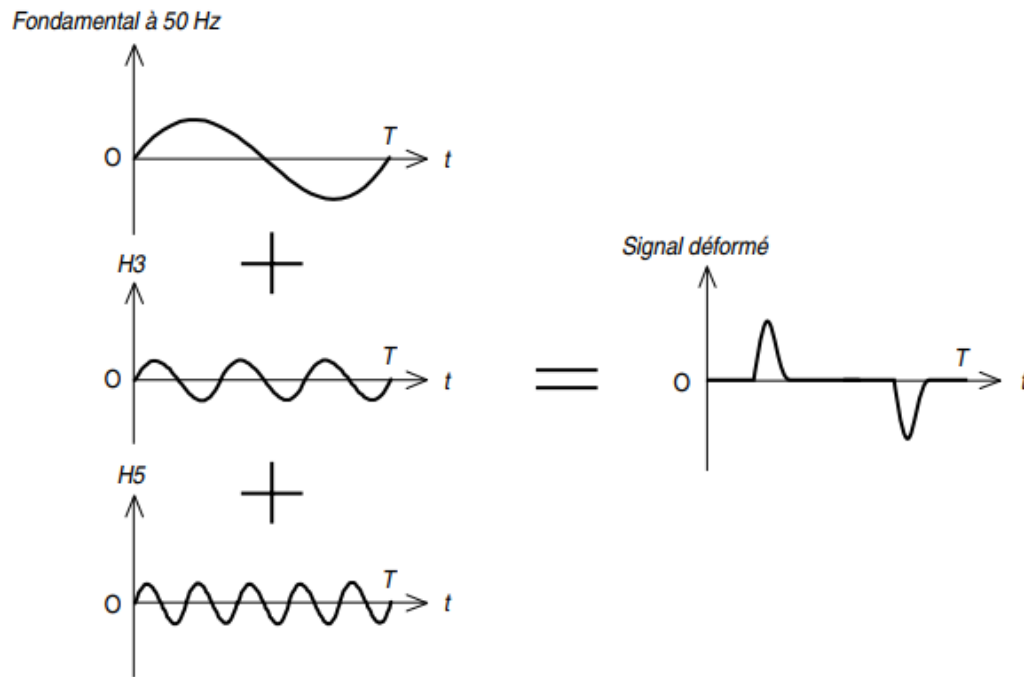


Figure 1.8 – Un signal déformé : somme de sinusoïdes de fréquences et d’amplitudes multiples.

les **effets instantanés**:

- ✓ augmentation des pertes par effet Joule,
- ✓ déclenchements intempestifs des disjoncteurs et des relais,
- ✓ perturbations des systèmes de régulation et des équipements informatiques.

les **effets à long terme**:

- ✓ échauffements des conducteurs et des condensateurs,
- ✓ vieillissement prématuré des équipements,
- ✓ pertes supplémentaires dans les machines électriques et les transformateurs.