

NOM:

CLASSE:

PRÉNOM:

*Pollution harmonique*

&

*compatibilité électromagnétique*

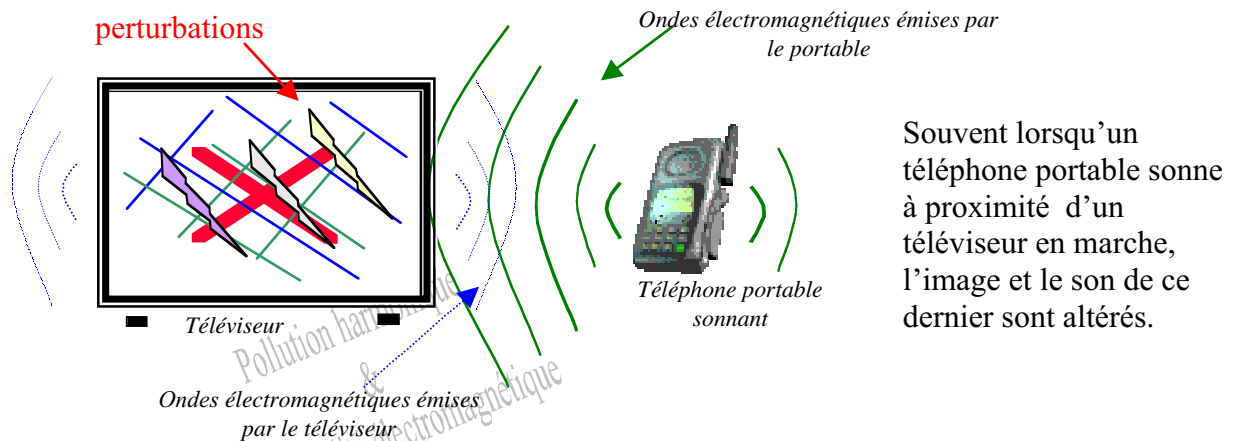
**DOSSIER PROFESSEUR**

*Pollution harmonique  
&  
compatibilité électromagnétique*

**B.E.P. METIERS DE L'ELECTROTECHNIQUE**

**LACROIX Walter & MARTY Patrick**

Voici un phénomène que vous avez dû tous remarquer :



Souvent lorsqu'un téléphone portable sonne à proximité d'un téléviseur en marche, l'image et le son de ce dernier sont altérés.

Ce phénomène a pour nom la **POLLUTION ELECTROMAGNETIQUE**.

### 1°) LA COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE :

**!** C'est l'aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques de nature à créer des troubles graves dans le fonctionnement des appareils ou des systèmes situés dans son environnement.

Dans notre exemple :

Le téléphone fonctionne de façon satisfaisante dans son environnement électromagnétique (ondes émises par le téléviseur), mais il produit des perturbations électromagnétiques (ondes) qui créent des troubles graves dans le fonctionnement du téléviseur situé dans son proche environnement.

Ces deux appareils ont une mauvaise compatibilité électromagnétique.

### 2°) LES APPAREILS:

**!** Les appareils sont tous les appareils électriques et électroniques ainsi que les équipements et les systèmes qui contiennent des composants électriques et/ou électroniques.

Dans notre exemple : les appareils sont le téléphone portable et le téléviseur.

### 3°) LES PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES :

**!** Elles sont : tout phénomène électromagnétique, notamment un bruit électromagnétique, un signal non désiré ou une modification du milieu de propagation lui-même, susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système.

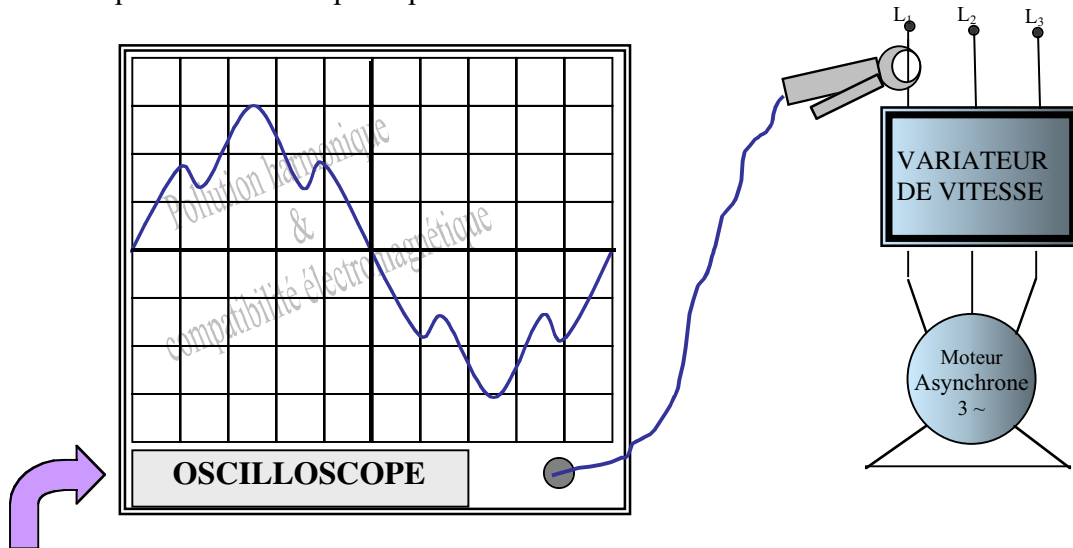
Dans notre exemple :

les ondes électromagnétiques provenant du téléphone portable deviennent des perturbations électromagnétiques pour le téléviseur puisqu'il a des troubles de fonctionnement.

**Remarque :** les principaux phénomènes perturbateurs sont les harmoniques, les fluctuations de tension, les déséquilibres de tension triphasée, les champs électromagnétiques, les décharges électrostatiques.

1°) EXEMPLE :

On relève à l'oscilloscope le courant circulant dans une phase reliée à un variateur de vitesse comme l'indique le schéma de principe. On obtient le résultat suivant.



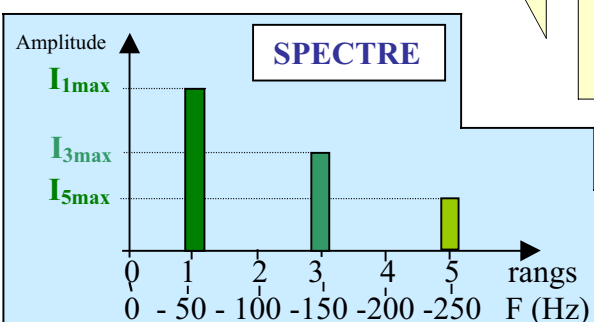
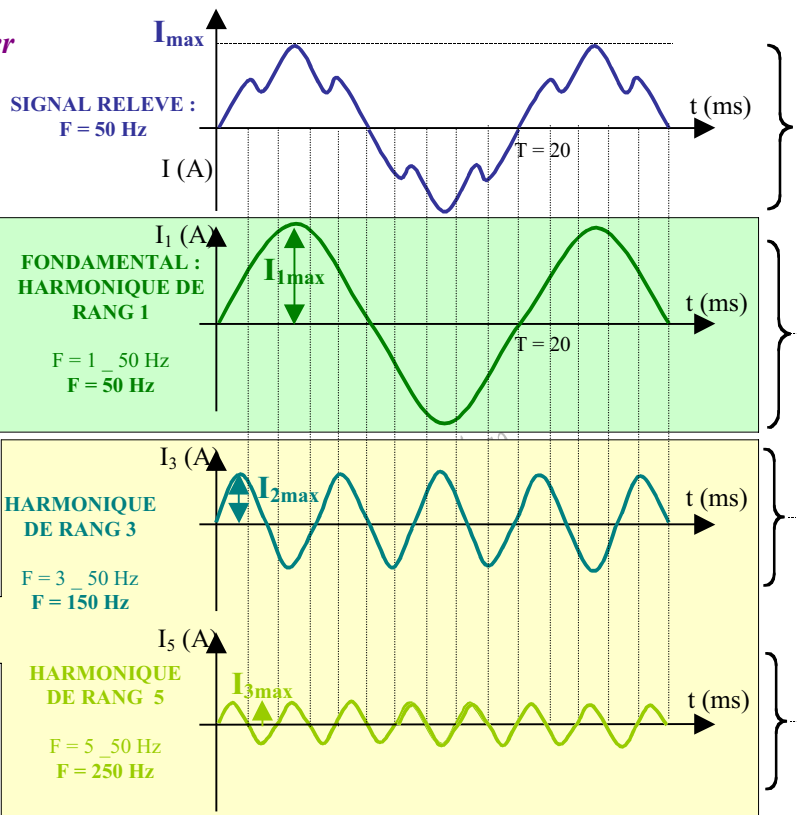
2°) ETUDE :

*Un signal périodique peut se décomposer en une grandeur continue (si le signal n'est pas alternatif) plus une somme de grandeurs sinusoïdales de fréquences multiples de celle du signal.*



*La sinusoïde de fréquence identique à celle du signal est appelée le **FONDAMENTAL**.*

*Les sinusoïdes de fréquence multiple à celle du signal sont appelées les **HARMONIQUES**.*



*Le **SPECTRE** du signal est un diagramme donnant l'amplitude de chaque harmonique en fonction de son rang.*

3°) LES EFFETS DES HARMONIQUES:

Principaux générateurs d'harmoniques: ce sont les démarreurs électroniques, les variateurs de vitesse et convertisseurs de fréquence, onduleurs, alimentations à découpage, lampes à décharge, ordinateurs, téléviseurs, etc ...

Effets instantanés : ils créent des perturbations dans le fonctionnement des appareils de protection et de commutation.

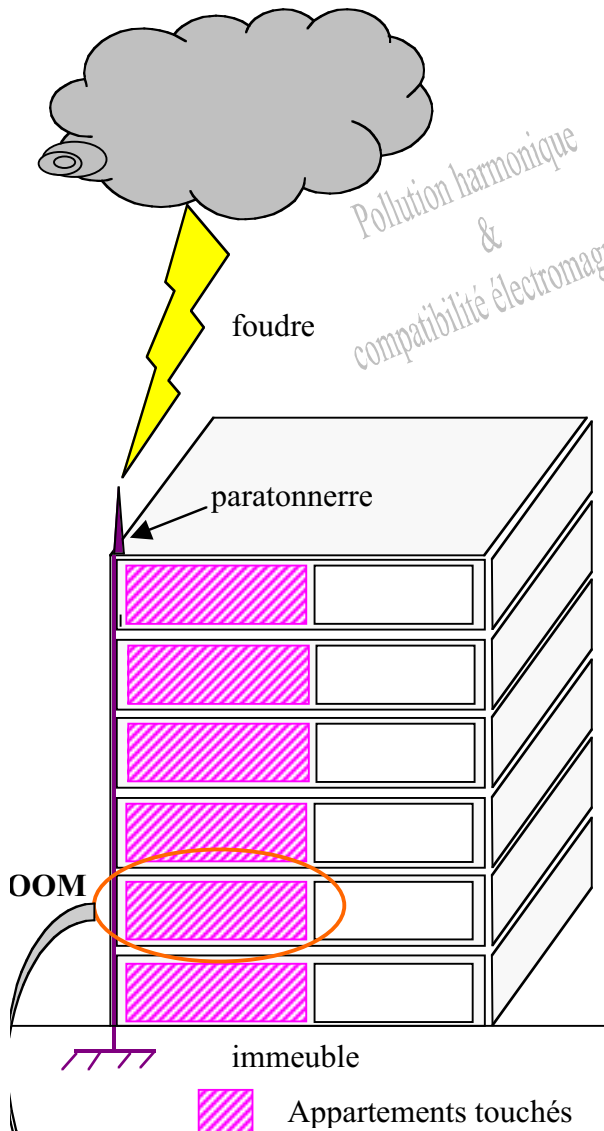
Effets à moyen et long terme: ils engendrent l'échauffement des matériels électriques, et causent un vieillissement prématuré de ceux-ci.

MATERIEL ELECTRIQUE	EFFETS DE LA POLLUTION HARMONIQUE
Machines tournantes (moteurs triphasés, alternateur)	<i>Echauffements supplémentaires. Couples oscillatoires qui provoquent des vibrations et du bruit.</i>
Transformateurs	<i>Echauffements supplémentaires. Pertes dans le fer. Risque de saturation.</i>
Câbles	<i>Augmentation des pertes surtout dans le câble de neutre où s'ajoutent les harmoniques de rang 3.</i>
Electronique de puissance	<i>Troubles de fonctionnement.</i>
Condensateurs	<i>Vieillessement prématuré.</i>
Dispositifs de protection (fusibles, disjoncteurs)	<i>Déclenchement intempestif.</i>
Compteurs d'énergie	<i>Erreurs de mesure.</i>
Téléviseurs	<i>Déformation de l'image et du son.</i>
Lampes à décharge	<i>Risque de vieillissement prématuré.</i>

Normalisation : Lors du dimensionnement de câbles électriques la norme NFC15-100 précise (chap524.3) : « Lorsque les appareils alimentés produisent des courants harmoniques importants, la section du conducteur neutre ne doit pas être inférieure à celle des conducteurs de phase, même si les puissances des appareils alimentés sont également réparties sur les différentes phases. Ce cas se rencontre notamment si les appareils alimentés comportent des lampes à décharge... »

## LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES :

### 1°) EXEMPLE : COUP DE Foudre



#### 1-1) mise en situation :

La foudre s'abat sur le paratonnerre d'un immeuble et les habitants de certains appartements constatent qu'une partie de leurs appareils électriques sont détériorés (téléviseurs, ordinateurs, magnétoscopes) mais tous les appartements ne sont pas concernés.

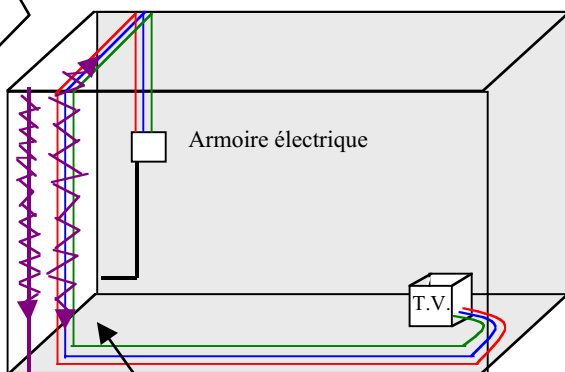
#### 1-2) Explications :

*La foudre en tombant sur le paratonnerre va créer un courant impulsif de forte intensité (plusieurs milliers d'ampères en quelques dixièmes de secondes), qui se propage de la pointe du paratonnerre jusqu'à la terre.*

*Le fort courant impulsif va générer un champ électromagnétique au tour du câble du paratonnerre, qui va être récupéré sous forme de tension induite perturbatrice par les câbles de l'installation électrique de l'immeuble situés à proximité du câble du paratonnerre.*

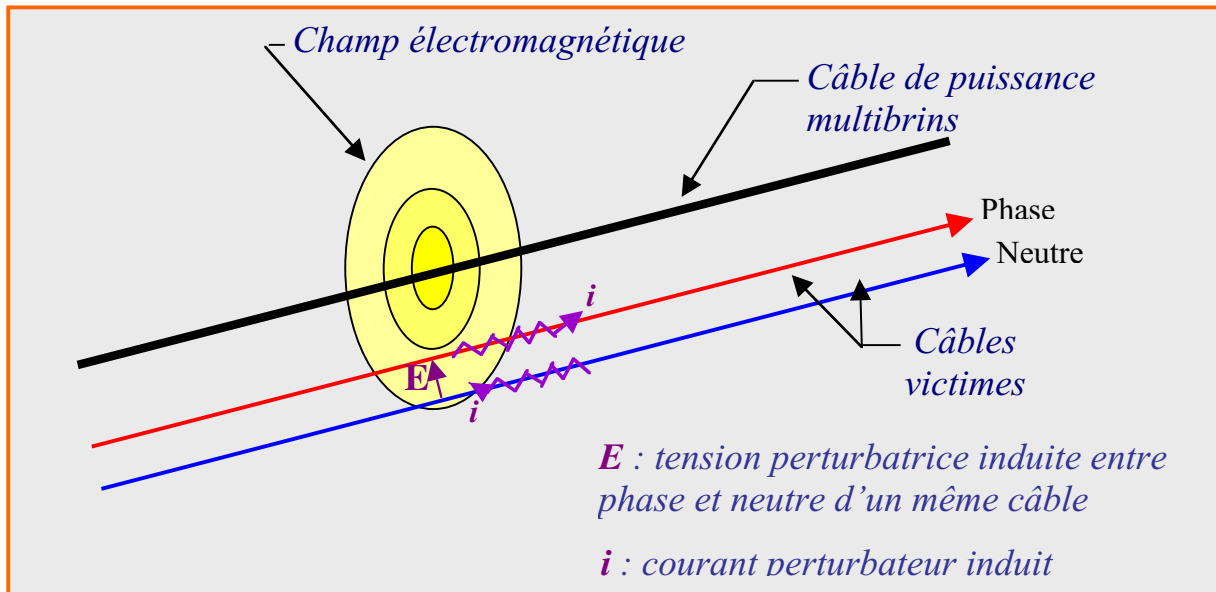
*C'est ainsi que certains appareils électriques installés dans l'immeuble seront détériorés.*

*Les appartements non concernés seront les appartements dont le réseau électrique ne passe pas à proximité du câble du paratonnerre.*



*Propagation de la tension induite qui va détruire le téléviseur.*

*Câble du paratonnerre avec la circulation de la foudre.*

2°) GENERALISATION DU PHENOMENE :

Le champ électromagnétique est produit par la variation de courant dans le conducteur.

Ce champ magnétique produit une tension perturbatrice dans un circuit voisin, si celui-ci est situé à une faible distance du circuit créant le champ magnétique.

**Remarque :**

Les téléphones portables et les émetteurs radios produisent des champs électromagnétiques très gênants.

AUTRES EXEMPLES DE PERTURBATIONS :1°) LES FLUCTUATIONS DE TENSION :

Les fluctuations de tension sont des variations de tension de  $\pm 10\%$  par rapport à la valeur initiale.

Les machines provoquant un appel de courant important (moteurs démarrant en charge par exemple) sont les principaux générateurs de ces fluctuations.

Les effets de ces fluctuations peuvent avoir pour conséquences un effet de papillotement sur les lampes à incandescence et les téléviseurs.

2°) LES DESEQUILIBRES DE TENSION TRIPHASÉE :

Un déséquilibre de tension peut être provoqué par le raccordement d'une charge monophasée entre deux phases ou entre phase et neutre.

Ce déséquilibre de tension a pour effet des échauffements supplémentaires dans les moteurs triphasés à courant alternatif parce qu'il engendre des composantes inverses de courant.

En BT, les charges doivent être réparties sur les 3 phases afin de limiter les déséquilibres.

**LES PERTURBATIONS LES PLUS COURANTES :**

<b>TYPES DE PERTURBATIONS</b>	<b>CAUSES PROBABLES</b>	<b>EFFETS</b>	<b>MOYENS DE PROTECTIONS</b>
<b>Harmoniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Convertisseurs statiques</li> <li>- Condensateurs</li> <li>- Lampes à décharge (dont les tubes fluorescents)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surchauffe</li> <li>- Courant de neutre</li> <li>- Vibrations et vieillissement prématuré</li> <li>- Commandes intempestives</li> <li>- Parasites dans les télécommunications</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtres</li> <li>- Reconfigurations du schéma</li> <li>- Transformateurs de séparation.</li> <li>- Technologie de construction</li> <li>- Compensateurs actifs.</li> </ul>
<b>Champs électromagnétiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radio</li> <li>- Talkie-walkie</li> <li>- Foudre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perturbations des télécommunications</li> <li>- Fonctionnement intempestif des dispositifs de protection</li> <li>- Dysfonctionnement ou destruction d'appareils électroniques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtres</li> <li>- Blindages</li> </ul>
<b>Fluctuations de tension (dans les limites de +/- 10%)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en service ou hors service d'une forte charge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papillotement sur les appareils à écran et lampes à incandescence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Démarreurs réduisant l'appel de courant.</li> </ul>
<b>Transitoires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foudre</li> <li>- Ouverture brusque de circuits inductifs</li> <li>- Appareils électroniques (micro-informatique, électronique de puissance)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dysfonctionnement ou destruction des composants électroniques.</li> <li>- Vieillessement des composants et des isolants</li> <li>- Dysfonctionnement d'un variateur de vitesse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de parafoudres.</li> <li>- Atténuations par filtres, diodes zéners.</li> <li>- Blindage.</li> </ul>

Un malaxeur constitué par un variateur de vitesse et un moteur asynchrone triphasé absorbe par phase un courant électrique dont le signal fondamental et les harmoniques ont la forme indiquée ci-dessous.

1°) A partir du signal fondamental et des harmoniques de rang 3 et 5, représentez, ci dessous, le courant absorbé par le variateur de vitesse.

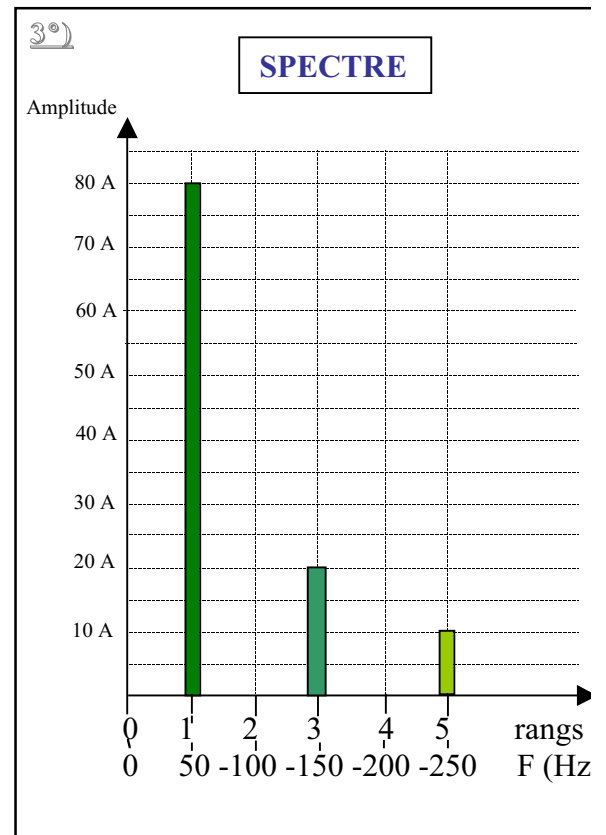
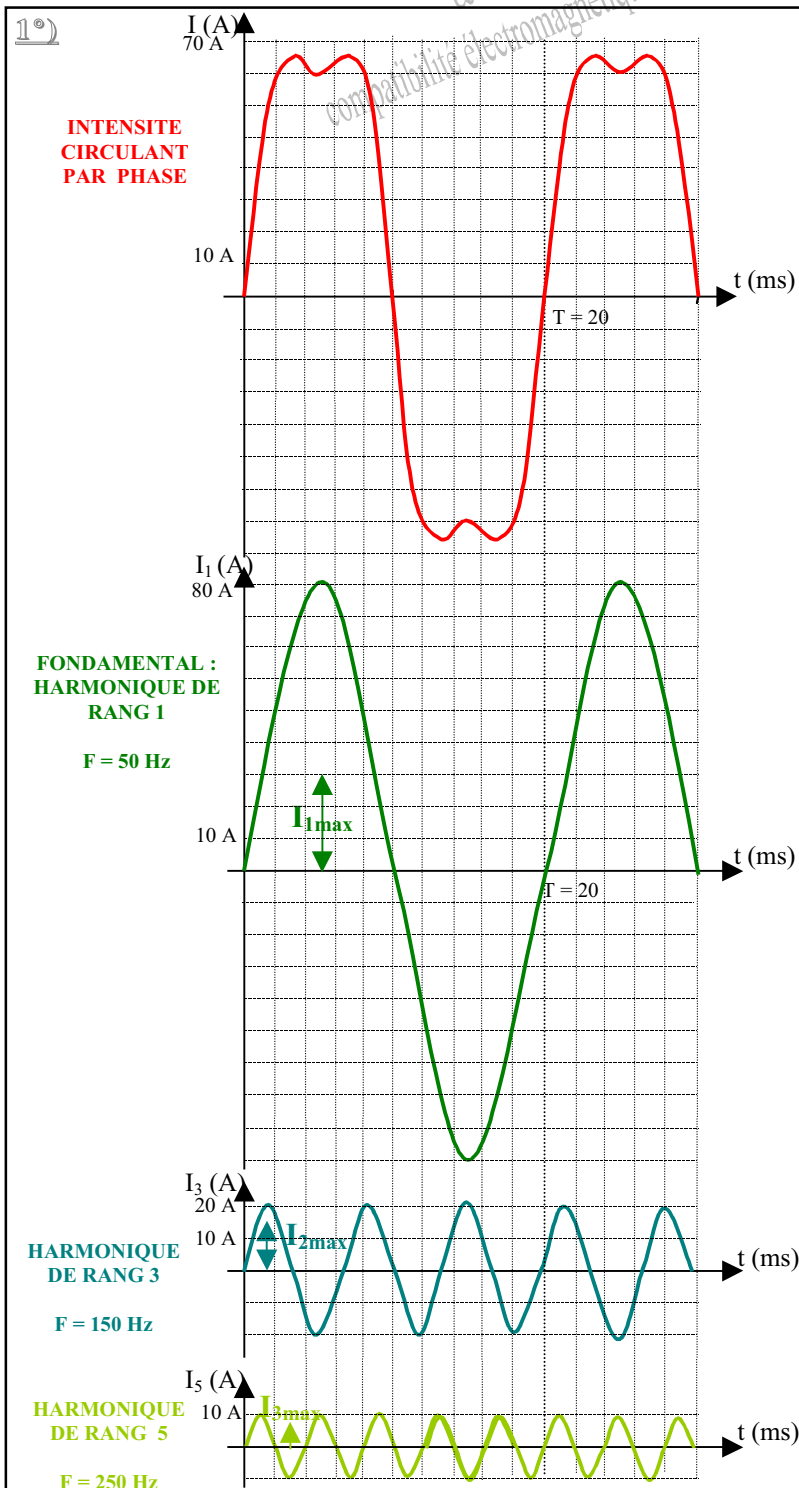
2°) Quelles sont la période, la fréquence et l'intensité maximale du courant absorbé.

$$T = 20 \text{ ms}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$I_{MAX} = 70 \text{ A}$$

3°) Représentez le spectre en fréquence du courant absorbé.



Pollution harmonique  
&  
compatibilité électromagnétique