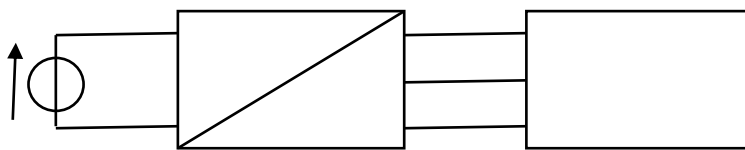


La conversion continu - alternatif : les onduleurs autonomes

1. intérêt et applications



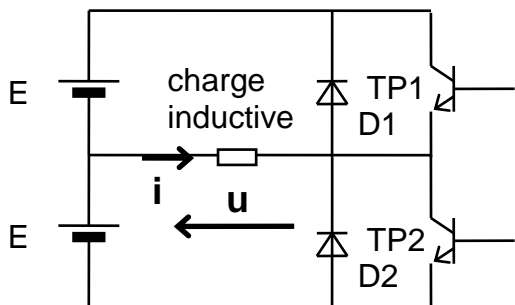
.....

onduleurs à fréquence fixe

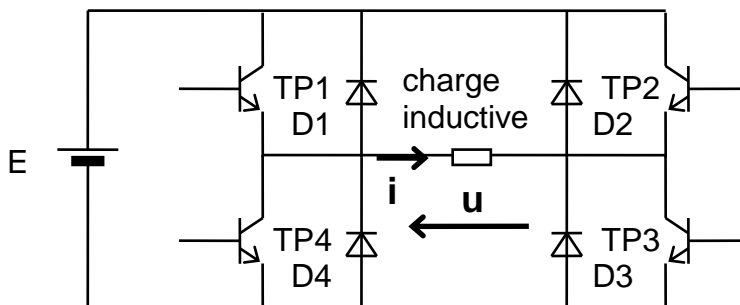
onduleurs à fréquence variable

2. les montages :

montage avec alimentation symétrique



montage en pont « en H »



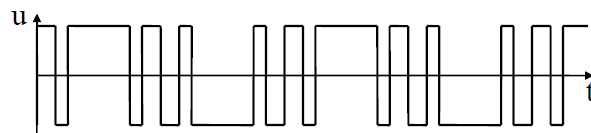
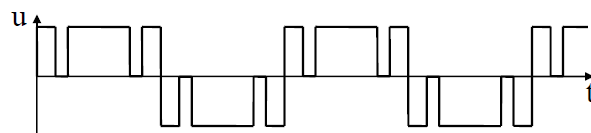
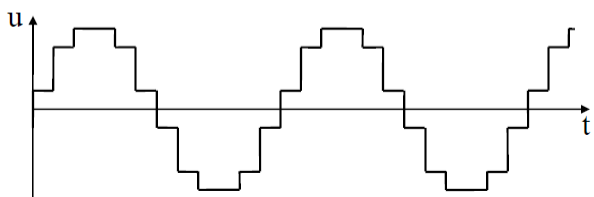
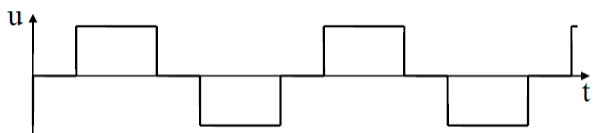
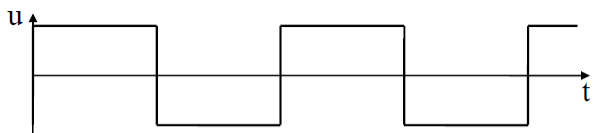
3. les trois phases de fonctionnement

.....

.....

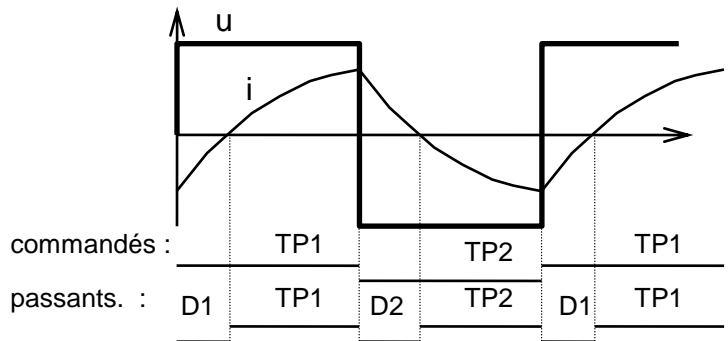
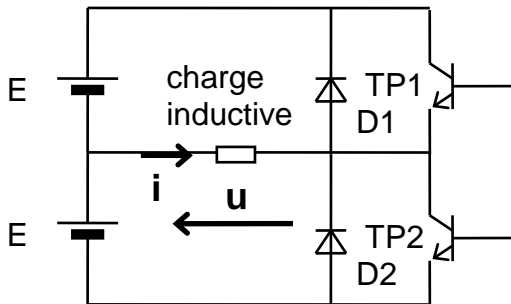
.....

4. les différentes commandes

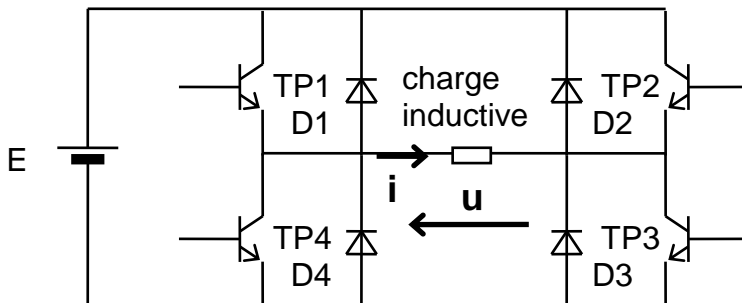


5. la commande adjacente (ou symétrique ou alternée)

Les diagrammes de conduction sous les graphes indiquent les éléments commandés et les éléments passants.



6. l'onduleur à commande décalée



le décalage angulaire α

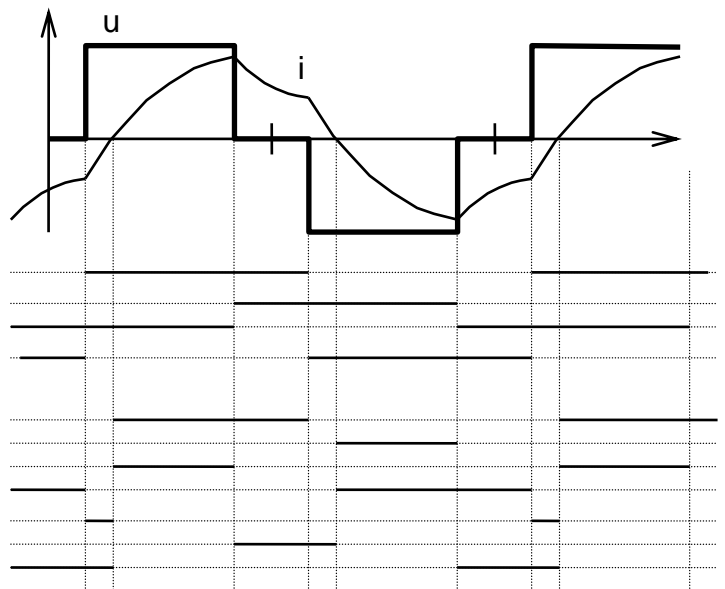
Valeur efficace de la tension

$U_{eff} =$

La décompositions en série de Fourier ne donne que des harmoniques de rang impairs d'amplitude :

$\hat{U}_n =$

com.: TP1
TP2
TP3
TP4
pass.: TP1
TP2
TP3
TP4
D1
D2
D4
D5



Pour la commande adjacente décalée,

si u a un rapport cyclique $\alpha = 2 / 3$, ses premières harmoniques n'apparaissent qu'au 5^e rang ; u produit avec $\alpha = 2 / 3$ un courant i pratiquement sinusoïdal dans une charge inductive

7. L'onduleur à modulation d'impulsion (PWM pour pulse width modulation)

7.1. la MLI précalculée

les différents angles de commutation sont prédéterminés

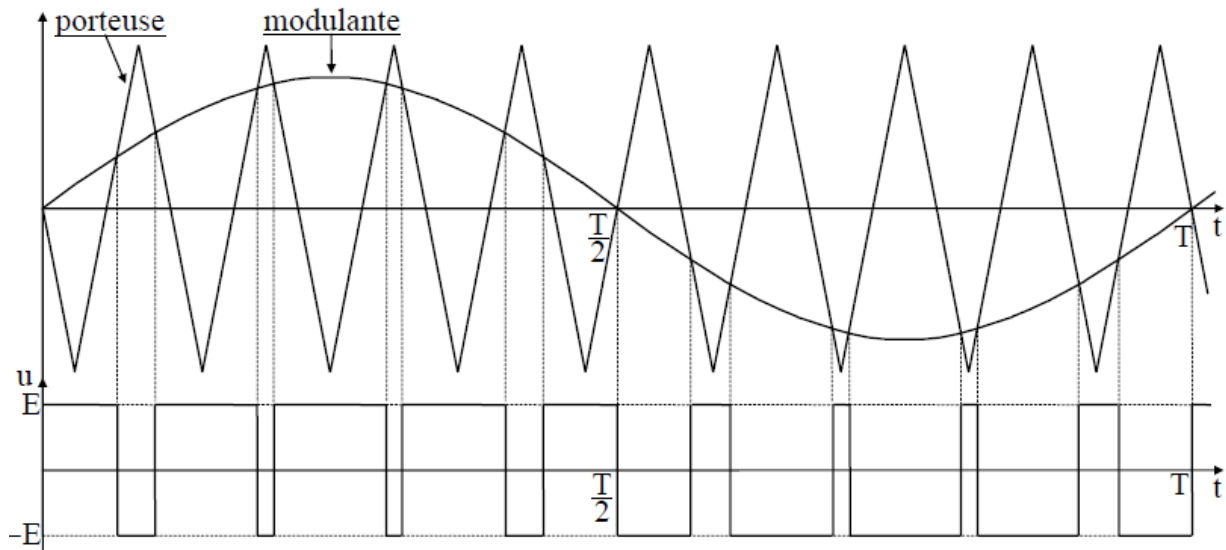
exemple de MLI unipolaire :

pour éliminer les harmoniques de rang 3, 5 et 7 : $\alpha_1 = 22,7^\circ$, $\alpha_2 = 37,8^\circ$, $\alpha_3 = 46,8^\circ$,

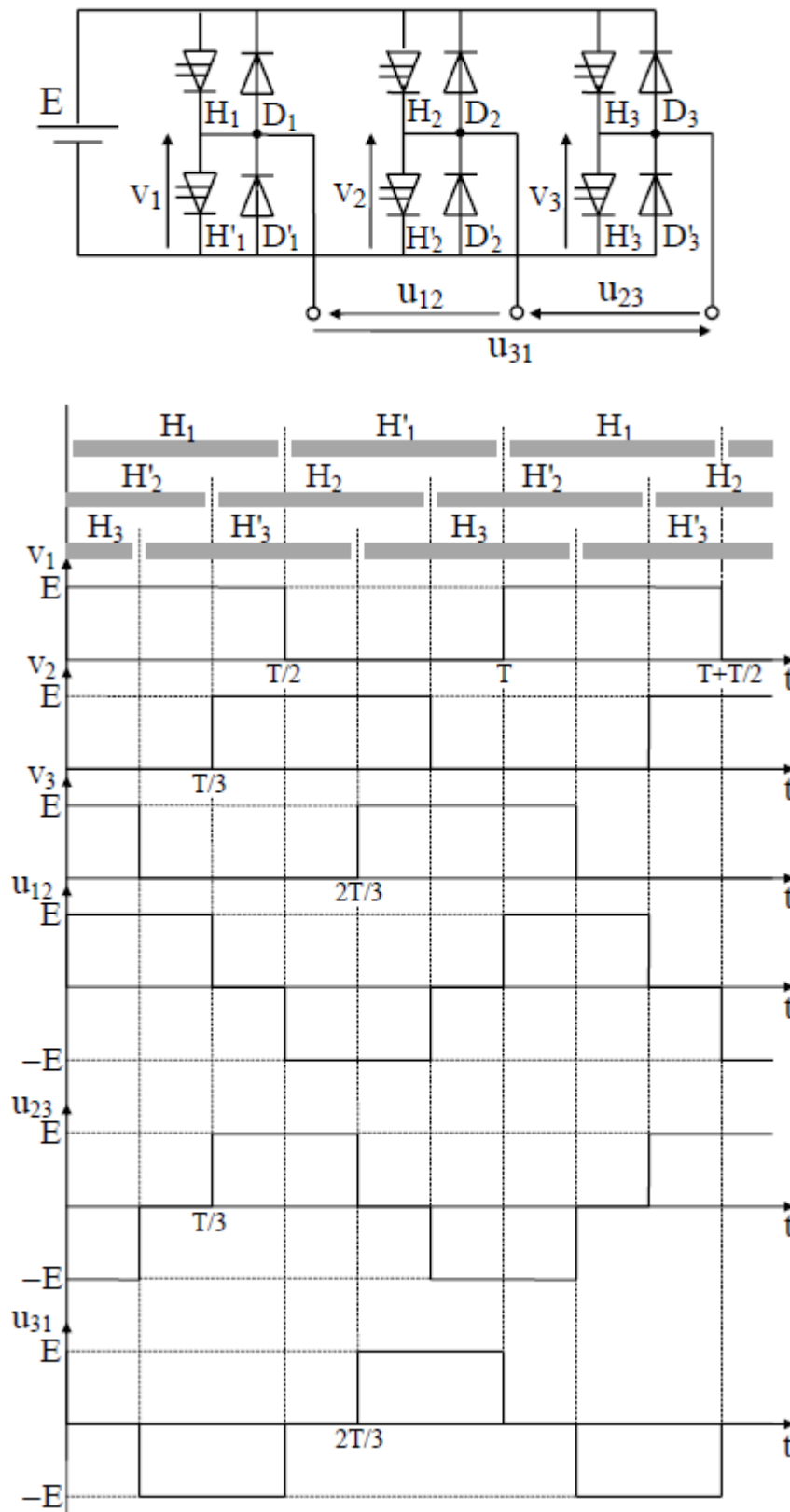
u(t)

spectre

7.2. la MLI intersective sinus-triangle



8. L'onduleur de tension triphasé



Valeur efficace de la tension $\mathbf{U_{eff} =}$

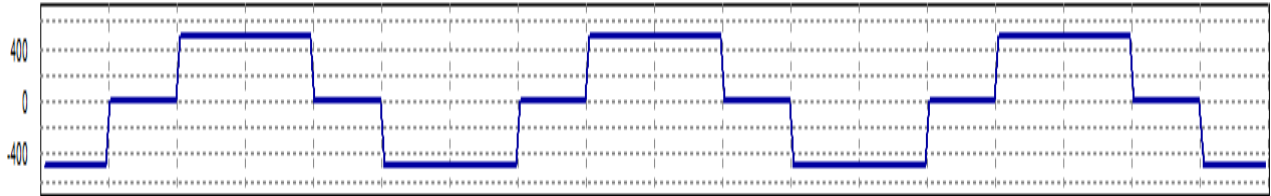
$\mathbf{V_{eff} =}$

Puissance transmise à la charge $\mathbf{P =}$

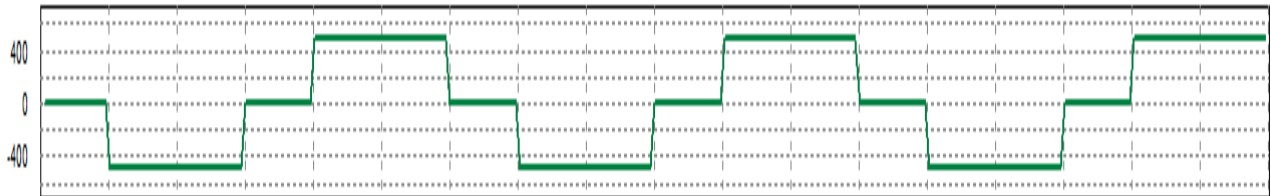
U12



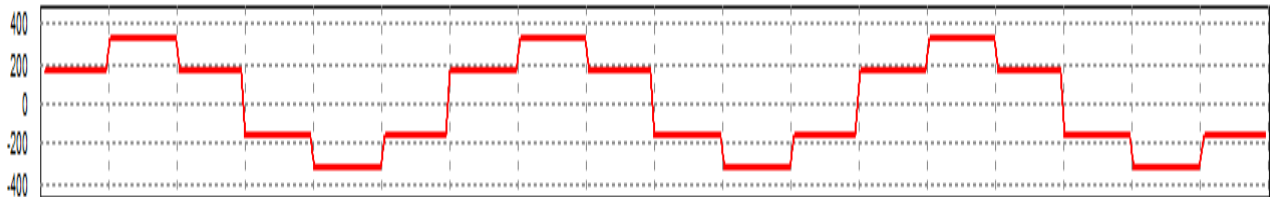
U23



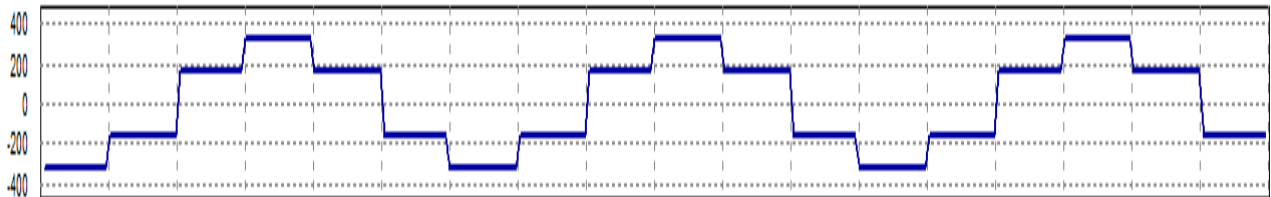
U31



V1



V2



V3



0.418887 0.433333 0.45 0.488887 0.483333 0.5 0.518887 0.533333 0.55 0.588887 0.583333 0.6 0.618887 0.633333 0.65 0.688887 0.683333 0.7
Time (s)

9. Applications des onduleurs :

9.1. Variateurs de vitesse pour moteur asynchrone à $\frac{V}{f}$ constant, à commande scalaire

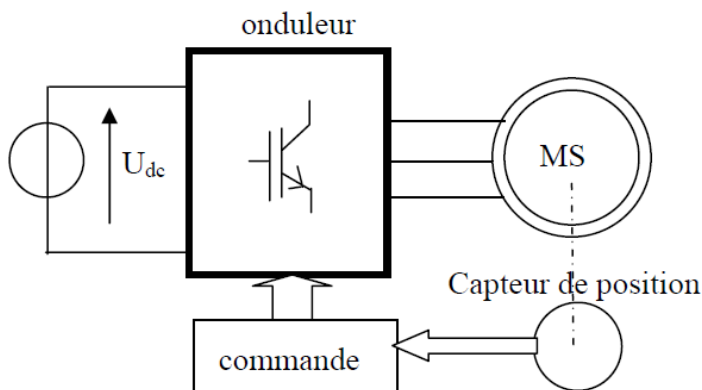
Comme $T = k \left(\frac{V}{f} \right)^2 \omega_{\text{rotor}}$ où ω_{rotor} est la fréquence des courants rotoriques,

à $\frac{V}{f}$ constant et si on fait varier la vitesse du moteur on a

- le couple maximal qui reste constant

-

9.2. Machine synchrone autopilotée.



Un moteur sans balais, ou « **moteur brushless** », ou machine synchrone auto-pilotée à aimants permanents, est une machine électrique de la catégorie des machines synchrones, dont le rotor est constitué d'un ou de plusieurs aimants permanents et pourvu d'origine d'un capteur de position rotorique (capteur à effet Hall, synchro-résolver, codeur incrémental par exemple).

Elimine les inconvénients du moteur à courant continu. A performances égales son coût est très inférieur (pas de contact glissant, ...). Va remplacer le MCC.

Applications : moteurs de disques durs aux véhicules en passant par la robotique.

9.3. La commande vectorielle utilisée pour les machines synchrones et asynchrones

La commande vectorielle, aussi appelée commande à flux orienté (field-oriented control en anglais), est une méthode de commande des variateurs de vitesse électrique dans laquelle les **courants statoriques triphasés** d'un moteur électrique à courants alternatifs sont transformés en **deux composantes orthogonales** qui peuvent être considérée comme étant des vecteurs. Le premier vecteur permet le **réglage du flux magnétique** du moteur, tandis que le second **régle le couple**. Ils sont alors découplés et le fonctionnement devient alors similaire à celui d'un moteur à courant continu.

Le calculateur calcule alors à partir de la consigne de vitesse du moteur, le flux et le couple nécessaire, desquels on déduit les courants requis. Typiquement, un régulateur PI sert à maintenir le courant à la valeur demandée. La modulation de largeur d'impulsion (MLI) gère ensuite la commutation des transistors du variateur de vitesse électrique en fonction de la consigne de tension qui lui parvient. Un régulateur PI est placé après les consignes de courant afin de stabiliser l'ensemble.

Cette commande a été conçue au départ pour des applications demandant de **bonnes performances** de la part du moteur :

- **fonctionnement régulier** sur toute la plage de vitesse,
- **couple maximal à vitesse nulle**, b
- bonnes performances dynamiques combinés à des **accélérations et décélérations rapides**.

La technique s'est toutefois démocratisée car elle permet également de réduire la taille du moteur, et donc son coût, ainsi que sa consommation électrique.

9.4. Autres applications des onduleurs :

- **Onduleurs de secours** ; hôpitaux, informatique, centraux téléphoniques, ...

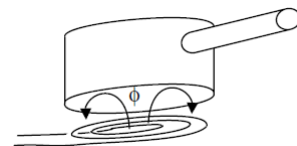
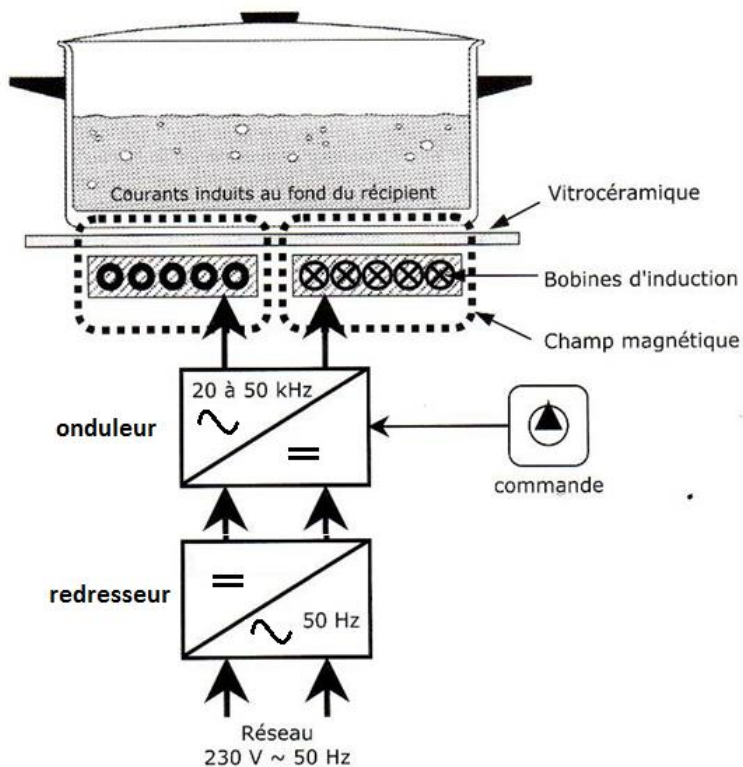
Les alimentations de secours sont destinées à remplacer le réseau de distribution (monophasé ou triphasé) en cas de défaillance du réseau. On les utilise dans les deux cas suivants :

- pour les installations qui nécessitent la continuité de l'alimentation : hôpitaux, centraux téléphoniques, circuits de sécurité,...
- pour les appareils (ordinateurs, ...) qui exigent non seulement la continuité de leur alimentation, mais encore la protection contre les perturbations du réseau de distribution (variations de tension, parasites, coupures, ...).

Les alimentations de secours comportent trois parties principales:

- un redresseur-chargeur, alimenté par le réseau, constitué soit d'un pont à diodes suivi d'un hacheur, soit d'un pont commandé,
- une batterie d'accumulateurs,
- un onduleur de fréquence 50Hz délivrant une tension parfaitement sinusoïdale.

- **Onduleur à résonance : chauffage à induction.**



Une bobine alimentée par un onduleur constitue le primaire d'un transformateur.

Le récipient ferromagnétique se comporte comme le secondaire du transformateur.

Des **courants de Foucault** sont induits dans le métal et produisent de la chaleur par **effet Joule** : tout se passe comme si une résistance était branchée au secondaire.