

OLYMPIADES DE PHYSIQUE  
Compte rendu pour Paris

MENUGE CECILE

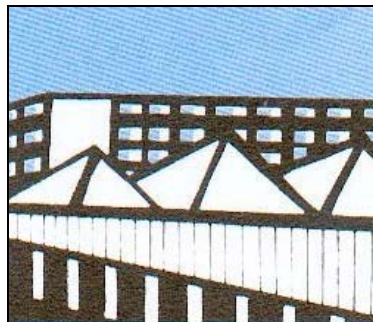
BELVAL FRANCOIS

BRAS FRANCOIS

CADART JULIEN

GAIGNEUR GUILLAUME

## «LES ALTERNATEURS DE VOITURES»



LYCEE EDOUARD BRANLY  
BOULOGNE SUR MER



Aidés par nos professeurs : M Buridant, M Courtois, M Ducrocq et M Ryves.

Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

Merci aux partenaires qui sont...



Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

## COMPTE RENDU

### DEROULEMENT DE L'EXPOSE



### LES ALTERNATEURS DE VOITURES:

#### PROBLEMATIQUE:

Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur industriel?

## SOMMAIRE:

Introduction

Historique de l'alternateur

Constitution et définition de l'alternateur

Le principe, les expériences et les lois de l'alternateur

La visite de Valéo

L'apport des Olympiades

## 1. Introduction :

Notre groupe des **OLYMPIADES DE PHYSIQUE** est composé de 5 membres (dans l'ordre sur la photo) : Belval François, Gaigneur Guillaume, Cadart Julien, Bras François et Menuge Cécile, aidé par nos professeurs de Sciences Physiques: M Bu

## 2. Histoire de l'alternateur (Menuge Cécile):

**1765** - Mallet: Machine à produire du courant alternatif.

**1821** - Faraday fait tourner, à Londres, un fil où circule un courant électrique sous l'action du champ magnétique.

**1832** - Hippolyte Pixii (français, 1808 - 1835) fait tourner un aimant devant une bobine, celle-ci fournit une tension alternative.

**1867**- **Werner von SIEMENS** (allemand, 1816 - 1892) remplace l'aimant de la machine de Pixii par un électro-aimant alimenté par le courant produit par la machine elle-même (auto excitation).

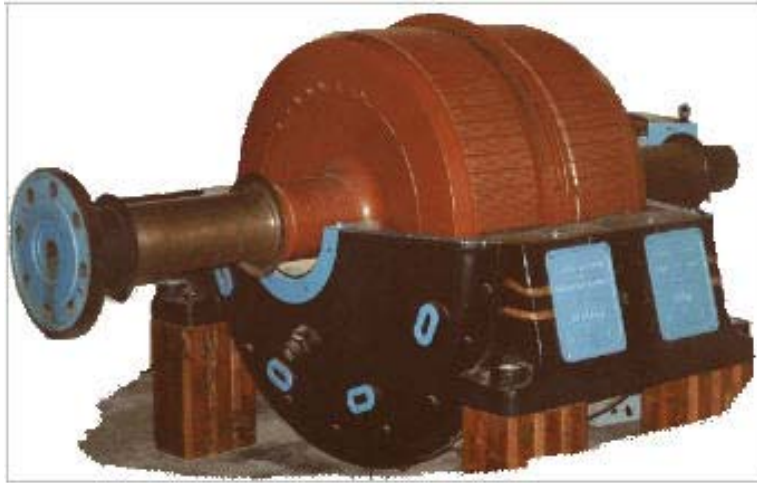
**1882** - Nikola Tesla (Ingénieur en électronique yougoslave, 1856-1943) utilisation de courants polyphasés et de champs magnétiques tournant.  
**Sebastian ZIANI DE FERRANTI** (anglais d'origine italienne, 1864 - 1930), âgé de 18 ans seulement, invente l'alternateur dont le principe est utilisé dans les alternateurs industriels actuels

**1913** -



Ernst Alexanderson teste un des premiers alternateurs de puissance de son invention. Ces machines tournent à 2000 tours/minute.

1919 –



1967 - Alternateur triphasé **Ducellier**.

Remarque: Ces informations sont tirées de notre site internet, dans la rubrique «historique de l'alternateur», dont les sources apparaissent en bas de page... ([www.ifrance.com/alternateurs-olym](http://www.ifrance.com/alternateurs-olym))

Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

### 3. Constitution de l'alternateur (Menuge Cécile):

#### Définition de l'alternateur:

n.m. Générateur de tensions et de courants électriques alternatifs (Petit Larousse illustré).

L'alternateur est une **machine tournante** destinée à produire une **tension alternative**. Il utilise pour cela l'**énergie cinétique** que lui procure la courroie, elle-même mise en mouvement par l'avancée de la voiture.

Ainsi, l'alternateur est une machine qui **transforme une énergie cinétique en électricité**.

#### Constitution:

Un alternateur est constitué de deux systèmes imbriqués: Le **rotor**, qui tourne, et le **stator**, qui est fixe, par rapport au rotor.

Le **rotor** et le **stator** sont essentiellement composés de **spires métalliques**, d'un **bobinage**, en cuivre ou en aluminium, et d'un **empilement de tôles magnétiques**.

La rotation du rotor génère une tension alternative.

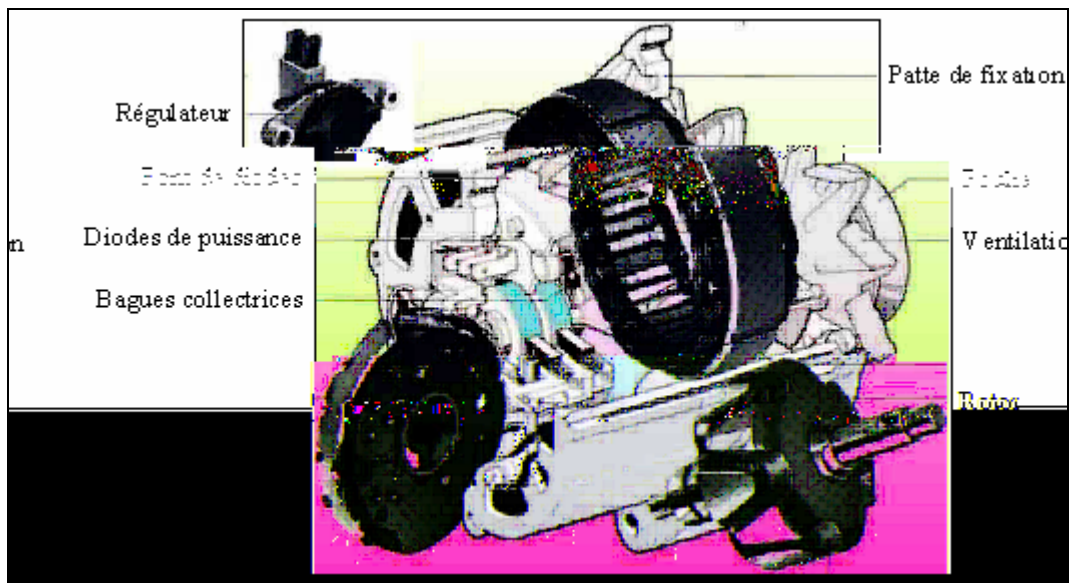


Schéma de la coupe d'un alternateur

- Le **rotor** est entraîné par le moteur.
- Le **stator** est fixe, à enroulement statorique triphasé, il fournit le courant utilisable alternatif.
- Le **pont de diodes**, ou **pont redresseur double alternance**, comprend un minimum de six diodes de puissance et de trois diodes d'excitation. Il a pour rôle de redresser le courant alternatif triphasé fourni par le stator.
- Les **balais** ont pour rôle d'amener le courant d'excitation jusqu'au rotor, ceux-ci sont pressés contre les bagues collectrices.

Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)



- On remarque autour du rotor une carcasse. Celle-ci sert à protéger le reste du circuit des **champs magnétiques**, et orienter ce dernier vers le stator, afin d'optimiser le rendement.

### Principe de l'alternateur:

L'alternateur **convertit l'énergie mécanique et magnétique en courant** et tension alternatifs, grâce à la **rotation d'un champ électromagnétique** (rotor), à l'intérieur du stator **triphase**. Courant et tension alternatifs sont transformés en courant et tension continus par passage de l'énergie alternative à travers un **système triphasé de redressement**. Généralement, on utilise 6 diodes de redressement au silicium.

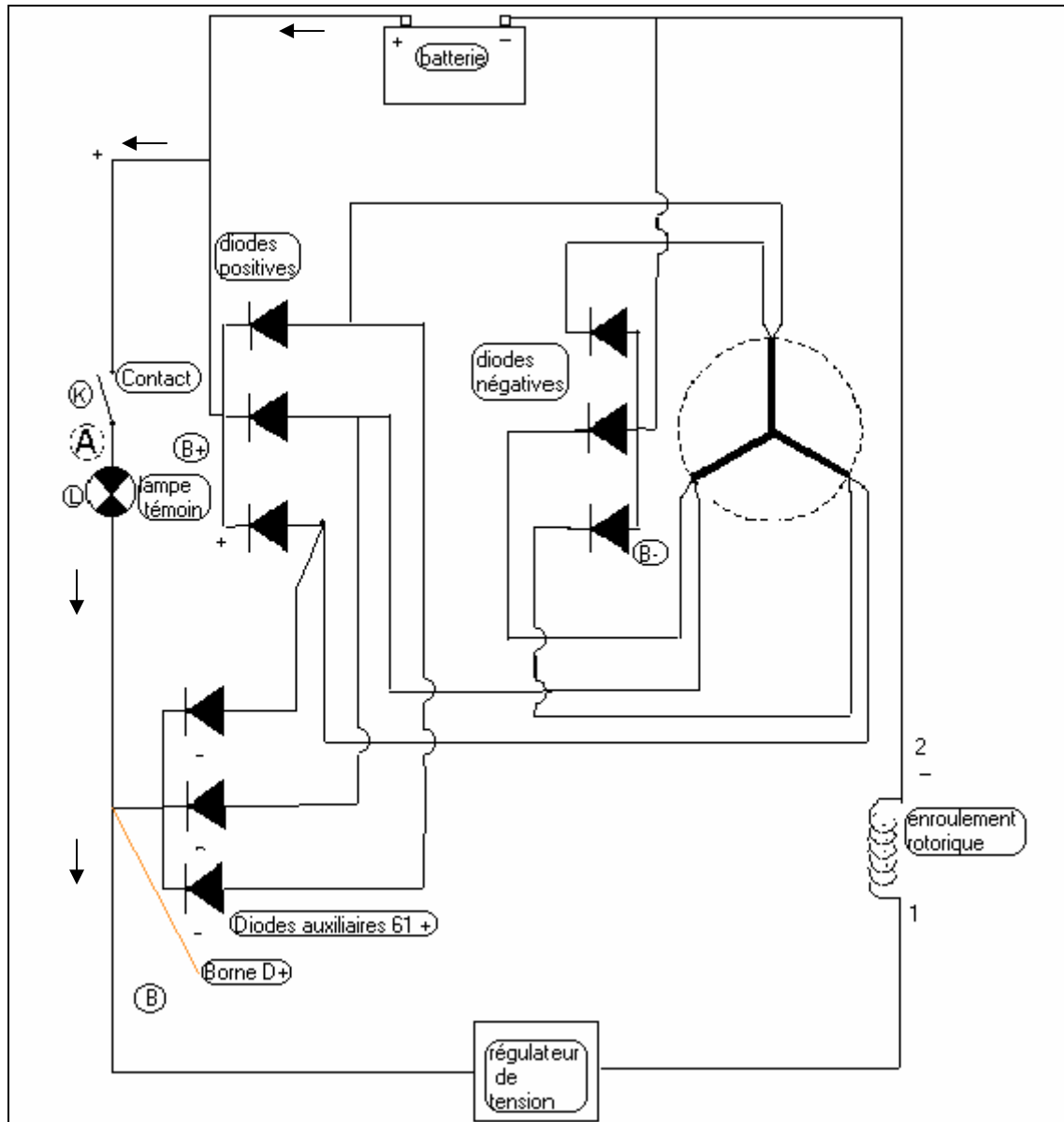
Un système du régulateur permet de délivrer un courant, sous une tension constante, en fonction des charges demandées par les consommateurs (batterie, accessoires). Ce système utilise généralement trois diodes auxiliaires d'excitation pour le pilotage en champ inducteur de l'alternateur.

### Fonctionnement :

Amorçage de l'alternateur : Les pièces polaires en acier dans le rotor de l'alternateur sont traitées pour éviter le magnétisme résiduel ou permanent. Il est nécessaire de faire passer l'énergie électrique dans l'enroulement rotorique (champ) pour **créer un flux magnétique dans le rotor, dans le but d'amorcer la charge**.

La tension positive de la batterie, commandée par la clé de contact, est appliquée à la lampe témoin au point A (Fig 1). Ceci provoquant le débit d'un courant dans l'alternateur. Ce **courant**, cherchant le passage de plus faible résistance, traverse le régulateur et le circuit **d'excitation** vers le moins et **crée ainsi un champ électromagnétique** dans le rotor. La charge électrique de l'enroulement rotorique crée une chute de tension à travers la lampe témoin qui aura pour incidence de l'allumer.

Lorsque l'alternateur est en rotation, le courant va du stator à la batterie en passant par les diodes de redressement, le courant arrive également à la borne D + de l'alternateur, ce qui permettra d'alimenter le circuit régulateur/rotor et éteindre la lampe témoin de contrôle par équilibre de tension aux points A et B.



*En résumé : Principe de l'alternateur : Il répond au principe du moteur à induction : Moteur électrique alternatif sans collecteur, dont une partie seulement, Rotor ou Stator, est reliée au réseau (pour le rotor ce sont les balais qui amènent le courant, et la courroie qui entraîne la variation du flux magnétique), l'autre partie travaillant par induction. On a donc un phénomène d'induction électromagnétique, par variation du flux magnétique, lui-même apparu à cause de la rotation du rotor.*

## 4. Les expériences :

### Expérience n°1 : (Belval François) :

\_ Nous allons, dans cette expérience, brancher un fil de cuivre à deux fils électriques, eux-mêmes, reliés à un galvanomètre à voyant lumineux.

Nous verrons donc que si l'on approche un aimant de ce fil de cuivre, le galvanomètre détecte une intensité  $I$  de l'ordre du  $\mu A$ .

Ainsi, on remarque que si l'on approche un aimant d'un fil de cuivre, un courant se crée dans ce dernier.

### A quoi est due cette apparition du courant ?

- \_Matériel nécessaire : \_ un fil de cuivre
- \_ deux fils électriques
- \_ un aimant
- \_ un galvanomètre à cadre mobile



Définition : Galvanomètre : n.m. Instrument qui sert à mesurer l'intensité des courants électriques faibles par l'observation des dérivations d'une aiguille aimantée placée dans une bobine, ou d'un cadre conducteur placé dans l'entrefer d'un aimant. (Petit Larousse illustré).

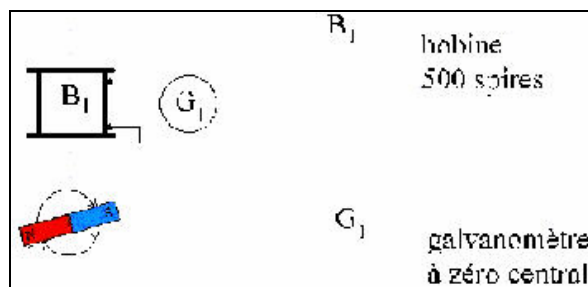
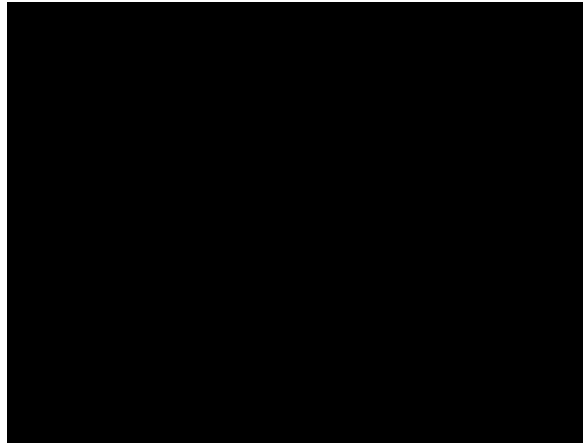
On remarque que si l'on ne fait pas bouger l'aimant (mêm

Expérience n°2 : (Belval François) :

\_ Nous allons, dans cette expérience, relier les 2 bornes d'une bobine de cuivre à un galvanomètre à zéro central. Face à cette bobine, tournera un aimant fixé à une tige.

\_ Cette expérience a pour but de mettre en évidence le fait que lorsque le rotor (ici simulé par l'aimant) tourne à proximité du stator (ici simulé par la bobine de cuivre), un courant électrique, et des champs magnétiques se créent.

- \_ Matériel nécessaire: \_ un aimant  
\_ une bobine de cuivre  
\_ fils électriques  
\_ noyau de fer doux  
\_ un galvanomètre à zéro central



- Remarque : Nous en profiterons pour observer l'effet d'un noyau de fer doux au centre de la bobine de cuivre. En effet, on remarque que l'intensité du courant induit est augmentée. Ceci est dû au fait que le noyau de fer canalise les champs magnétiques, il augmente ainsi le « rendement », augmentant ainsi la quantité de courant induit. C'est notamment ce qu'il se passe dans l'alternateur avec les pôles situés autour du rotor.

Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

Cette expérience vérifie plusieurs lois :

- Un aimant qui tourne au voisinage d'une bobine de cuivre, crée dans cette dernière un courant électrique ici d'environ  $4.10^{-4}$  A.
- Ce courant électrique dans la bobine, est dû à la variation du flux magnétique, créée par le mouvement de rotation de l'aimant. Ce flux est noté  $\Phi$ , et est exprimé en Wb (Weber).

Définition du flux magnétique :

Le flux magnétique est la grandeur physique qui permet de mesurer la « quantité » de champ magnétique qui passe à travers un contour.

Par définition, le flux de  $\vec{B}$  au travers du contour est :

$$\Phi = S \vec{B} \cdot \vec{n}$$

$$\text{Soit } \Theta = (\vec{B}; \vec{n}) \qquad \Phi = SB \cos \Theta$$

Unité du flux :

B étant exprimé en Teslas, S en mètres carrés, le flux  $\Phi$  s'exprime en Wb (Webers). Ainsi, si le circuit comprend N tours de fil conducteur, le champ magnétique traverse N contours, le flux est :

$$\Phi = NS \vec{B} \cdot \vec{n}$$

Ainsi, cette formule pourra s'appliquer à un solénoïde comportant N spires ; chaque spire pouvant être assimilée à un contour plan.

Définition légale du Tesla :

Le Tesla est la valeur du champ magnétique dont le flux à travers un contour dont le plan lui est orthogonal, de surface  $1\text{m}^2$ , est égal à 1 Wb.

Définitions :

Alors que le circuit ne comprend pas de générateur, un courant, donc une circulation de porteurs de charge (ici, des électrons) est créé. Ce courant est le **courant induit**, le circuit dans lequel il circule est **l'induit**. La source de champ magnétique, ici les bobines de cuivre, est **l'inducteur**. Ce phénomène est **l'induction électromagnétique**.

*En résumé, l'induction électromagnétique est la création d'un courant appelé **courant induit** dans un circuit au travers duquel le **flux du champ magnétique varie**.*

Force électromotrice d'induction :

Enoncé de la loi de Lenz :

Le sens du courant induit est tel que, par ses efforts, il s'oppose à la cause qui lui a donné naissance.

- Ainsi, en faisant tourner l'aimant, la bobine devient le siège d'une force électromotrice (f.e.m) induite alternative.
- Ainsi, cette variation de flux peut être le résultat :
  - \_ du déplacement ou de la déformation du circuit dans un champ constant.
  - \_ de la variation du champ magnétique, le circuit étant fixe d'où :

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = N S \vec{B} \cdot \vec{n}$$

$$S = a * b$$

e étant la force électromotrice induite.

$\Phi$  étant en Wb (Webers). C'est le flux.

N étant le nombre de spires dans la bobine.

$\vec{B}$  en Teslas.

S en m<sup>2</sup>.

$\vec{n}$  il s'agit de l'angle formé entre la normale et l'aimant.

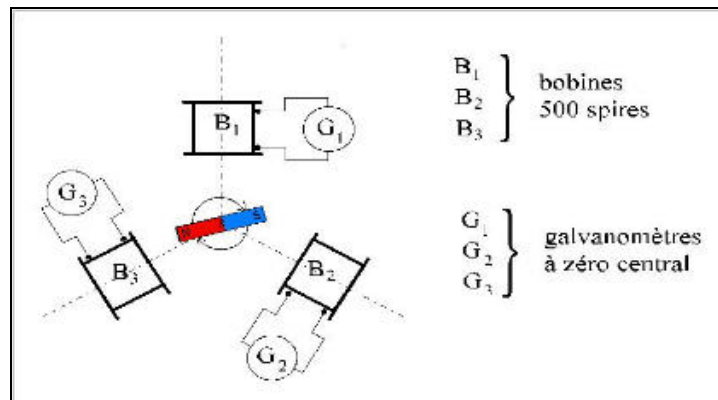
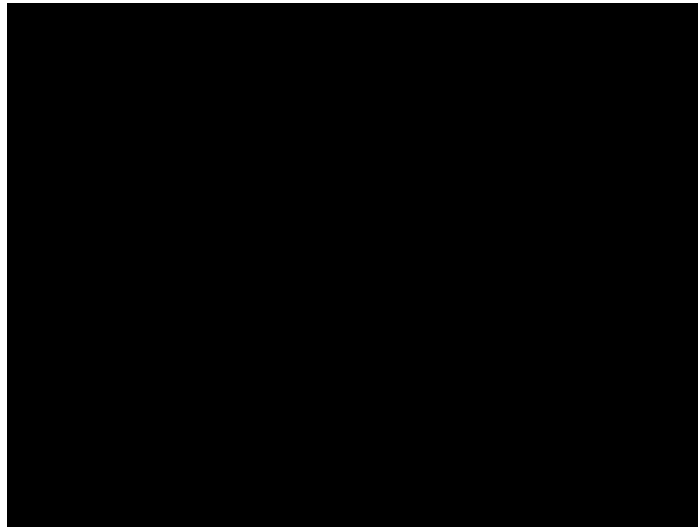
- Remarque : quand l'angle formé entre l'aiguille et la normale, est égal à 90°, on a donc  $\cos 90^\circ = 0$ , d'où  $e = 0$ .
- Pendant l'expérience, on remarque que l'aiguille du galvanomètre bouge en fonction de la position de l'aimant par rapport à la bobine. On obtient donc un courant alternatif, ceci s'expliquant par la bipolarisation de l'aimant.

Expérience n°3 : (Cadart Julien) :

\_ Nous allons, dans cette expérience, placer trois bobines de cuivre séparées de  $120^\circ$ . Chacune des trois bobines sera reliée à un voltmètre. Au centre des trois bobines, tournera un aimant fixé à une tige.

\_ Cette expérience montre que la présence de trois bobines à la place d'une crée trois courants alternatifs déphasés, donc un courant triphasé. Ici, les trois bobines simuleront le stator, alors que l'aimant représentera le rotor.

- \_Matériel nécessaire: \_ un aimant  
\_ trois bobines de cuivre  
\_ fils électriques  
\_ trois voltmètres



Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

- Cette expérience vérifie les mêmes lois que la précédente, à la différence qu'ici il y a trois bobines.
- Un aimant qui tourne au voisinage de trois bobines séparées de  $120^\circ$ , crée un courant électrique alternatif triphasé.
- En faisant tourner l'aimant, chacune des trois bobines devient le siège d'une force électromotrice induite alternative.
- Les tensions fournies par les trois bobines sont identiques mais décalées dans le temps. Ce décalage s'expliquant très bien par la disposition géométrique des axes des bobines, on en conclue facilement, que les trois sinusoïdes sont déphasées de  $2\pi/3$ .

Remarque : À n'importe quel point sur l'axe horizontal du graphe obtenu, nous trouverons que la somme des trois tensions est toujours égale à zéro, ceci s'expliquant facilement par le diagramme de Fresnel.



Expérience n°4 : (Bras François) :

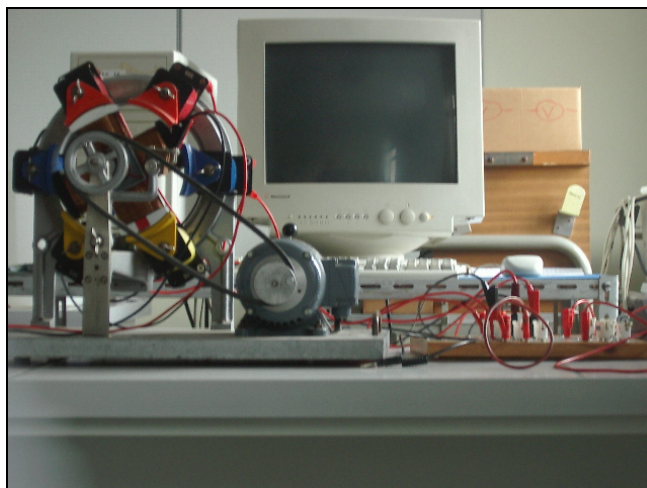
\_ Cette expérience montre que le rôle du pont redresseur double alternance, est de transformer le courant alternatif, triphasé en courant continu.

Ainsi, nous allons tout d'abord visualiser le courant triphasé des trois bobines, grâce à un logiciel informatique nommé GENERIS. Cette acquisition sera faite à partir de la maquette d'un alternateur montrant les trois bobines et le rotor. Cette maquette est branchée à un moteur.

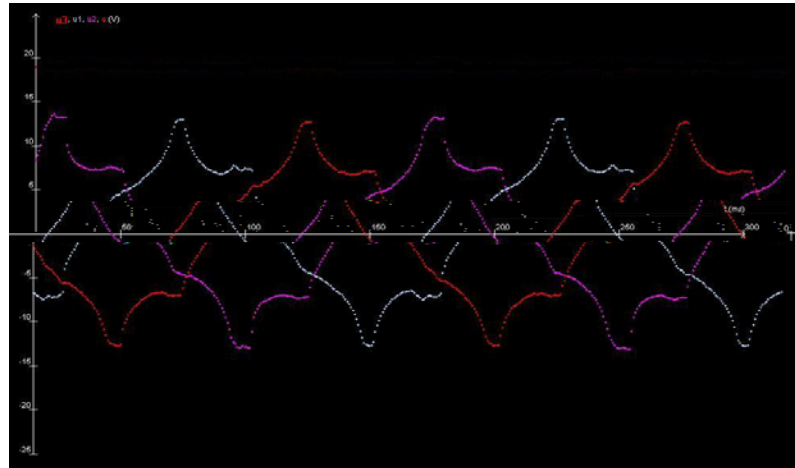
Nous verrons ensuite, à l'aide d'une plaquette électrique, que lorsqu'on met un montage de 6 diodes, le courant ne passe que dans un sens. Ainsi, nous étudierons les propriétés des diodes.

Enfin, nous verrons que si l'on met à la sortie de ce montage, un condensateur approprié, celui-ci va transformer le courant obtenu en courant tout à fait continu. Ceci nous permettra d'étudier les différentes lois que vérifie le condensateur, et qui permettent le choix de ce dernier.

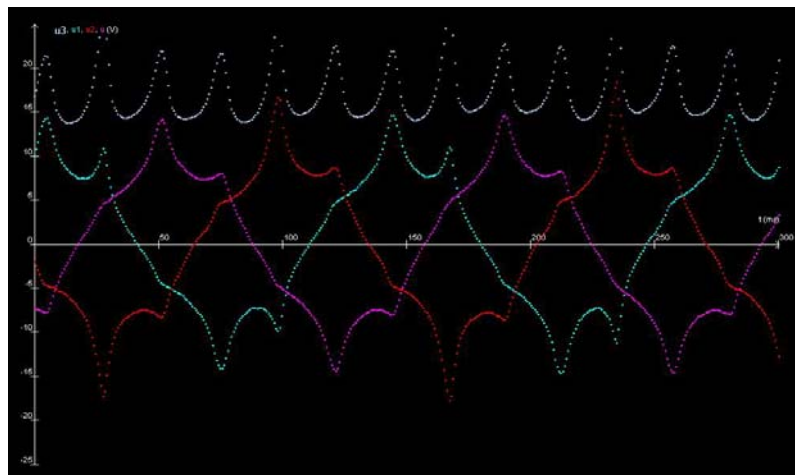
- \_Matériel nécessaire: \_ fils électriques  
\_ le logiciel Générïs  
\_ une plaquette électrique  
\_ trois résistances  
\_ trois voltmètres branchables sur ordinateur  
\_ plusieurs condensateurs polarisés de différentes charges  
\_ un vidéo-projecteur  
\_ la maquette de l'alternateur (et le matériel qui va avec)  
\_ un lecteur CD-ROM



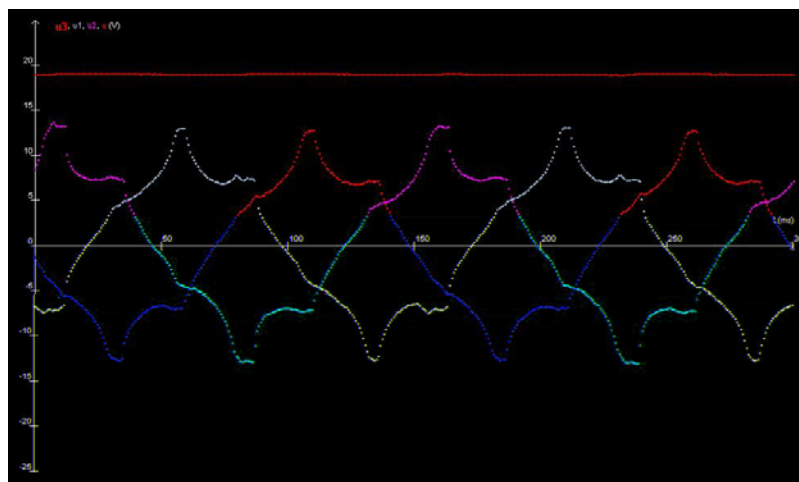
Simulation d'un pont redresseur double alternance.



Oscillogramme obtenu, à la sortie du stator, sans pont de diodes.



Effet d'un pont redresseur sur un courant triphasé.



Oscillogramme obtenu après le branchement du pont de diodes et du condensateur.

Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

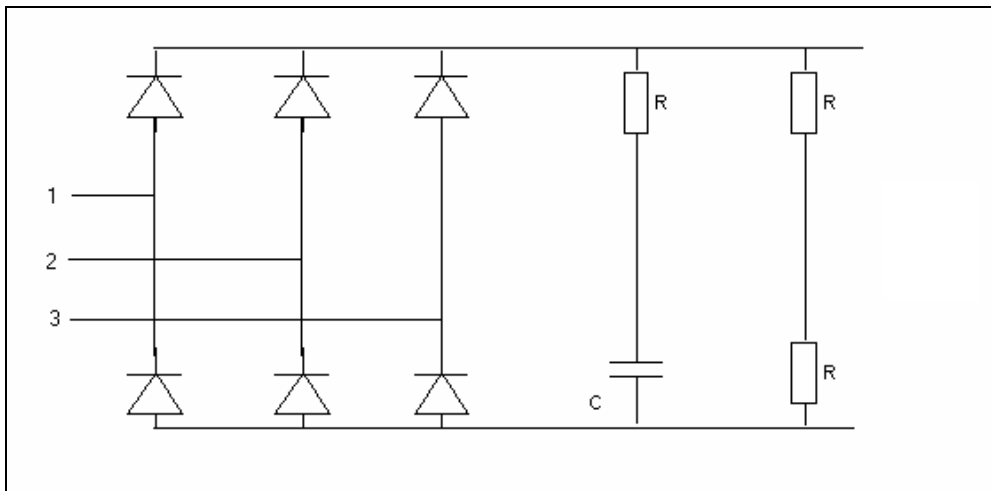
E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

La première étape vérifie les lois déjà vues lors des expériences précédentes :

- Une tension redressée (par le pont redresseur double alternance) a toujours le même signe mais elle n'est pas continue puisqu'elle varie de 0 à  $U_m$ . D'où le rôle du condensateur. (cf les deux dernières courbes ci-dessus ).

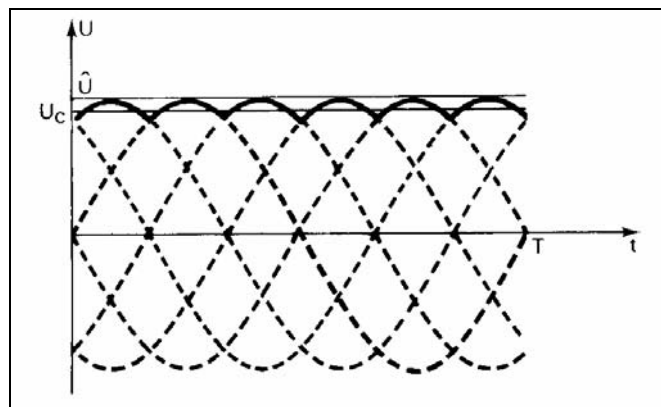
Le montage du pont redresseur double alternance : (triphase)

Pendant chaque sixième de période, deux diodes seulement laissent passer le courant dans un seul sens.



Montage du pont redresseur double alternance.

Forme du courant ou de la tension :



Pourquoi y a-t-il 6 diodes de puissance et 3 diodes d'excitation ?

Pendant chaque sixième de période, deux diodes seulement laissent passer le courant dans un seul sens, mais comme il s'agit d'un courant triphasé, il faut donc  $3 \times 2$  diodes de puissance, soit 6 diodes de puissance au total. (La diode de puissance est la même chose qu'une diode normale, à la différence qu'elle est capable de résister à des intensités très importantes).

Et il faut une diode d'excitation par phase, soit  $3 \times 1$  diode d'excitation au total. (La diode d'excitation a pour rôle de renvoyer un peu de courant au rotor).

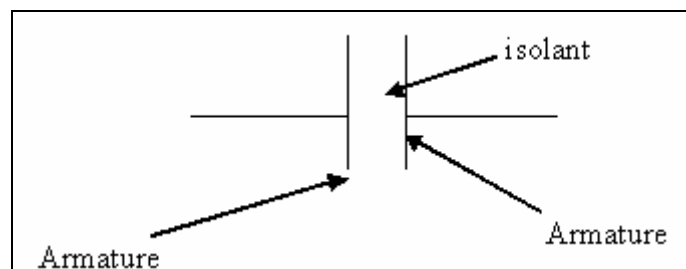
La raison pour laquelle il y a six diodes de puissance et trois diodes d'excitation.

- L'action exercée sur le courant, par le condensateur, est appelée « lissage ». Il consiste à empêcher les variations brutales de tension, il peut être assimilé à un « réservoir de charges électriques ». Il est constitué de 2 armatures (surfaces conductrices) séparées par un isolant (diélectrique). Un condensateur peut facilement être réalisé par deux plaques métalliques séparées par de l'air. Le plus grand condensateur au monde ? L'orage !! Les nuages et la surface représentant les deux surfaces conductrices, et l'air entre les deux, l'isolant.

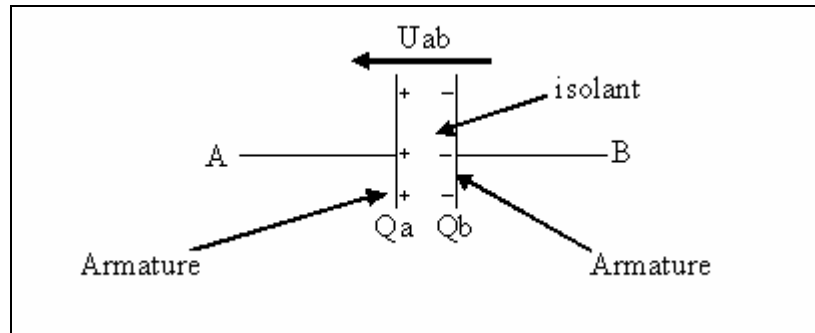
Quel est le fonctionnement du condensateur et quelles sont les lois qu'il vérifie ?

Condensateur :

Un condensateur est constitué de deux armatures conductrices en regard, séparées par un isolant (=diélectrique).



Charge d'un condensateur :



- A chaque instant, les armatures portent des charges opposées.

$$Q_a(t) = -Q_b(t)$$

$|Q_a| = |Q_b|$   $\Rightarrow$  La charge du condensateur est la quantité d'électricité emmagasinée.

Q s'exprime en Coulomb ( C )

Charge et intensité :

Définition : L'intensité du courant dans un fil conducteur correspond au débit de charges transportées, c'est à dire à la charge transportée par unité de temps.

$$I = \frac{dQ_a}{dt}$$

Remarque : Si on charge un condensateur avec un générateur de courant qui délivre un courant d'intensité constante I, la relation s'écrit :

$$Q_a = I \cdot t$$

$\Rightarrow$  Si à  $t=0$ , le condensateur n'est pas chargé.

Charge à intensité constante :

- A chaque instant, la charge  $Q_a$  de l'armature A du condensateur est proportionnelle à la tension  $U_{ab}$  entre ses armatures A et B :

$$Q_a = C \cdot U_{ab}$$

$Q_a$  en Coulomb (C).

C est la capacité du condensateur en Farad (F).

$U_{ab}$  en Volts (V).

Energie stockée dans un condensateur :

- Au cours de la charge, un condensateur emmagasine de l'énergie qu'il restitue lors de la décharge.
- L'énergie emmagasinée dans un condensateur dont la tension entre les bornes est U est donnée par :

$$\mathcal{E}_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C}$$

$\mathcal{E}_c$  s'exprime en Joules (J).

C en Farad (F).

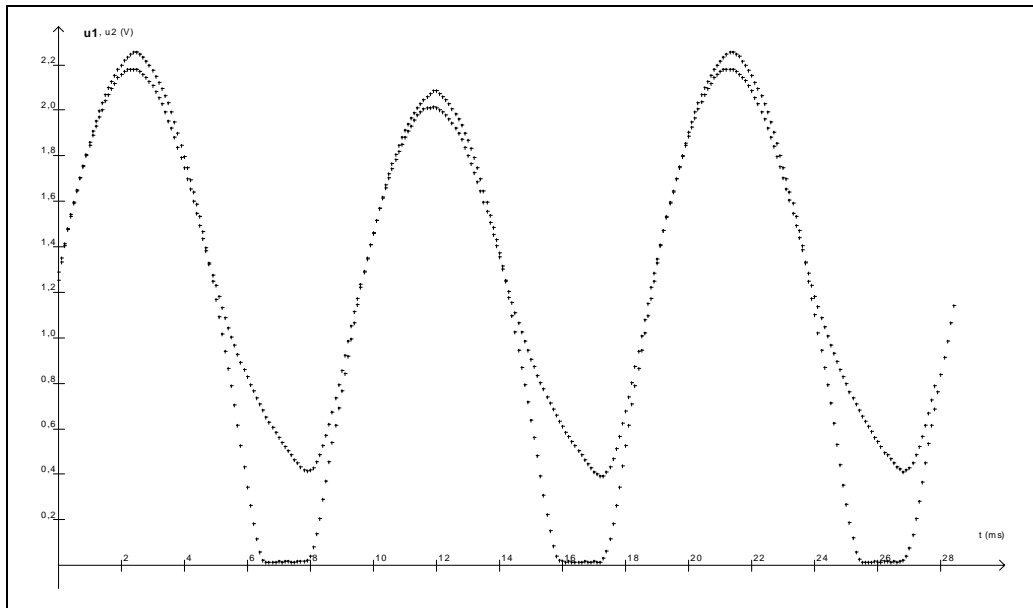
Q en Coulombs (C).

U en volts (V).

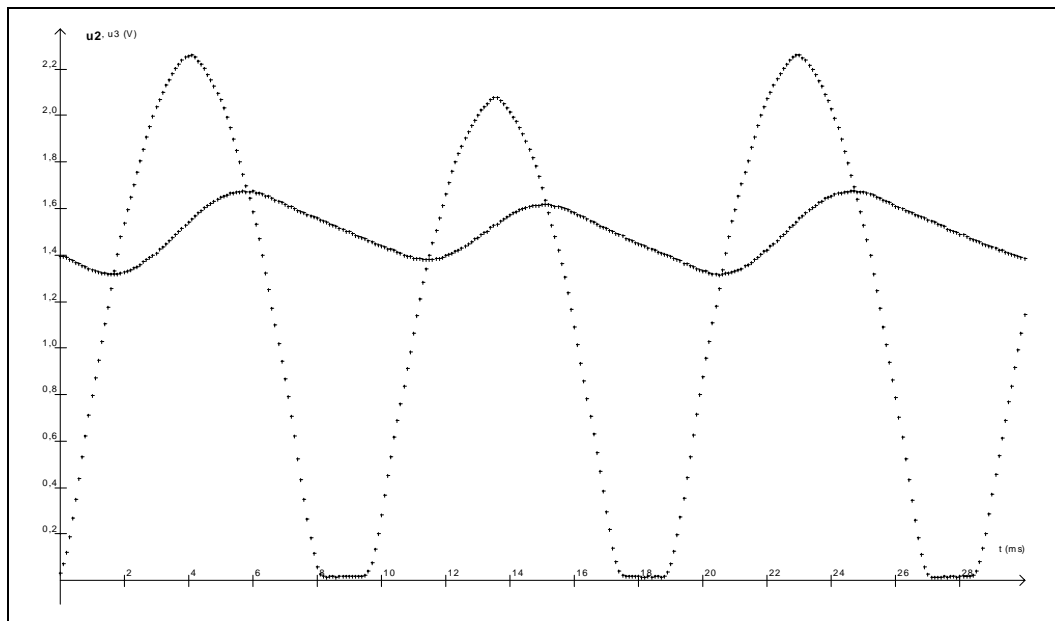
Expérimentation du condensateur :

Nous allons maintenant voir l'effet de plusieurs condensateurs, sur une tension redressée, constante.

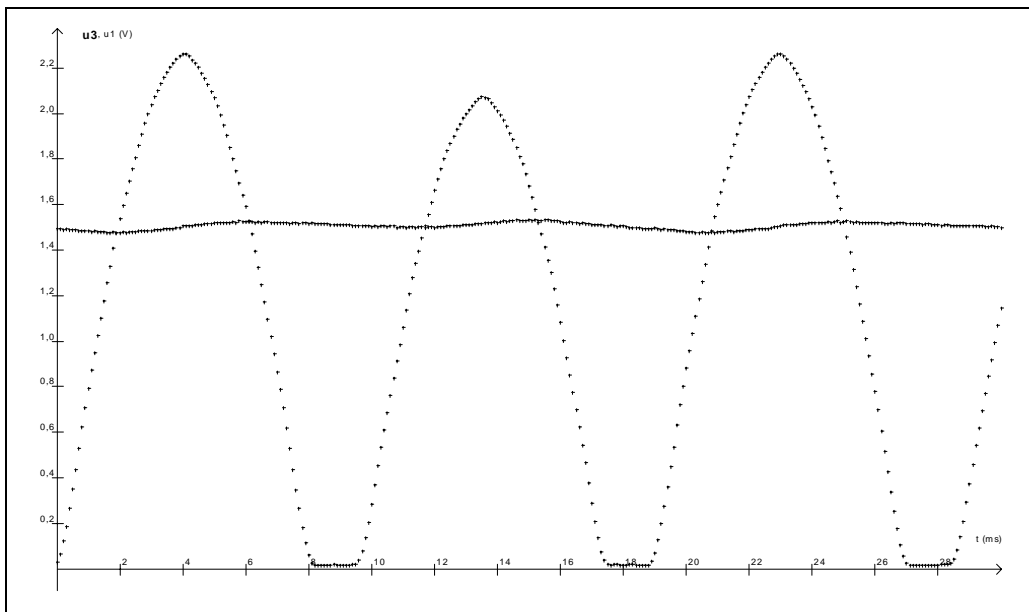
Nous allons ainsi voir l'influence de la capacité d'un condensateur.



Effet d'un condensateur de  $10\ \mu\text{F}$ , sur un courant alternatif redressé grâce à un pont redresseur double alternance.



Effet d'un condensateur de  $100\ \mu\text{F}$ , sur un courant alternatif redressé grâce à un pont redresseur double alternance.



Effet d'un condensateur de 1000  $\mu\text{F}$ , sur un courant alternatif redressé grâce à un pont redresseur double alternance.

Charge et décharge d'un condensateur permettant son choix dans le lissage :

Charge du condensateur :

$$U_c = E \times (1 - e^{(-t/RC)}) \quad \text{or} \quad q = C \times U_c \quad \text{et} \quad i = \frac{dq}{dt} = C \times \frac{du_c}{dt}$$
$$\text{donc } i(t) = \frac{E}{R} \times e^{(-t/RC)}$$

Interprétation physique :

$$\text{A } t = 0 \quad i(0) = \frac{E}{R}$$

En effet à  $t = 0$  le condensateur est déchargé, donc  $u_c = 0$  et  $E = R i(0)$  donc  $i(0) = \frac{E}{R}$

Quand  $t$  tend vers l'infini,  $i$  tend vers 0

Lorsqu'on soumet un dipôle RC à un échelon de tension, l'intensité du courant traversant le circuit pendant la charge diminue, puis s'annule : le condensateur chargé ne laisse plus passer le courant électrique.



### Décharge du condensateur

$$U_c = E \times e^{(-t/RC)} \quad \text{donc } i = \frac{dq}{dt} = C \times \frac{du_c}{dt}$$
$$\text{donc } i(t) = -\frac{E}{R} \times e^{(-t/RC)}$$

### Interprétation physique :

A  $t = 0$   $i(0) = -E/R$

En effet à  $t = 0$  le condensateur est chargé, donc  $U_c = E$  et  $U_R(0) + U_c(0) = 0$

Donc  $U_R(0) = -U_c(0) = -E$  et  $i(0) = -E/R$

L'intensité du courant est négative : le courant circule en sens contraire du courant de charge

Quand  $t$  tend vers l'infini,  $i$  tend vers 0.

Lorsqu'on décharge un condensateur d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, la valeur absolue de l'intensité du courant traversant le circuit pendant la décharge diminue, puis s'annule : le courant passe dans le sens opposé à celui qu'il avait en charge.

Conclusion : Le choix du condensateur à la sortie d'un pont redresseur est très important pour obtenir un courant continu stockable dans la batterie, et permettant de faire fonctionner l'équipement électrique de la voiture.

- Ainsi, un pont de diodes redresse une tension alors qu'un condensateur lisse la tension redressée (s'il est bien choisi).

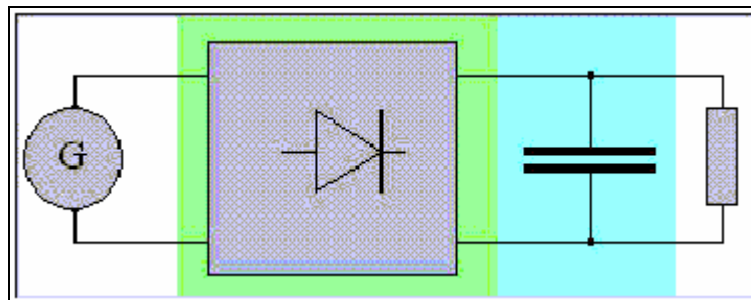
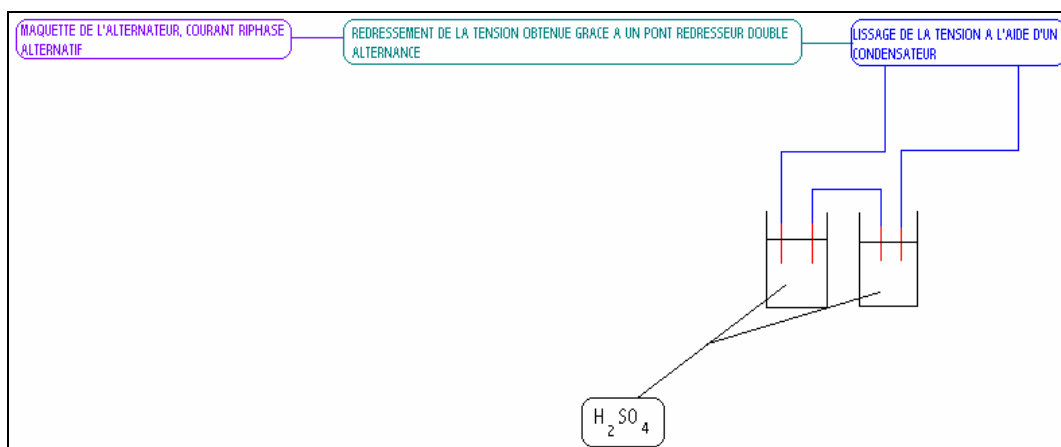


Schéma du montage, avec le pont de diodes et le condensateur.

Expérience n°5 : (Gaigneur Guillaume) :

\_ Nous allons dans cette expérience montrer le principe de la batterie. Nous allons pour cela brancher la maquette d'un alternateur à un pont redresseur relié à un condensateur et à une batterie, de manière à la recharger. La batterie sera simulée par deux bécjers contenant de l'acide sulfurique concentré ( $H_2SO_4$ ) et deux plaques de plomb chacun (en rouge sur le schéma), branchées au pont redresseur.

- \_ Matériel nécessaire: \_ Maquette de l'alternateur (avec la matériel qui va avec).
- \_ Un pont de diodes double-alternance avec un condensateur.
- \_ Deux bécjers.
- \_ Une solution d'acide sulfurique concentré ( $H_2SO_4/ 9 \text{ mol.L}^{-1}$ ).
- \_ Plaques de plomb.
- \_ Fils électriques.



Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

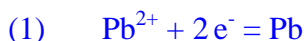
- On remarque que pendant le chargement de la batterie, une électrolyse se produit, visible par l'apparition des bulles au niveau des électrodes.

Remarque : Ces bulles ne sont que le résultat d'une électrolyse parasite de l'eau. Les bulles étant une émission de dihydrogène.

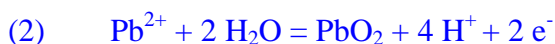


La charge de la batterie vérifie les équations suivantes:

Les électrons fournis par l'alternateur arrivent à la borne (-) de la batterie et réagissent suivant l'équation :



La borne positive est le siège de la transformation :



Le bilan des transformations chimiques au niveau de la batterie lors de la charge est donc:

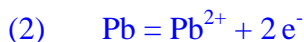


La décharge de la batterie vérifie donc la réaction suivante :

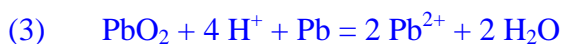
La cathode (pôle +) reçoit les électrons du circuit extérieur : ceux-ci réduisent le dioxyde de plomb selon l'équation (1) :



L'anode (pôle -) est le siège d'une oxydation du plomb selon l'équation (2) :



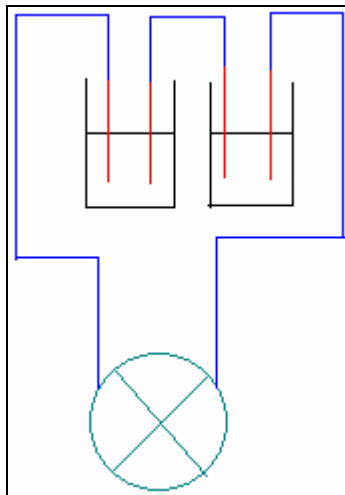
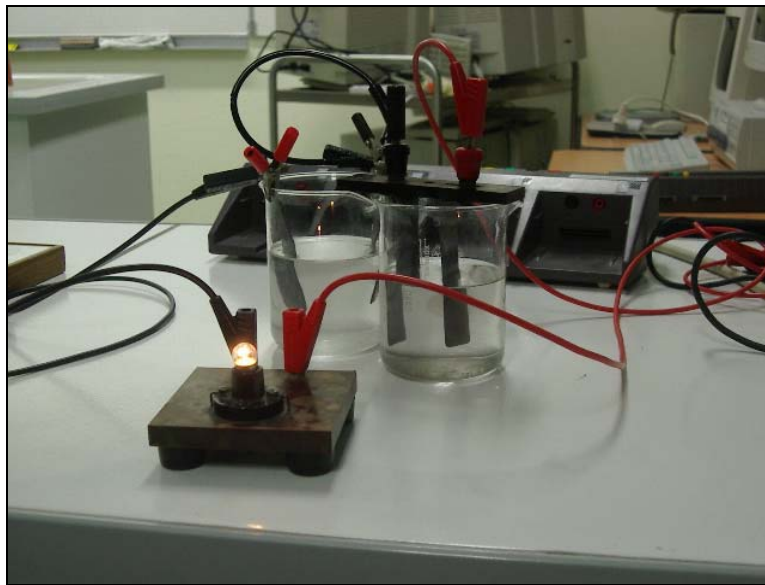
Les électrons produits gagnent le circuit extérieur. Le bilan global des réactions (1) et (2) se résume par l'équation d'oxydoréduction (3) :



La décharge de l'accumulateur consomme une partie du dioxyde de plomb de la plaque positive et oxyde, en ions  $\text{Pb}^{2+}$ , une partie du plomb métal de l'électrode négative. Les ions  $\text{H}^+$  nécessaires à la réaction, sont fournis par l'acide sulfurique; sa concentration diminue donc pendant la décharge.

Remarque : pour les batteries trop déchargées, la teneur en acide sulfurique devient insuffisante ; les garagistes utilisent un « pèse-acide » pour s'en rendre compte.

\_ Nous allons maintenant brancher la « batterie » rechargée à une lampe de 3.5V/0.5 A



Les alternateurs de voiture, Comment passer d'un alternateur pédagogique à un alternateur de voiture?

Site du groupe: <http://www.ifrance.com/alternateurs-olym>

E-mail du groupe : [alternateurs\\_olym@hotmail.com](mailto:alternateurs_olym@hotmail.com)

- En débranchant de l'alternateur les fils reliés aux électrodes, et en les rebranchant à une ampoule, on remarque que cette dernière s'allume. Ceci reflète donc le principe de la batterie.

Expérience n°6 : (Cecile Menuge) :

*Nous avons ici tenté de brancher trois bobines à trois générateurs, en mettant une aiguille aimantée au milieu, de manière à montrer le champ tournant, et inverser les fonctions Rotor/Stator. Cependant cette expérience est peu satisfaisante, étant donné qu'il fallait une très bonne synchronisation pour faire varier le flux magnétique (dans le bon ordre), et faute de temps, nous n'avons pas pu développer cette expérience. La physique est une science expérimentale !*

## 5. La visite de Valeo :



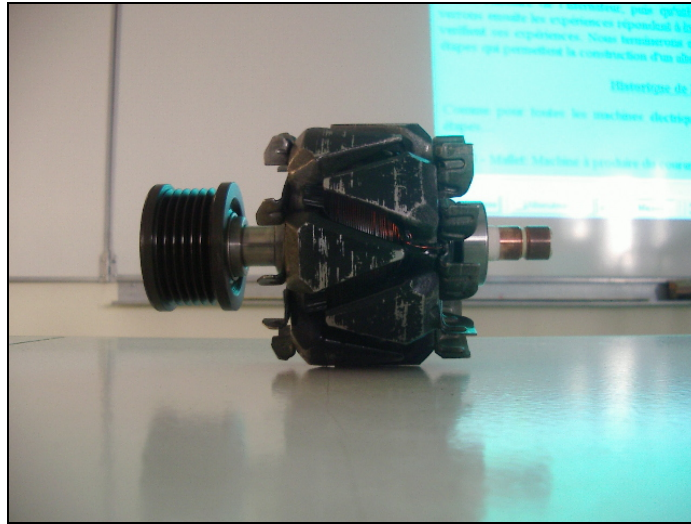
### Présentation de Valeo :

VALEO est une multinationale possédant 7 grandes usines produisant des équipements pour automobiles. Elle possède 140 sous industries et emploie 69100 personnes dont 44920 en Europe. Celle d'Etaples sur mer produit des alternateurs pour toutes marques de voitures. Cette usine emploie 160 ingénieurs et cadres et produit plus de 30000 alternateurs par jour. Depuis sa création, l'entreprise emploie le même nombre de personnes mais l'arrivée des machines a permis une augmentation de la production. Dernièrement, l'usine d'Etaples a été choisie pour la fabrication d'un nouveau type d' « alternateur-démarrreur », le « STARS ». Cependant, il nous a été interdit de prendre des photos pour éviter l'espionnage industriel.

### La fabrication d'un alternateur :

Nous verrons tout d'abord, la fabrication d'un rotor, puis celle d'un stator, les deux parties les plus importantes de l'alternateur.

#### 1) Le rotor :



Cet élément représente 3/5 du poids de l'alternateur.

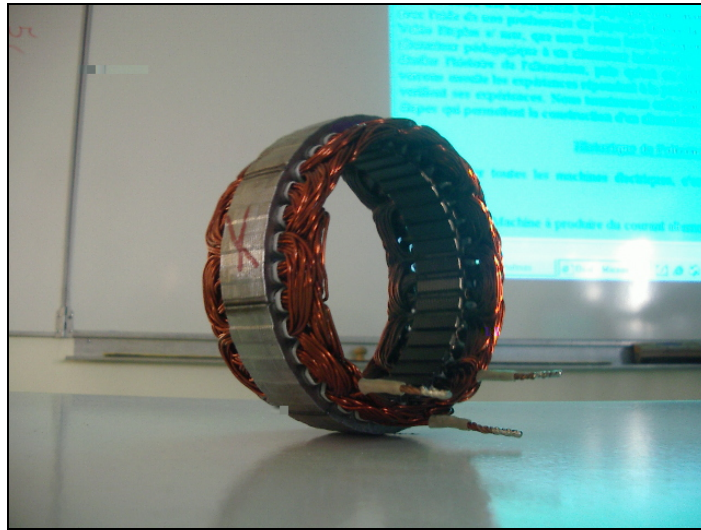
#### La fabrication se fait de la façon suivante :

Le fil de cuivre est placé sur la bobine en utilisant le principe de la « machine à coudre ». Puis à l'aide d'un guide, le fil est enroulé à grande vitesse.

Cependant, il y a un risque que le fil se décroche ou se casse. C'est pourquoi, on place le fil dans une partie du rotor que l'on appelle « accrocheur » pour éviter ce risque. Ensuite, le cuivre est recouvert d'une couche de vernis noir servant d'isolant.

Le rotor subit alors un contrôle qualité.

## II) Le stator :



C'est un cercle d'acier troué dans lequel on fait passer des fils de cuivre. Des isolants sont placés auparavant dans les trous. Ainsi lorsque les fils de cuivre seront placés, il n'y aura pas de contact entre l'acier et le cuivre et on évitera les courts circuits.

A l'aide de machines, le cuivre est placé sous forme de « chignon » dans les trous. On répète cette opération 3 fois sur le même cercle pour obtenir 3 bobinages différents, expliquant ainsi le courant triphasé que l'on obtient à la sortie. Ensuite, on règle les extrémités des 3 bobinages au niveau de la longueur et du placement. On essaie de garder un fil le plus long possible car plus il sera long, plus l'alternateur sera performant.

Le stator passe après dans une machine chauffant seulement les extrémités. Cela permet d'enlever le cuivre, facilitant la soudure des fils torsadés avec de l'étain.

Les différentes parties sont ensuite assemblées, et l'alternateur formé subit un autre contrôle qualité. Ils seront alors envoyés chez les différents concessionnaires automobiles.

*Nous remercions VALEO pour nous avoir permis de visiter leur entreprise et ainsi d'avoir progressé dans nos recherches.*



## IMPRESSION GENERALE DU GROUPE SUR LA VISITE DE VALEO.

«La visite de VALEO nous a permis de mieux connaître les alternateurs. Grâce à cette visite très enrichissante nous avons pu voir les différentes étapes de construction d'un alternateur (une si grande usine pour un si petit objet).»

Bras François

«Pour pouvoir continuer nos recherches, la visite de VALEO était indispensable. En plus d'être bénéfique pour notre travail, elle a aussi été très intéressante. Nous avons pu voir le principe de fabrication des alternateurs grâce à des explications très complètes. Merci VALEO.»

Cadart Julien

«La visite de VALEO nous a permis d'enrichir nos connaissances sur le fonctionnement d'un alternateur. L'entreprise est bien informatisée. Le personnel nous a bien accueillis et cela était très instructif. Merci VALEO pour toutes ces informations.»

Menuge Cécile

«La visite de VALEO fut très instructive car cela a permis de bien faire la différence entre la théorie du fonctionnement des alternateurs et la pratique. La fabrication d'un alternateur demande beaucoup de précisions et pas de droit à l'erreur de la part d'un maillon de la chaîne. Quand on voit la taille de cette immense usine, il est difficile d'imaginer la taille d'une usine qui fabrique des voitures, bateaux ou avions.»

Belval François

«L'entreprise VALEO Etaples nous a permis de mieux comprendre la fabrication d'un alternateur. De plus, la chaîne de montage est impressionnante de part ses énormes machines automatisées grâce à l'informatique. Ce qui m'a le plus surpris est la méthode qu'emploie l'entreprise pour fabriquer un stator. En effet, elle est très compliquée, et pourtant cela est fait en très peu de temps grâce à la machine. Merci pour l'accueil et les informations.»

Gaigneur Guillaume

## 6. L'apport des Olympiades :

«Les Olympiades de physique m'ont permis d'apprendre des choses intéressantes sur les champs magnétiques et aussi de pouvoir les mettre en pratique grâce aux alternateurs. Il y avait une bonne ambiance dans le groupe et ce travail a été fait dans la bonne humeur.»

Gaigneur Guillaume

«Les Olympiades de physique m'ont permis de découvrir la complexité des alternateurs mais aussi de passer d'agréables moments en compagnie de mes camarades de groupe grâce à quelque chose qui me passionne. »

Belval François

«Les Olympiades de physique étaient intéressantes car le sujet sur les alternateurs et principalement les expériences me plaisent. On était dans un groupe avec une bonne ambiance. »

Menuge Cécile

«Malgré nos problèmes causés par un plan un peu flou, et une visite de Valeo très tardive, les Olympiades de physique ont été une expérience qui nous a permis d'allier théorie et pratique, ce qui n'est pas souvent le cas dans notre vie de lycéen. En plus, l'apprentissage sur les alternateurs nous a été aussi bien divertissant qu'instructif. Notre groupe a pu être efficace et notre travail nous a été plutôt agréable. »

Cadart Julien

«Les Olympiades de physique m'ont permis d'allier théorie et pratique, en effet, il est beaucoup plus intéressant d'apprendre en manipulant, en découvrant par nous même, et en concrétisant les théories, ce qui permet une beaucoup plus grande facilité de compréhension. »

Bras François

*Ainsi, les Olympiades de physique ne se résument pas qu'à une simple compétition régionale, et nationale, mais aussi à un plaisir de la découverte des sciences, à un travail de groupe, et à un plaisir de manipulations et d'expériences. Il est vrai que notre chemin a été semé d'embûches, et que l'organisation au sein du groupe n'a pas toujours été très simple, mais c'est avec entêtement, et avec une volonté de surmonter ces détails, que nous avons eu le courage de nous investir. C'est donc avec plaisir que nous avons participé à cette grande manifestation que sont les OLYMPIADES DE PHYSIQUE.*

