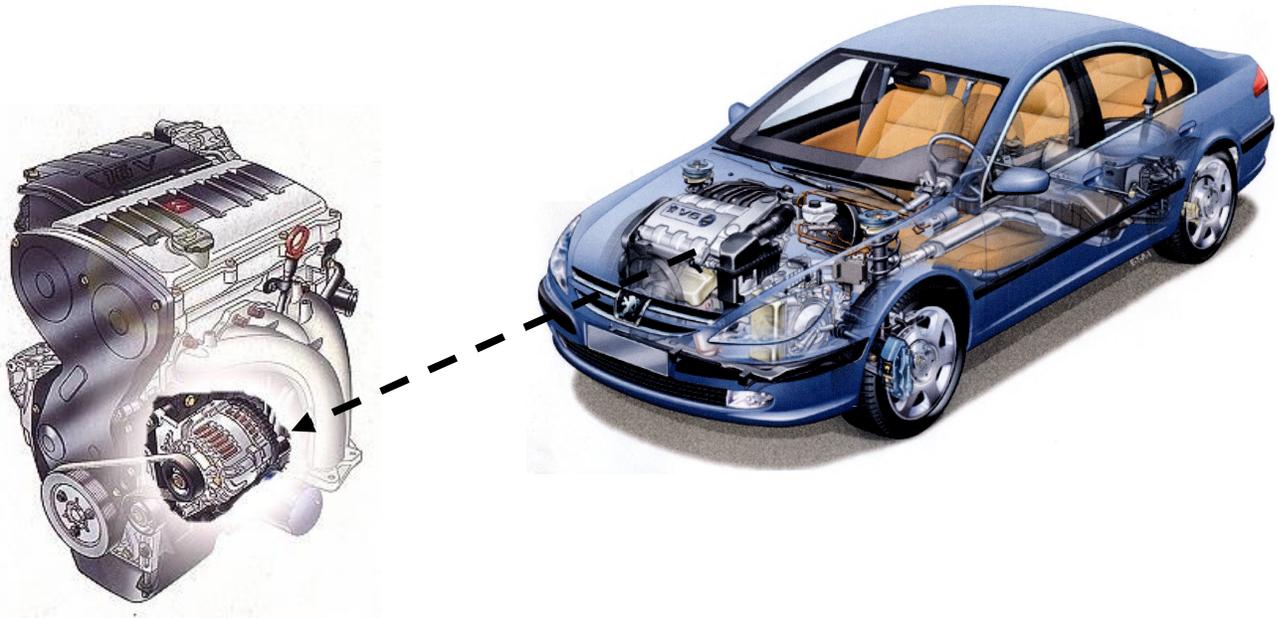


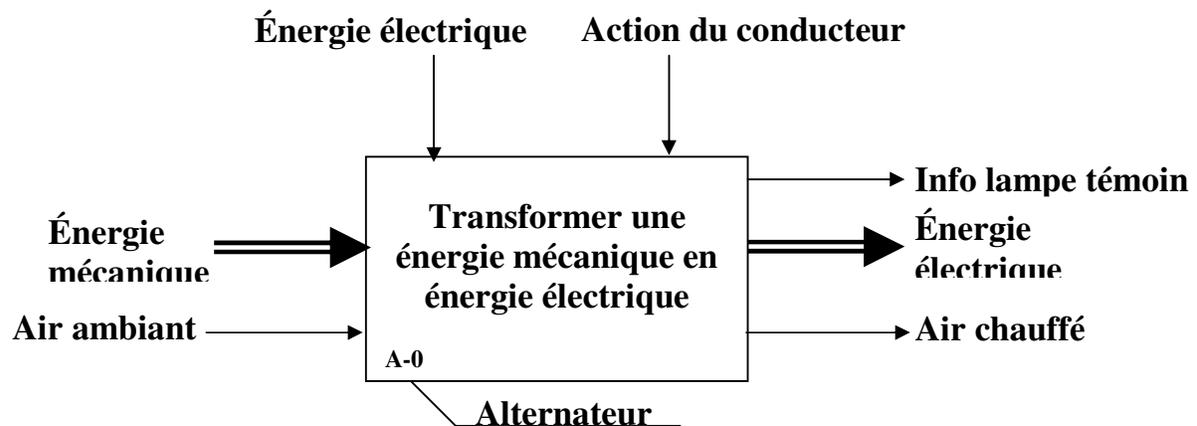
1. Mise en situation :



2. Définition :

➤ Le circuit de charge comprend l'intégralité des pièces permettant l'alimentation électrique de l'ensemble des consommateurs du véhicule et la charge de la batterie

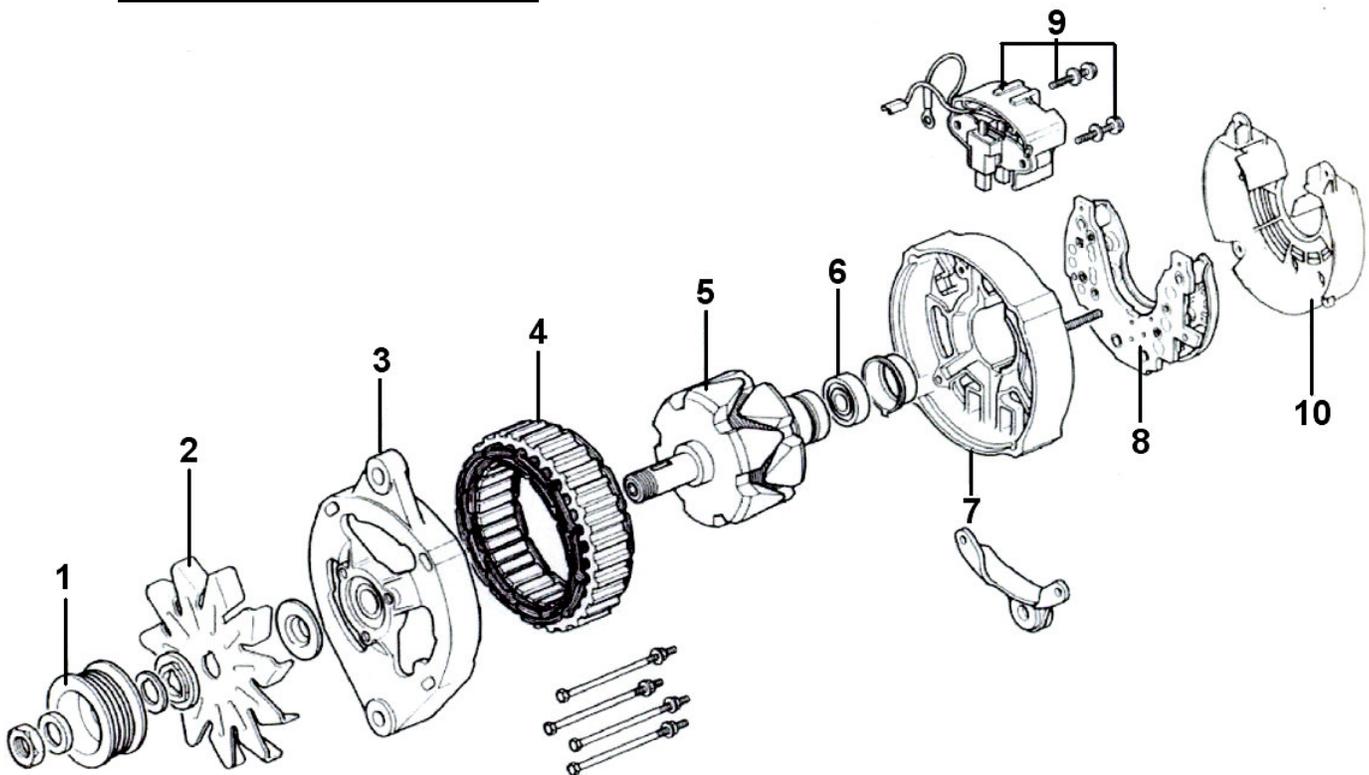
3. Fonction globale :



4. Condition à satisfaire :

- Produire un **courant continu** --> La tension fournie doit être sensiblement **constante** quelle que soit la **vitesse de rotation** du moteur
- répondre aux besoins --> il doit adapter l'**intensité** débitée aux consommateurs
- Etre **résistant** --> Il subit de hautes **vitesse**s de rotation

5. Les éléments constitutifs :

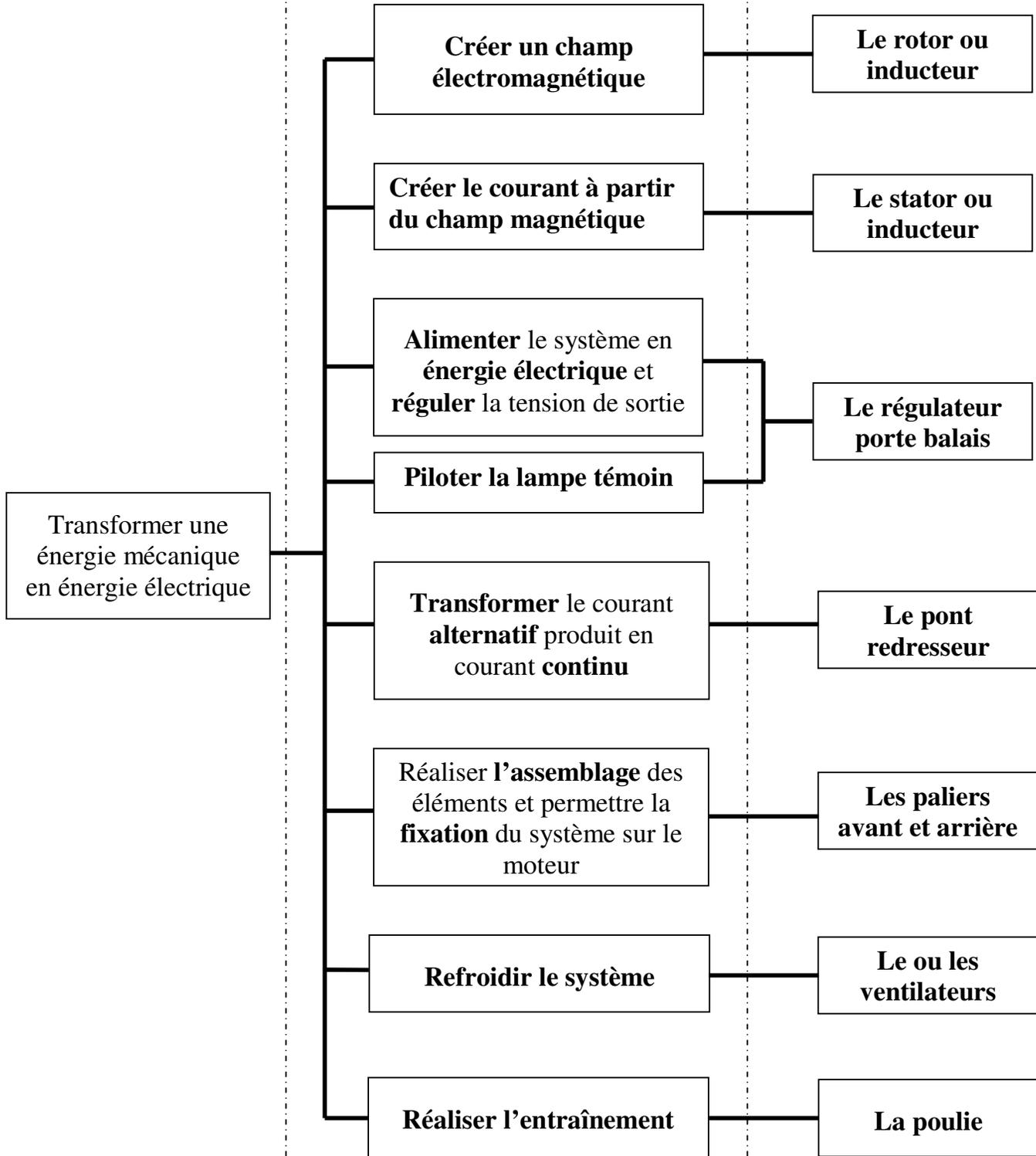


Repères	Désignations	Repères	Désignations
1	Poulie	6	Roulement
2	Ventilateur	7	Palier arrière
3	Palier avant	8	Pont redresseur (diodes)
4	Stator ou induct	9	Régulateur porte balais
5	Rotor ou inducteur	10	Couvercle arrière

Fonctions principale :

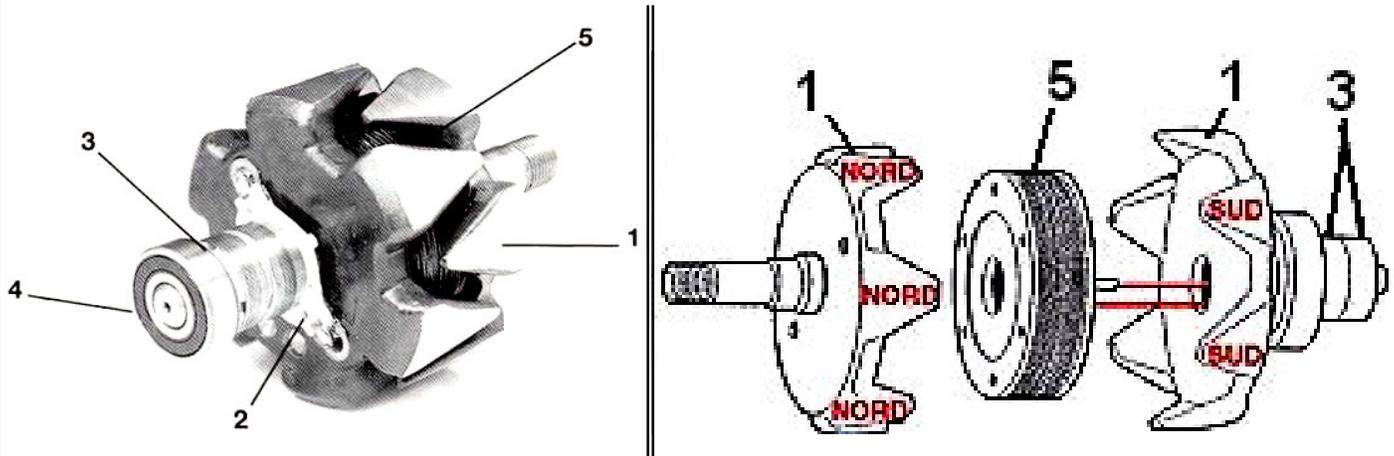
Fonctions de service :

Sous-système associés :



5.1 Le rotor ou inducteur :

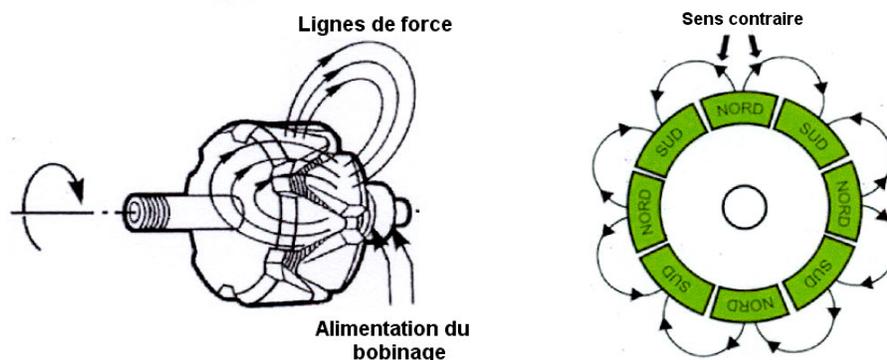
A. Constitution :



Repères	Désignations
1	Masses polaire (Pole nord ou sud)
2	Fixation bobinage
3	Collecteur (2 bagues)
4	Roulement
5	Bobinage de cuivre

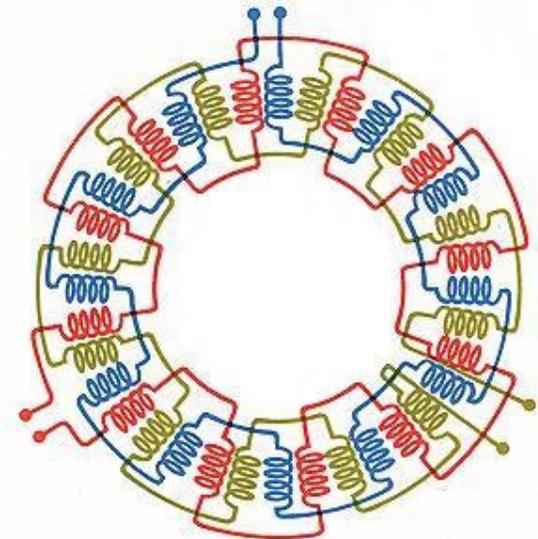
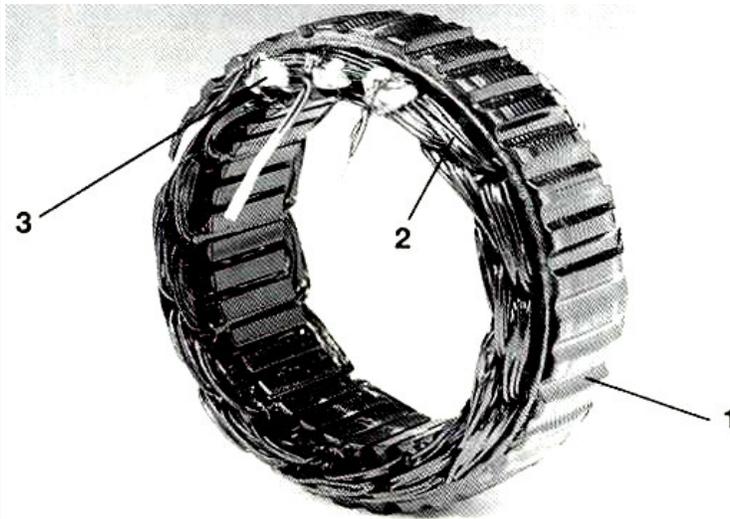
B. Fonctionnement :

- Les bagues collectrices reçoivent le courant **d'excitation** provenant du régulateur porte balais.
- Le bobinage étant parcouru par un courant, il crée un **champ magnétique**, c'est un **électro-aimant**
- Ce champ magnétique est canalisé par les masses polaire qui **l'amplifie** et le **dirigent** vers le stator. Elles sont toujours par nombre **paire** et généralement par douze, six nord et six sud
- Il peut tourner jusqu'à **14000 tr/min** grâce au rapport de démultiplication des poulies. Il tourne à plus de **1000 tr/min** quand le moteur est au ralenti afin de **débiter suffisamment**



5.2 Le stator ou induit :

A. Constitution :



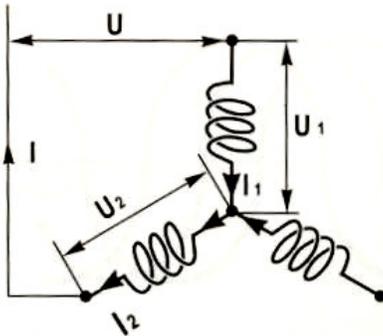
Repères	Désignations
1	Support (rondelle)
2	Trois bobinages décalés
3	Sorties des bobinages

B. Fonctionnement :

- Il se trouve en permanence sous l'influence du **champ magnétique** du rotor. Lorsque celui-ci tourne, le champ magnétique **varie** sur les bobines qui créent **du courant**
- Le support sert de **rondelle** d'assemblage pour les paliers.
- Il existe deux branchements possible :
 - Le branchement en **étoile**
 - Le branchement en **triangle**

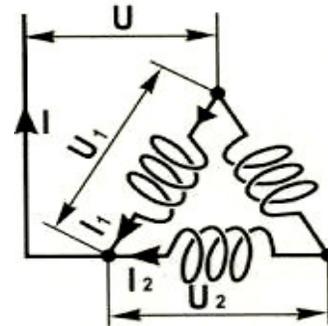
Comparatif branchement triangle et étoile :

Branchement étoile :



- Dans ce branchement, la **tension** U est mesurée entre **deux phases**, les bobinages sont donc branchés en **série**
- Les **tensions** s'additionnent et l'intensité totale reste **la même** dans tout le circuit

Branchement triangle :



- Dans ce branchement, la **tension** U est mesurée sur **une phase**, les bobinages sont donc branchés en **dérivation**
- Les **intensités** s'additionnent et la tension reste **constante**

	Vitesse alternateur	Tension	Intensité possible
Étoile	1000 tr/min	14 V	30 A
	2000 tr/min	17 V	35 A
Triangle	1000 tr/min	9 V	47 A
	2000 tr/min	14 V	62 A

➤ Dans un alternateur, la tension et l'intensité **augmentent** avec la vitesse. La tension dans un véhicule automobile est **limitée à 12 V**, en revanche les **besoins en intensité** augmentent avec le nombre de **consommateurs**

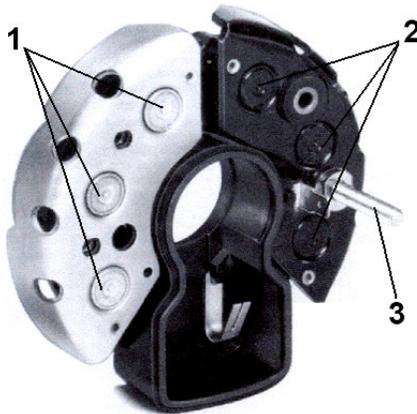
➤ **CONCLUSION :** Le branchement en **triangle** est le plus répandu car à vitesse équivalente, il génère plus d'intensité

➤ **Remarque :** Pour reconnaître un stator étoile d'un stator triangle, il suffit de compter les sorties de fils :
 - **3 sorties** pour le triangle
 - **3 sorties plus 1 point commun** reliant les trois bobinages pour l'étoile

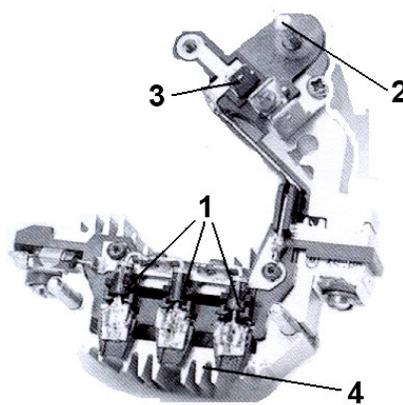
5.3 Le pont redresseur ou pont de diode :

A. Constitution :

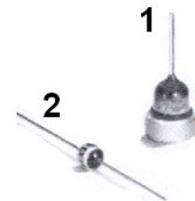
➤ Il est composé de trois diodes **positives**, trois diodes **négatives** et, selon le système, trois diodes **d'amorçage**



1. Diode négative
2. Diode positive
3. Sortie + batterie

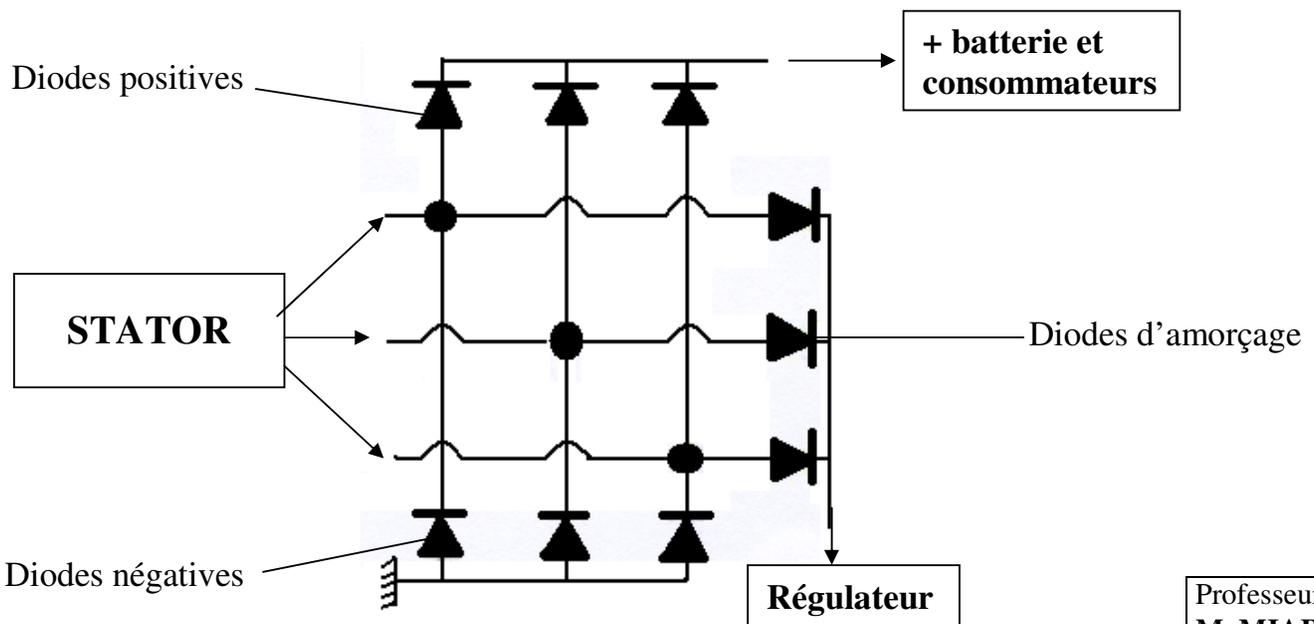


1. Diode d'amorçage (trio)
2. Sortie + batterie
3. + excitation
4. Profilé de refroidissement



1. Diode de puissance
2. Diode d'amorçage

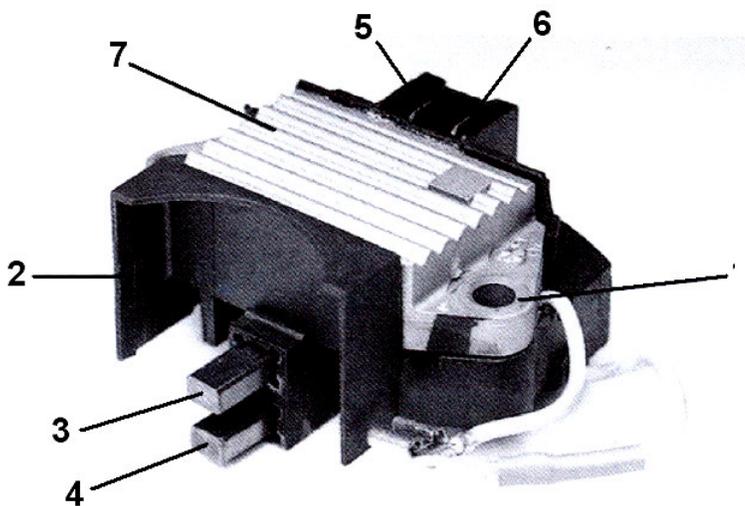
B. représentation schématique :



5.4 Le régulateur porte balais :

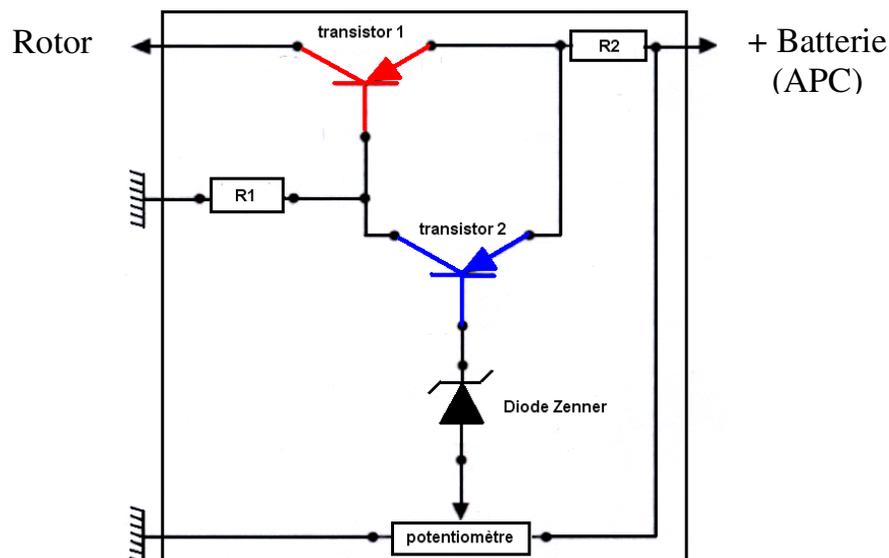
- L'alternateur monte en production de tension avec **la vitesse**. La batterie et les consommateurs ne peuvent recevoir plus d'une certaine tension sous peine de **destruction**. La régulation de tension se fait par **coupure de l'excitation** du rotor autour de **14 V** mesuré à la batterie
- Le régulateur utilise les propriétés combinées des **transistors** et de la **diode Zener** pour piloter l'excitation

A. Constitution :



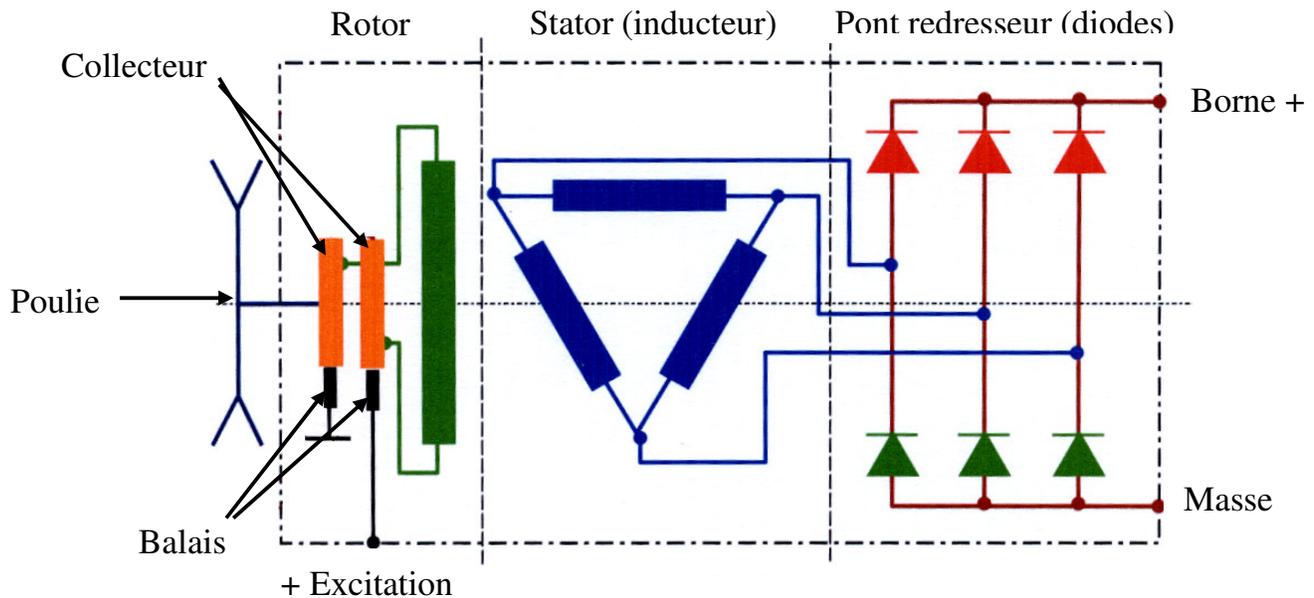
Repère	Désignation
1	Régulateur
2	Porte balais
3	Balais négatif
4	Balais positif
5	+ excitation
6	Commande témoin

B. Représentation schématique :

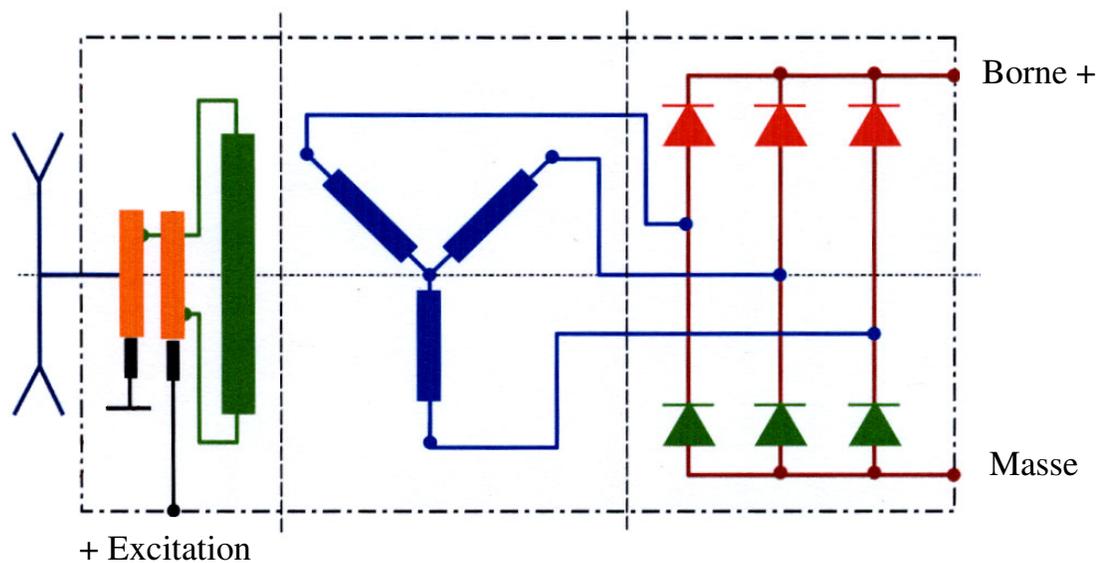


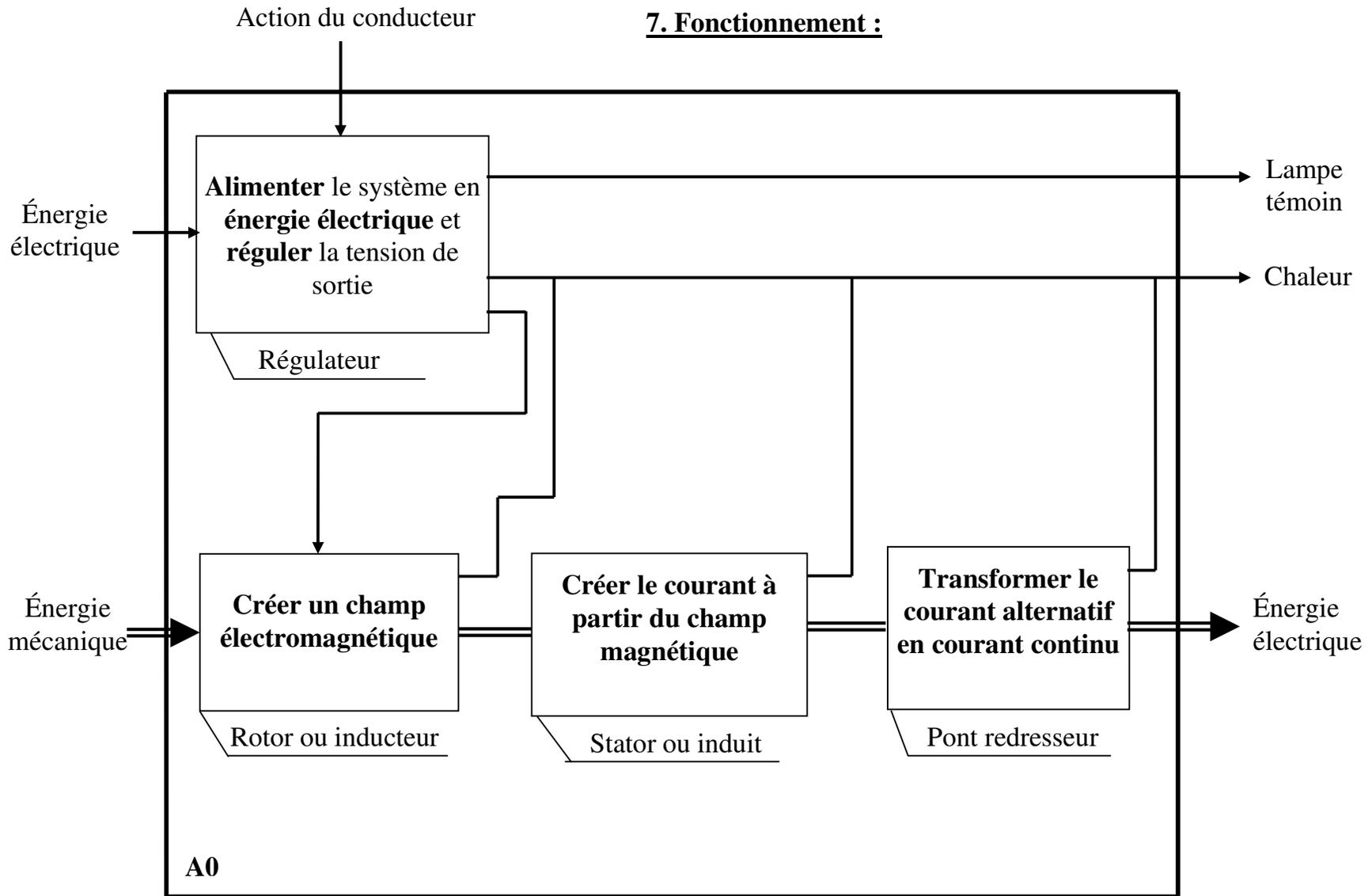
6. Schémas de l'alternateur :

6.A Branchement en triangle :



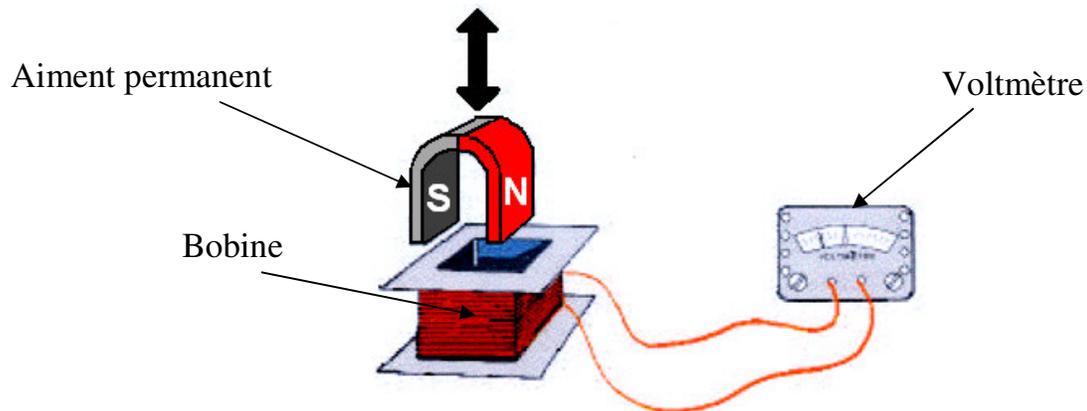
6.B Branchement en étoile :



7. Fonctionnement :

7.1 création du courant

A. Principe avec une bobine:



➤ Le **mouvement** de l'aimant à l'intérieur de la bobine, entraîne l'apparition d'une **tension** (force électromotrice F.E.M) aux bornes du bobinage.

➤ Cette **force électromotrice** est **induite** dans le bobinage et dépend :

- De l'**intensité** du champ magnétique
- Du **sens** de déplacement
- De la **durée** du déplacement

➤ **CONCLUSION** : **Magnétisme + Mouvement = Électricité** c'est la loi de **LENZ**

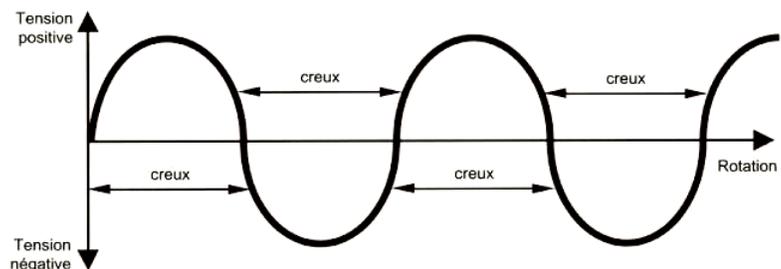
$$e = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

e : Force électromotrice en volts (V)

$\Delta \Phi$: Variation de flux magnétique en Weber (Wb)

Δt : Variation du temps en secondes (s)

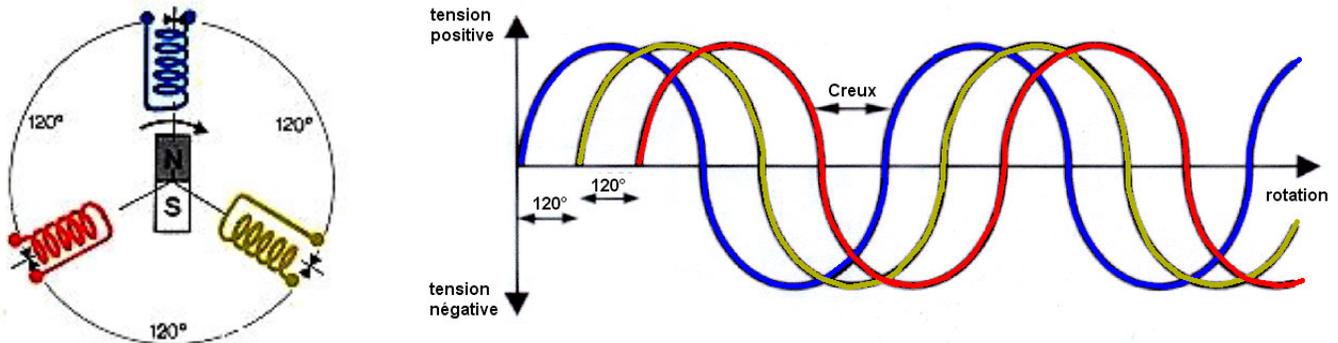
Un seul bobinage sur le stator produit un courant appelé courant **monophasé**



➤ Ce courant présente de bonnes caractéristiques de **tension** mais pas **d'intensité**, du fait des « **creux** » entre chaque alternance

B. Création de courant avec trois bobines :

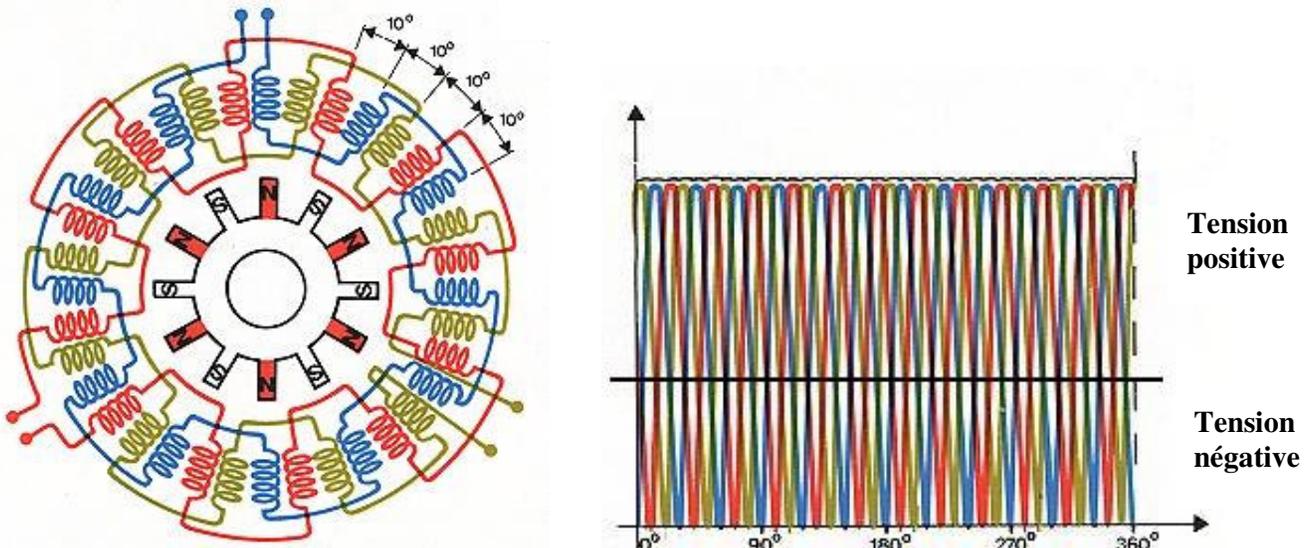
➤ Dans le cas de l'alternateur, l'inducteur **tourne** et l'induit possède **trois** bobines décalées à 120°



➤ Les trois phases ont comblés partiellement les creux et le courant est **plus fort** en intensité, il s'agit d'un courant **triphase**

C. Création de courant avec trois bobines divisées :

➤ Pour **diminuer** les ondulations et **combler** d'avantage les creux, l'alternateur possède un rotor qui crée plusieurs **champ magnétique** et les stators sont divisés en **trois** groupes de **12** bobines en **séries**



➤ Chaque bobinage est enroulé en **sens inverse** de ses voisins afin que leurs courant s'**ajoutent** puisque si l'un est sous l'influence d'un pôle **nord**, l'autre est sous l'influence d'un pôle **sud**

➤ On obtient **36** alternances par tour, il en résulte un courant très peu ondulé mais avec toujours une alternance **négative**.

7.2 Redressement du courant :

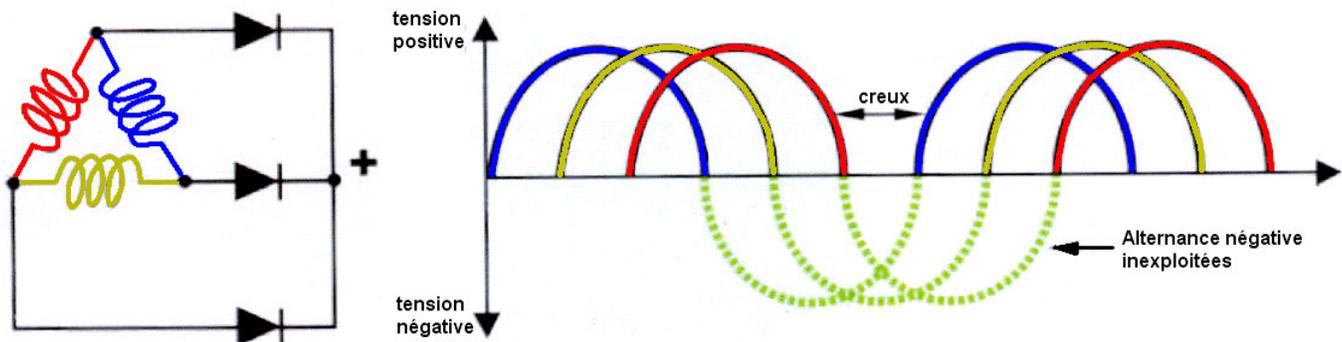
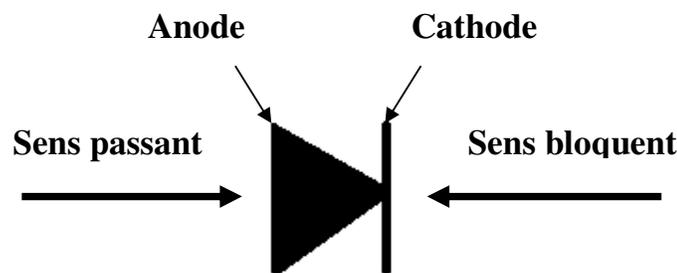
➤ La batterie et la plus part des consommateurs ne peuvent fonctionner en courant alternatif. Il est donc nécessaire de le **transformer** en courant **continu**

A. Principe :

➤ A la sortie du stator, pendant une période, le courant change 2 fois de sens :

- Une alternance **positive**
- Une alternance **négative**

➤ Le pont de diode utilise les caractéristiques de la **diode redresseuse** pour empêcher le passage de l'alternance négative (la diode autorise le passage du courant de sens **positif** et non de sens **négatif**)

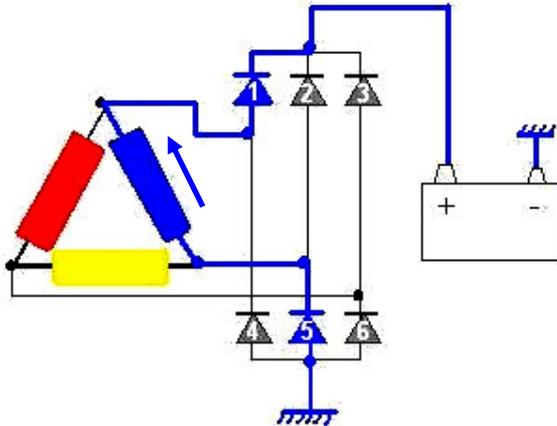


➤ D'après le sens des diodes, seules les alternances **positives** peuvent circuler

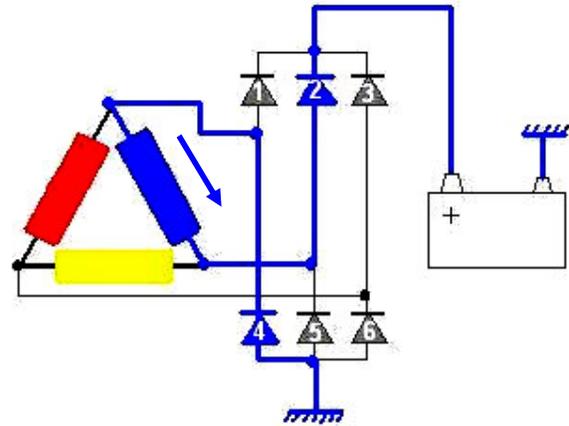
➤ Les alternances négatives ne sont pas utilisées, elles sont **perdue**. Dans le but d'utiliser l'énergie disponible pendant cette alternance, il faut réaliser **un pont de diodes**

B. Le pont redresseur (de diodes) :

Sens positif :

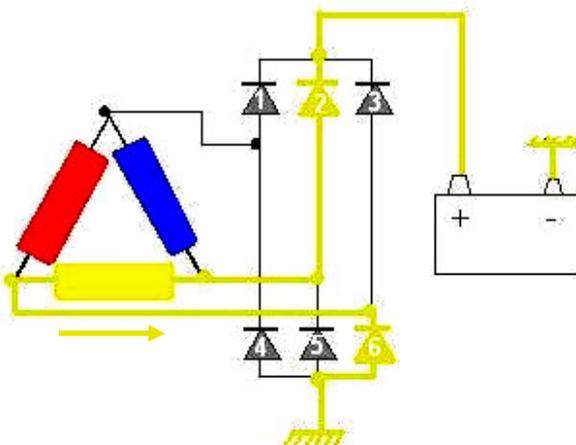


Sens négatif :

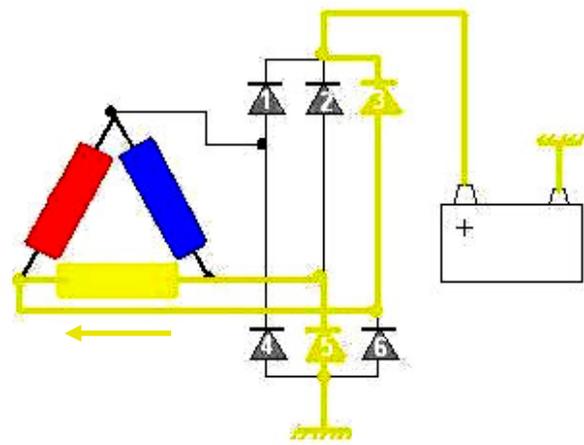


➤ Dans le sens positif, le courant sort par la **diode 1**, alimente la batterie et revient au bobinage par la **diode 5**. Dans le sens négatif, le courant sort par la **diode 2** et revient par la **masse** et la **diode 4**. Le courant **n'a pas changé de sens** dans la batterie.

Sens positif :

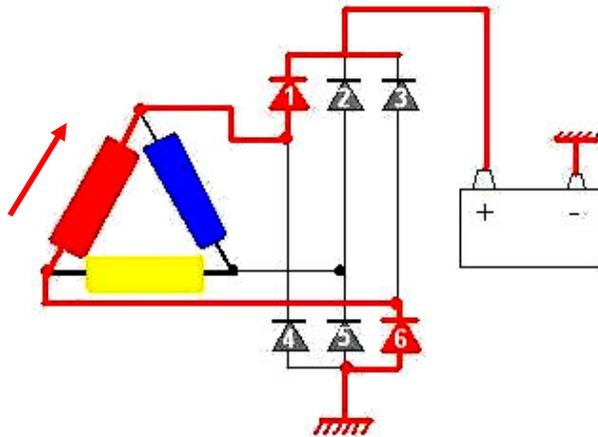


Sens négatif :

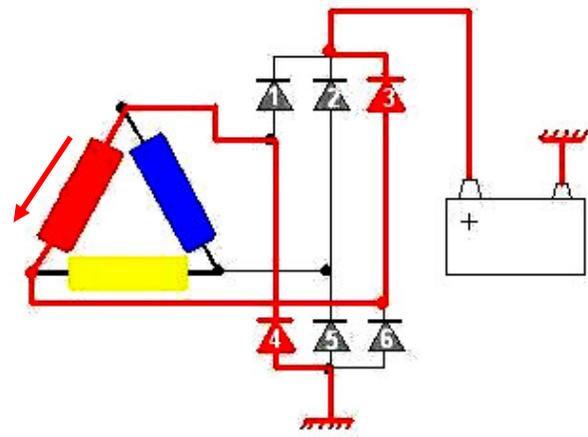


➤ Dans le sens positif, le courant sort par la **diode 2**, alimente la batterie et revient au bobinage par la **diode 6**. Dans le sens négatif, le courant sort par la **diode 3** et revient par la **masse** et la **diode 5**. Le courant **n'a pas changé de sens** dans la batterie.

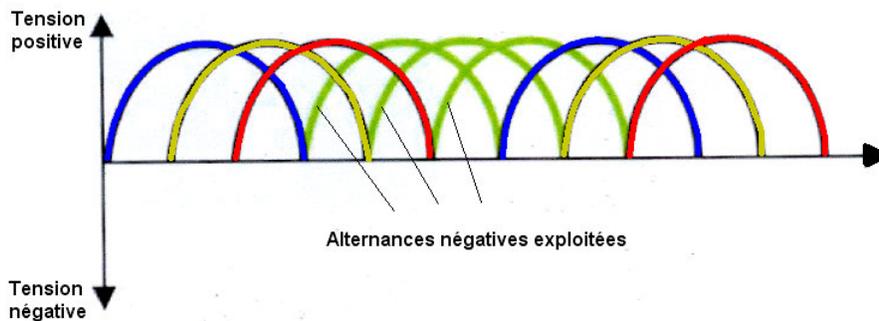
Sens positif :



Sens négatif :



➤ Dans le sens positif, le courant sort par la **diode 1**, alimente la batterie et revient au bobinage par la **diode 6**. Dans le sens négatif, le courant sort par la **diode 3** et revient par la **masse** et la **diode 4**. Le courant n'a pas changé de sens dans la batterie

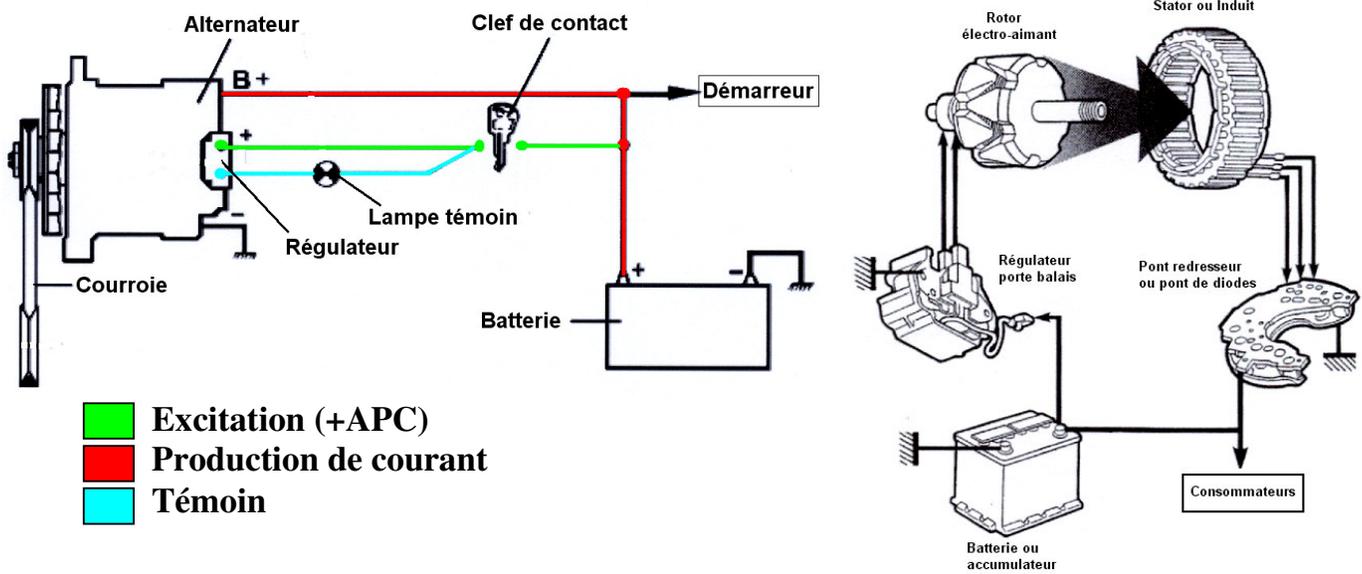


Exemple de courbe
après redressement
du courant

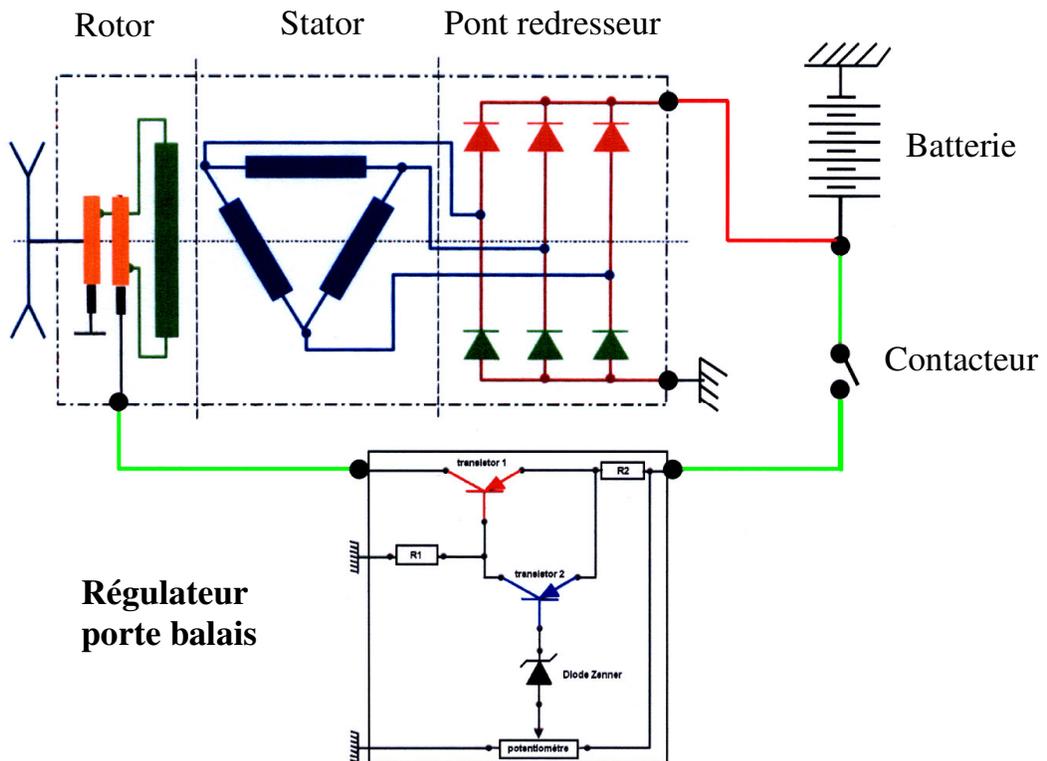
➤ Les alternances négatives sont **récupérées** et **exploitées**. Elles viennent combler les **creux**.
➤ La tension mesurée est uniquement **positive** et présente des caractéristiques **similaires** au courant **continu**

7.3 La régulation du courant :

A. Mise en situation :

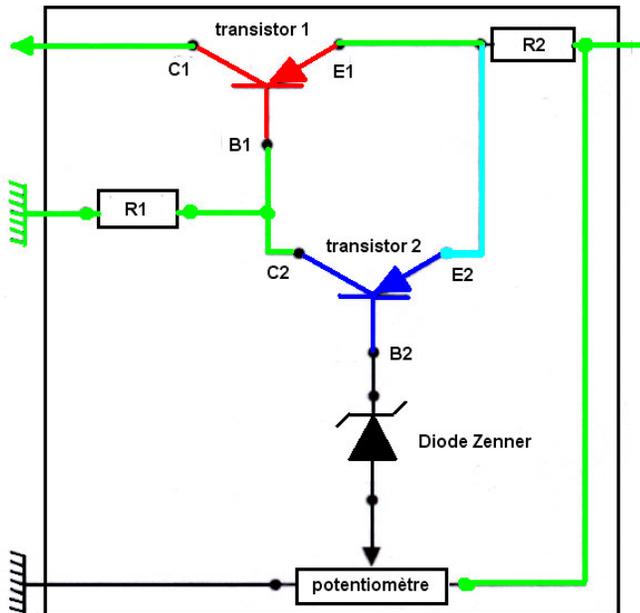


B. Schémas :



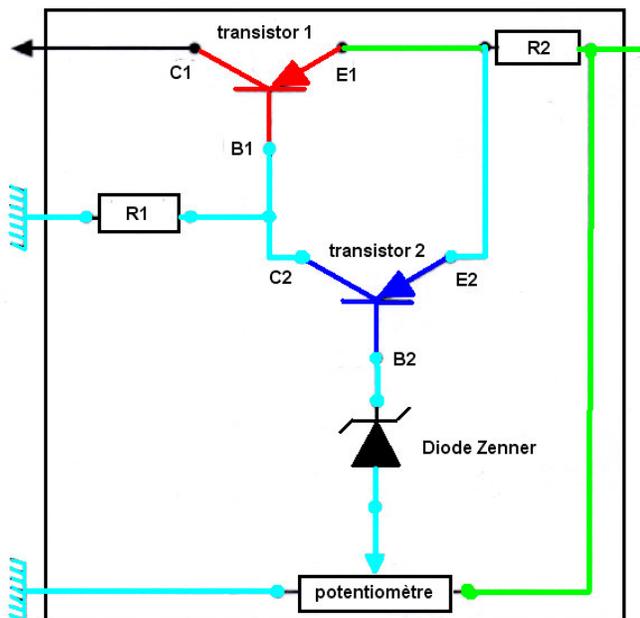
C. Fonctionnement :

C.1 Tension batterie inférieure à 14V :



- La tension de fonctionnement de la diode zenner **n'est pas atteinte** (14V), celle-ci ne laisse pas circuler le courant
- La **base** du transistor 1 (B1) est à la **masse** par la résistance 1. De ce fait, le transistor 1 est **passant** et autorise le passage du courant vers le **rotor**
- Il y a excitation, l'alternateur **charge**

C.2 Tension batterie supérieure à 14V :



- La tension est **supérieure** à 14V, la diode Zenner devient **passante**.
- Le transistor 2 devient **passant** et **alimente** la **base B1** du transistor 1.
- Le transistor 1 est **bloqué**, il n'y a plus **d'excitation**
- L'alternateur **ne charge plus**

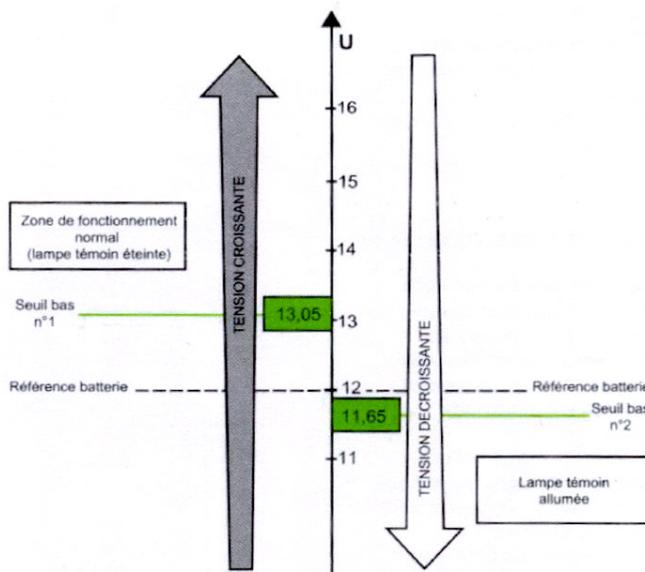
■ + Excitation

■ commande

D. Commande de la lampe témoin :

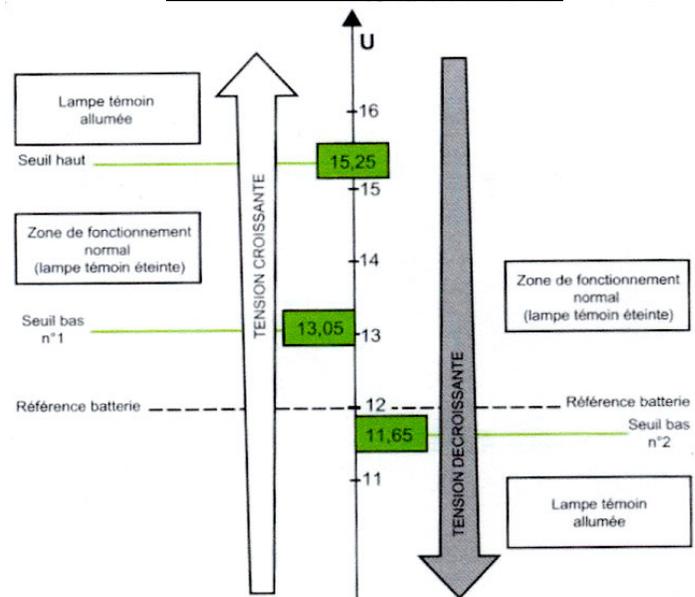
- Hormis la fonction régulation, le régulateur assure également l'interface entre la **lampe témoin** et la **masse** dont elle a besoin pour **s'allumer**.
- Il existe deux types de régulateur :
 - **Le régulateur mono fonction**
 - **Le régulateur multi fonction**

Régulateur mono fonction :



- Celui-ci se contente d'indiquer des **seuils minimums** provoquant l'allumage de la lampe en cas de **décharge**
- Le seuil bas n°1 correspond à **l'extinction** de la lampe dès que le véhicule **à démarrer**
- Le seuil bas n°2 correspond à **l'allumage** de la lampe en cas de **défaut de charge**

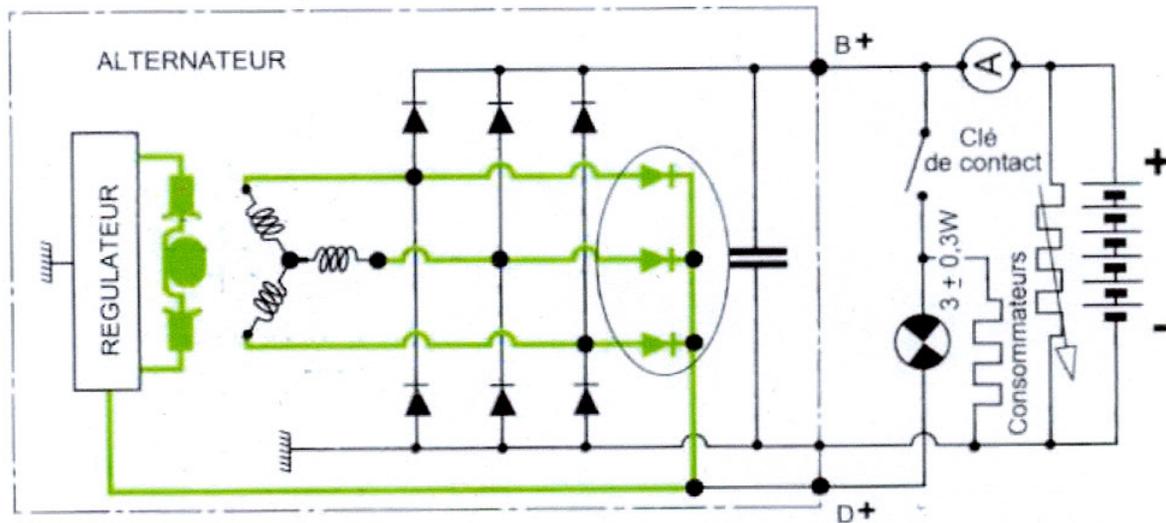
régulateur multi fonction :



- Celui-ci indique les **mêmes seuils** que le régulateur mono fonction ainsi que le **seuil haut**
- Le seuil haut correspond à une situation de **surcharge** (surtension). Si la tension excède 15,25V, la lampe **s'allume**

8. Le circuit d'amorçage :

- Certains alternateur ne sont pas équipés de 6 diodes mais **9**. Toujours 6 diodes de **puissance** et **3 diodes d'amorçage (trio)**
- Il peut commencer à produire sans excitation externe grâce au phénomène de **rémanence**. La rémanence est une propriété de certains métaux, qui leur permet de conserver une faible **aimantation** à partir du moment où ils ont été soumis à un **champ magnétique**. Le noyau de fer doux du **rotor** possède cette propriété



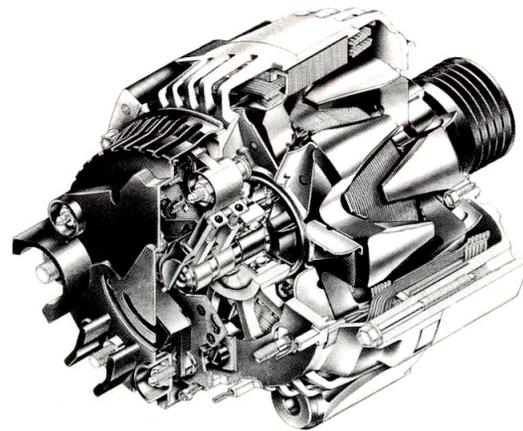
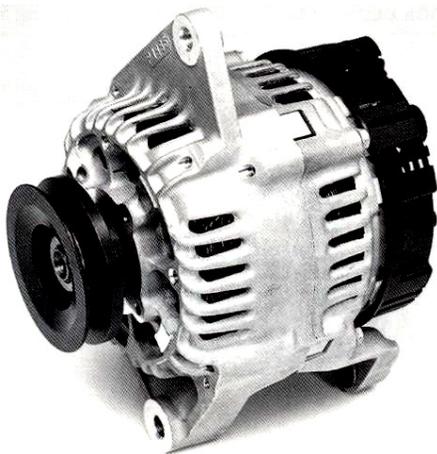
Circuit d'amorçage

- Dans le cas où la batterie serait totalement **vide**, elle présente une **résistance interne**, obstacle au **bouclage** du circuit si l'alternateur débite un très faible **courant**
- Ce très faible courant est produit dès la **rotation** de l'alternateur grâce au **magnétisme** rémanent du rotor
- Dès qu'il atteint **0.6 volts**, il peut franchir les **diodes d'amorçage** et **reboucler** sur le rotor.
- Ainsi, le champ magnétique du rotor **augmente**, la production de **courant** augmente et ainsi de suite. Dès que le courant est suffisamment fort pour vaincre la **résistance** interne de la batterie, il commence à la **charger**

9. Évolution :

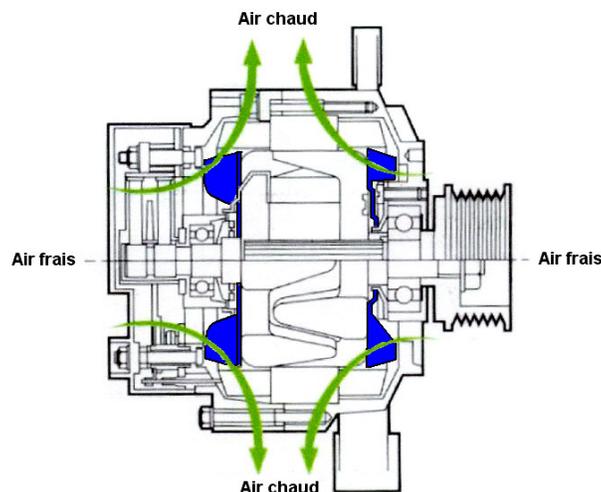
➤ Plus la technologie évolue et plus les véhicules ont une forte **consommation** de courant, il faut donc concevoir des alternateurs de plus en plus **puissant**. De ce fait, ils dégagent de plus en plus de **chaleur**

➤ Pour pallier à ces phénomènes, les équipementiers fabriquent des alternateurs à **ventilation interne**, permettant de mieux refroidir le système interne



➤ L'objectif de la ventilation interne est d'accélérer le refroidissement du pont de diodes, du stator, des bobinages et du régulateur très sollicités par le débit important : jusqu'à **180 ampères**

➤ Le principe retenu est celui de **deux ventilateurs** permettant d'**augmenter** le flux d'air de refroidissement



➤ Le ventilateur avant, soudé sur le **rotor**, aspire l'**air frais** par la façade avant, et oblige celui-ci à traverser le **bobinage** pour ressortir par les **ouïes** latérales optimisées aérodynamiquement

➤ Le ventilateur arrière, en plus de ce rôle, oblige l'air à passer sur les **diodes de redressement** et sur le **régulateur** afin de maintenir la température en dessous des **225°C**