

# Circuit de charge

## Généralités

Le circuit de charge est un circuit capable de fournir un courant électrique lorsque le moteur tourne. La valeur du courant dépend du régime moteur : plus le moteur tourne vite et plus le courant est important. Ce courant permet d'alimenter les appareils en utilisation tels que l'allumage du moteur, l'éclairage, la signalisation, la climatisation, la lunette dégivrante etc... et de **recharger la batterie** en cas de besoin. Comme on l'a déjà vu, la batterie est un réservoir d'électricité disponible à tout moment. Dans le cas particulier où le courant fourni par le circuit de charge est inférieur au courant consommé par les « consommateurs » du véhicule, ceux-ci puisent le complément d'électricité dans la batterie. Dans les conditions normales d'utilisation du véhicule, le circuit de charge suffit normalement pour satisfaire les besoins en courant électrique.

Cependant, des conditions particulières de fonctionnement peuvent se présenter.

On peut citer par exemple, le cas d'une circulation interrompue en ville et en période d'hiver. Ces conditions sont assez défavorables et les gros consommateurs de courant tels que la lunette dégivrante, l'éclairage code, les essuie-glaces et le chauffage restant branchés en permanence arrivent au total à consommer plus de courant que le circuit de charge ne peut en fournir. A ce moment là, le complément de courant est puisé dans la batterie... et il ne faut rien exagérer, sa capacité n'est pas inépuisable... Aussi, peut-on la soulager et remarquer au passage que le conducteur peut remédier en partie à cet état de fait, en n'oubliant pas de couper la lunette dégivrante, par exemple...

Le circuit de charge comprend pour l'essentiel un alternateur, un régulateur de tension, un indicateur de charge.

L'alternateur est un générateur de courant électrique. Son rôle est de transformer une énergie mécanique produite par la rotation du moteur, en une énergie électrique. Il est mis en rotation au moyen d'une poulie et d'une courroie de transmission.

Comme son nom le laisse supposer, l'alternateur fournit un courant alternatif (contrairement à la dynamo qui produit du continu). La batterie elle, n'accepte que du courant continu. Il faut donc « redresser » ce courant, c'est le rôle du redresseur, que nous verrons plus loin.

Le courant électrique doit répondre à une caractéristique : celle d'être **continue et avoir une tension** dont la valeur correspond à celle de la batterie. L'alternateur seul ne peut assurer cette condition, c'est pourquoi on lui adjoint un régulateur.

Voyons les différents composants :

— **Le régulateur de tension** est un petit appareil mécanique ou électronique, monté dans le circuit de l'alternateur de façon que celui-ci débite un courant **sous une tension constante**. Le régulateur est un dispositif **de réglage de la tension**.

— **L'indicateur de charge** peut se présenter sous différentes formes : il peut être un ampèremètre, un voltmètre thermique, une lampe témoin de charge.

Cet indicateur est monté sur le tableau de bord, de façon que le conducteur puisse avoir l'œil sur le bon fonctionnement du circuit de charge. Etant donné le rôle important joué par ce circuit, il est nécessaire que le conducteur soit prévenu immédiatement dès l'apparition d'un défaut de fonctionnement. En effet, un manque de charge entraînerait une **décharge de**

**la batterie et la panne** à court terme. Il va de soi que dès le signalement d'une anomalie, le conducteur doit savoir prendre ses dispositions en temps utile. Il peut agir en connaissance de cause, et se dépanner lui-même : il est possible qu'il ne suffise que de remplacer la courroie cassée, par celle qui était en réserve dans le coffre ! Il est bien agréable, tout de même, de pouvoir aller jusqu'au bout du chemin...

— **Le faisceau** indispensable à tout circuit électrique au moyen de fils, de cosse, de fiches, de connecteurs électriques.

## ALTERNATEUR

L'alternateur est un générateur qui a remplacé la dynamo, sous les capots des véhicules actuels, il permet de fournir le courant électrique nécessaire aux consommateurs, et de recharger la batterie en produisant à ses bornes un courant continu, c'est-à-dire un **courant redressé**.

La différence principale entre une dynamo et un alternateur consiste dans la façon d'obtenir un courant continu : avec la dynamo on utilise un collecteur à lames ; avec l'alternateur, des diodes de redressement.

Comme l'alternateur équipe les automobiles et les camions depuis de nombreuses années, nous allons décrire les circuits de charge avec alternateur. Ce générateur a été préféré à la dynamo pour les avantages qu'il offre :

- Débit plus élevé aux faibles vitesses de rotation du moteur.
- Vitesse de rotation maximale plus élevée : 12 000 tr/mn au lieu des 6 000 tr/mn de la dynamo. Avec l'alternateur, le débit électrique commence à se faire sentir dès que le moteur tourne au ralenti.
- Puissance plus grande dans un encombrement et un poids équivalents.

- Suppression du collecteur de la dynamo (donnant lieu à une usure assez rapide des charbons) remplacés par des diodes de redressement inusables.

- Etant autolimitateur de courant de par sa conception, il utilise un régulateur de tension simplifié : suppression du conjoncteur-disjoncteur et du limiteur d'intensité indispensables dans un régulateur pour dynamo.

## DESCRIPTION

Les parties constituant un alternateur classique sont :

1. Le rotor (ou inducteur) : il comprend la pièce cylindrique centrale entraînée en rotation par la poulie solidaire de l'axe. L'axe est monté sur deux roulements pour tourner librement. Le bobinage est alimenté par deux bagues lisses sur lesquelles frottent deux petits balais, conduisant le « courant d'excitation » : c'est le courant d'alimentation de l'inducteur. Le passage de courant dans l'inducteur (fil bobiné à l'intérieur des griffes), crée un champ magnétique dans les pôles métalliques, présentés sous forme de griffes.

2. Le stator (ou induit) : un gros fil de cuivre est bobiné sur la cage fixe selon un enroulement monophasé ou triphasé.

3. Les diodes de redressement fixées sur un radiateur (pour dissiper les calories) dans le palier arrière.

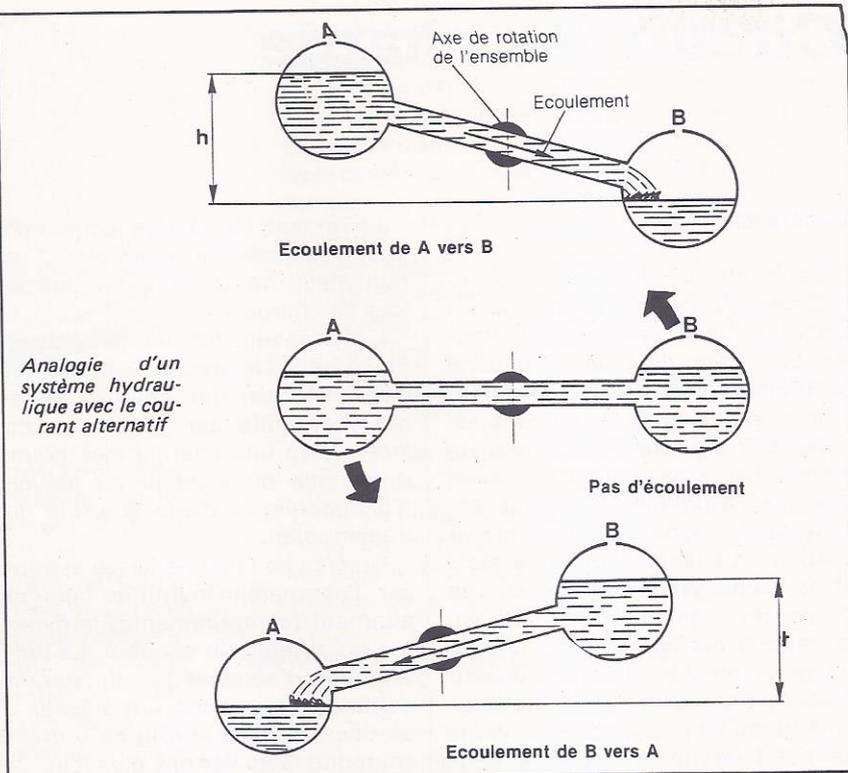
4. Les paliers (ou flasques) avant et arrière d'assemblage du rotor et du stator au moyen de vis.

5. Un ventilateur de refroidissement monté derrière la poulie d'entraînement du rotor.

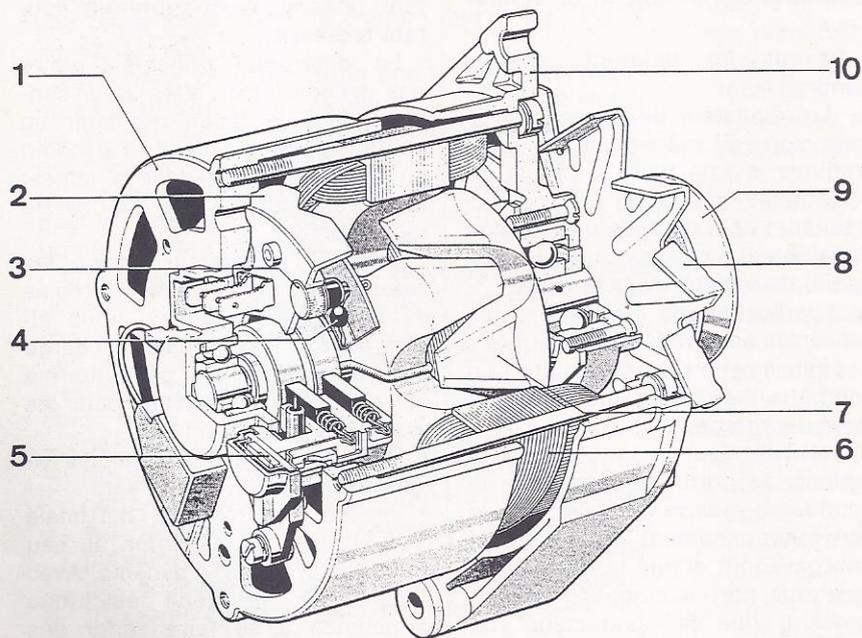
## Principe de fonctionnement

L'alternateur est une génératrice basée sur la propriété des phénomènes de self induction. De par sa conception, il produirait un courant alternatif s'il n'y avait les diodes de redressement.

Comme dans le cas d'une différence de potentiel on peut faire une analogie hydraulique avec le courant alternatif. Considérons deux boules A et B reliées entre elles par un tube articulé en son milieu, lui permettant d'osciller autour de sa position d'équilibre horizontale. Les boules contiennent de l'eau, comme le montre le dessin. Si on élève la boule A, plus haute que la boule B, l'eau s'écoule dans le tube de A vers B ; A ayant un **potentiel hydraulique po-**



Analogie d'un système hydraulique avec le courant alternatif

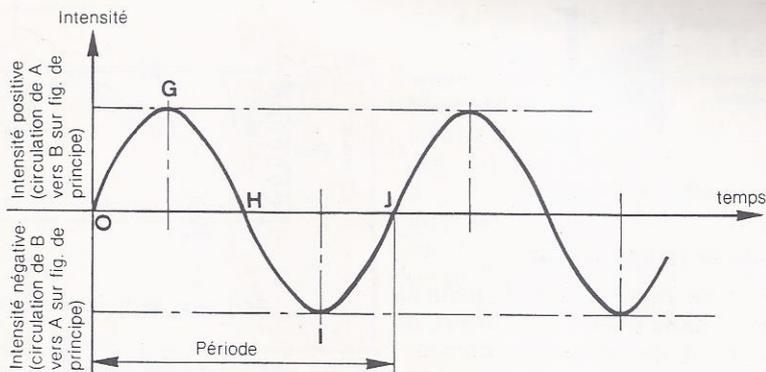


Vue d'un alternateur : 1. Flasque arrière (côté bagues collectrices) - 2. Support de diodes - 3. Diode de redressement de puissance - 4. Diode d'excitation - 5. Régulateur incorporé et porte-balais - 6. Stator (induit) - 7. Rotor (inducteur) - 8. Ventilateur de refroidissement - 9. Poulie d'entraînement - 10. Flasque avant (côté entraînement)

positif par rapport à celui de B en fonction de la différence « h » des niveaux. Ensuite, la boule A descend pendant que la B monte. Au moment précis où les deux boules se trouvent au même niveau, les potentiels sont égaux (neutres) et l'eau cesse de s'écouler de A vers B. Si la boule B continue de monter, l'écoulement de l'eau change de sens, de la boule B vers la boule A; l'eau de la boule B ayant cette fois un potentiel hydraulique positif par rapport à celle de la boule A. Si l'on entretient le mouvement de basculement, la boule A remonte de nouveau, l'eau s'immobilise dans la position horizontale et s'écoule ensuite de A vers B et ainsi de suite... On voit que le mouvement de l'eau est alternatif, c'est-à-dire qu'il change de sens en passant par une position neutre (horizontale dans ce cas).

Si on se rapporte maintenant à une portion de circuit AB alimenté par du courant alternatif (comme avec l'exemple hydraulique), à un moment donné, le point A a un potentiel électrique positif par rapport à B (le courant circule alors de A vers B). Au bout d'un laps de temps qui est d'ailleurs très court, les points A et B seront au même potentiel et le courant ne circule donc plus. Immédiatement après, le point B aura un potentiel positif par rapport à A et le courant circule en sens inverse (la d.d.p.) s'annulera, le point A retrouvera un potentiel positif par rapport à B et ainsi de suite... Le courant circule donc alternativement de A vers B et de B vers A, d'où l'appellation de « courant alternatif ».

Le temps pendant lequel le courant circule dans un sens donné s'appelle : « une alternance », ou demi-période. Selon le sens, elle peut être positive ou négative. Le temps correspondant au passage



Représentation graphique du courant alternatif

de courant dans un sens et dans l'autre s'appelle : « période ». Le nombre de périodes par seconde détermine la fréquence de courant. On peut parler aussi, en passant, du courant domestique. En France, la fréquence est de 50 Hz, c'est-à-dire que le courant passe 50 fois dans un sens et 50 fois dans l'autre pendant une seconde ! (L'unité de fréquence est le Hertz, symbole Hz).

#### Pourquoi faut-il redresser le courant

L'inducteur dans un alternateur joue le rôle d'aimant. Il possède donc un pôle nord et un pôle sud. De plus il tourne pour engendrer

les variations de flux qui vont créer les courants de self-induction dans l'induit. Si cet aimant est placé dans l'axe vertical N-S, appelé ligne neutre, on voit sur la figure que le pôle N se trouve en haut et le pôle S en bas. Le champ magnétique circule dans un sens donné, ce qui provoque un courant induit dans le stator. Comme lui, il a un sens donné. Mais puisque l'inducteur tourne, à un certain moment, les pôles N, S, vont se trouver inversés (pôle N en bas, pôle S en haut) juste au moment où l'aimant se place verticalement, dans la ligne neutre. Le courant induit circulant dans le stator (induit) va donc changer de sens à ce moment là. L'alternateur est le siège

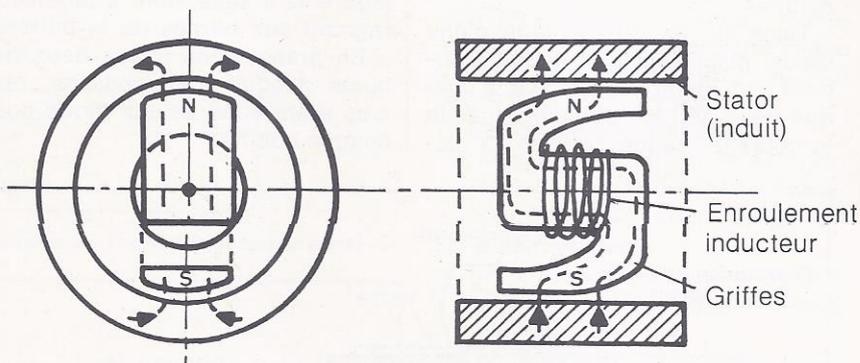
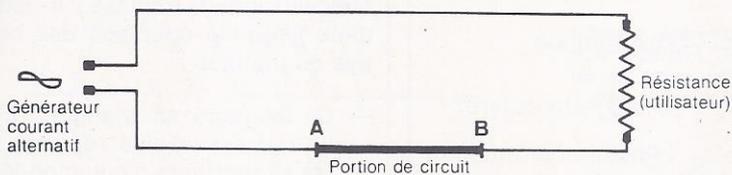
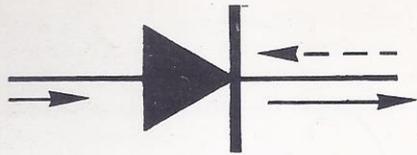


Schéma de principe du rotor à griffes



Considération d'une portion de circuit AB dans lequel circule un courant alternatif

d'un courant alternatif qu'il est nécessaire de redresser, étant donné que la batterie à deux bornes polarisées + et - pour délivrer ou recevoir un courant polarisé, c'est-à-dire un courant continu.



Symbole de la diode

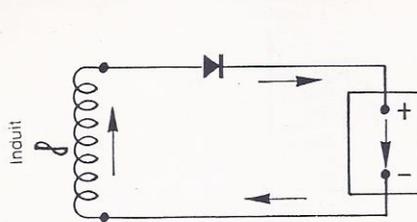
### Diode de redressement

Afin de redresser le courant alternatif généré par l'alternateur, on utilise un élément électronique : la diode.

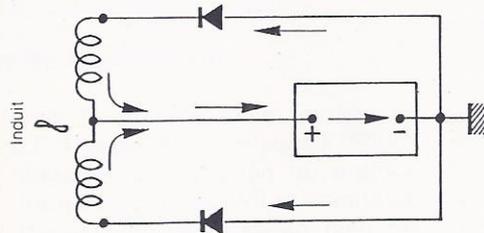
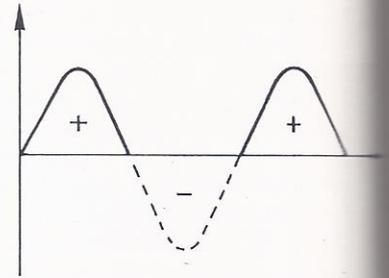
Une diode peut être comparée à un clapet. Elle laisse passer le courant dans un sens unique, mais dans l'autre, elle s'y oppose totalement. Le symbole de la représentation d'une diode montre un triangle dont le sommet indique, comme une flèche, le sens du courant. Le petit trait vertical symbolise la barrière qui s'oppose au passage du courant, en sens inverse.

Une diode est constituée essentiellement d'une pastille au germanium ou au silicium conditionnée spécialement dans un corps en cuivre et reliée à une connexion. Lorsqu'elle est traversée par un courant important (comme celui d'un alternateur) il ne faut pas oublier qu'elle est le siège d'une élévation de température de fonctionnement et qu'elle doit être obligatoirement montée sur un radiateur de refroidissement, pour évacuer ses calories.

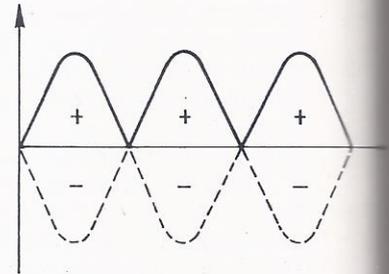
Dans le cas du montage d'une diode, placée dans le circuit alternatif d'un induit monophasé, à chaque demi-période pendant laquelle le courant change de sens, la diode



Rôle d'une seule diode dans le circuit alternatif d'un induit monophasé



Rôle de deux diodes dans le circuit alternatif d'un induit monophasé



de s'oppose à son passage. Le montage judicieux de la diode consiste à l'orienter de façon qu'elle ne laisse passer que l'alternance positive. On voit sur le graphique correspondant, que l'alternance négative est purement et simplement supprimée. De plus, la diode étant montée en opposition sur le + batterie, elle interdit au courant de la batterie de circuler dans l'induit. Si l'on veut que le courant généré par l'induit circule dans la batterie, il faut que sa tension soit légèrement supérieure à la tension régnant aux bornes de la batterie.

En pratique, on utilise deux bobines d'induit monophasées, réunies entre elles, et une diode pour chaque bobine.

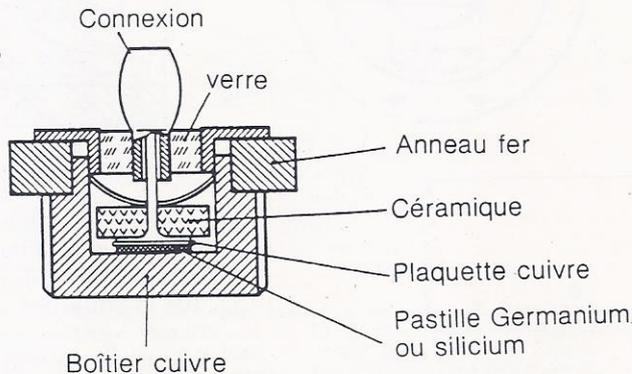
Avec ce système, on remédie au temps (demi-période) durant lequel l'alternance négative serait supprimée comme dans le cas du circuit précédent (1 bobine, 1 diode) et où on a une intensité nulle, donc une charge nulle.

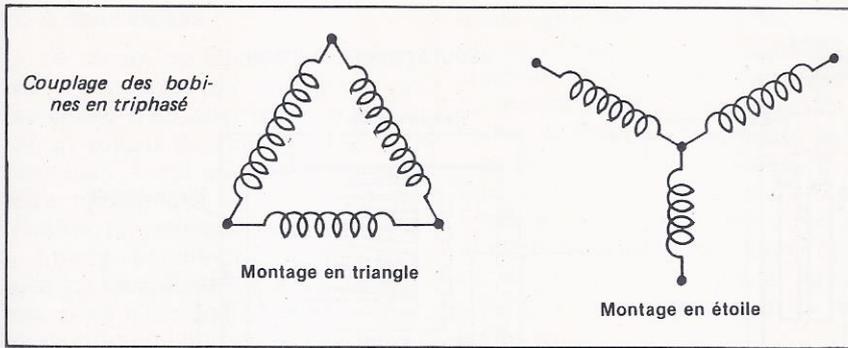
Par contre, lorsqu'une bobine produit une alternance positive, l'autre a son alternance négative supprimée et inversement lorsque les phases s'inversent dans les bobines. Si la batterie ne subit plus de coupure nette de charge pendant l'alternance négative, par contre, cette dernière fonctionne un peu par à-coups, car on est en présence d'un courant unidirectionnel (toujours positif), mais qui passe par des points zéro de l'intensité. Ce phénomène d'ondoiement est d'autant plus sensible que le moteur tourne lentement.

Pour remédier au phénomène d'ondoiement de l'intensité fournie par un induit monophasé, on fabrique un induit triphasé. Il existe deux types de couplage des bobines en triphasé :

- Le montage en triangle : c'est lui qui est le plus répandu sur les alternateurs d'automobiles.
- Le montage en étoile.

Constitution d'une diode classique



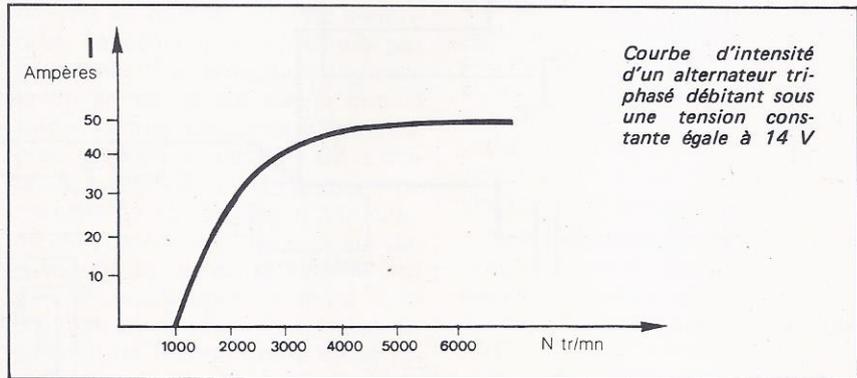


me de sa tension qui s'élève rapidement avec l'augmentation de vitesse, pour atteindre des valeurs dangereuses pour un circuit de voiture et pour l'alternateur lui-même (tension de claquage). Il est donc **nécessaire de réguler la tension**. Pour cela, il existe deux grandes familles de régulateurs :

- les régulateurs électromagnétiques à contact vibrant;

### Alternateur triphasé

Le principe est le même qu'en monophasé, avec le redressement des alternances négatives, mais lorsque l'intensité d'une phase chute, elle est relayée immédiatement par l'intensité de la phase suivante, etc... A la finale, on obtient un courant très légèrement ondulé, pratiquement continu (sans variations importantes comme dans le cas du monophasé). Il faut remarquer aussi, que pour un encombrement égal, un alternateur triphasé apporte un gain de puissance appréciable.



quence. Donc si la vitesse de l'alternateur augmente, l'impédance augmente en même temps, ce qui fait qu'inversement le courant diminue. Il n'est donc pas nécessaire de réguler l'intensité du courant, en fonction de la vitesse comme le montre la courbe de débit.

- les régulateurs électroniques qui sont désignés aussi Régulateur Electronique Incorporé (sigle : R.E.I.).

### REGULATEUR DE TENSION

L'induit d'un alternateur étant un bobinage, il possède une résistance et une inductance (résistance apparente) qui varie avec la fréquence.

Si un alternateur est **autolimitateur de courant**, il n'en est pas de même.

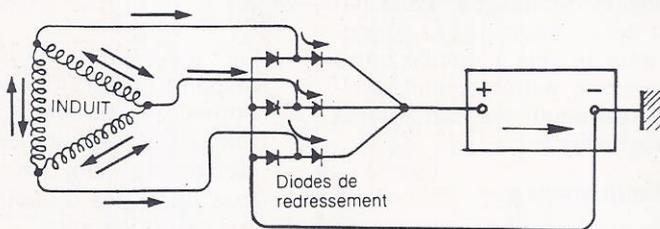
### REGULATEUR ELECTRO-MAGNETIQUE A CONTACT VIBRANT

#### 1. A un étage

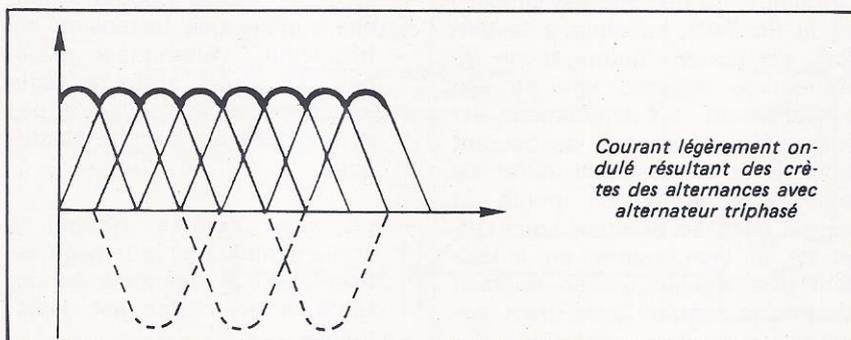
Le circuit de charge correspondant à ce type de régulateur est constitué d'un alternateur monophasé et d'un voltmètre thermique (mais l'alternateur aurait pu tout aussi bien être triphasé).

Ce régulateur comprend :

- Une bobine en fil fin comportant dans son centre un noyau de fer doux pour former un électro-aimant;
- Une palette mobile, avec son grain de contact et son ressort de rappel;
- La résistance de réglage : R1;
- La résistance de compensation thermique : R2.
- La résistance d'absorption de l'étincelle entre les grains de contact : R3.

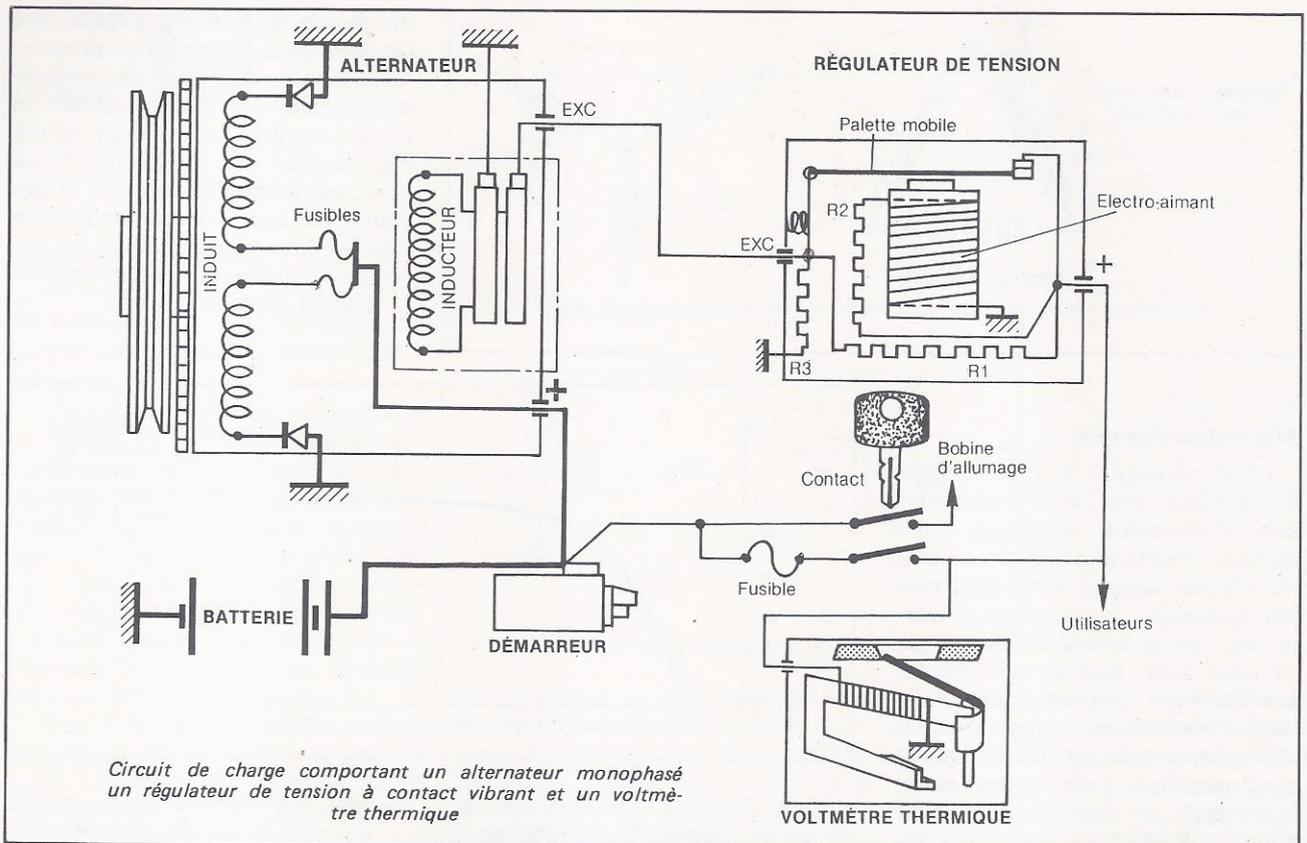


Montage des diodes de redressement sur un alternateur triphasé (montage en pont)



### Fonctionnement

Dès la fermeture du contact, le courant de la batterie circule à



travers le fusible, le contact, la borne + du régulateur, les grains de contact, les bornes EXC du régulateur et de l'alternateur et au moyen des deux petits charbons frottant sur les bagues, arrive dans l'inducteur. Dès que l'alternateur commence à tourner, il débite et il augmente la tension aux bornes de la batterie. Parallèlement, la tension augmente dans les circuits et en particulier dans l'enroulement fil fin de l'électro-aimant du régulateur. La force d'attraction, qu'il exerce sur la palette mobile, devient supérieure à celle du ressort de rappel, ce qui a pour conséquence de décoller les grains de contact. Le courant d'excitation de l'inducteur qui ne peut plus passer entre les contacts, est obligé de circuler à travers la résistance R1 dans laquelle il se produit une chute de tension. Le courant, dans l'inducteur, diminue et la tension débitée par l'induit aussi, ce qui diminue la force de l'électro-aimant et relâche la palette mobile jusqu'à ce que les contacts se touchent à

nouveau. Le courant dans l'inducteur augmente, ainsi que la tension débitée par l'alternateur, ce qui décolle à nouveau la palette du contact mobile... et le cycle recommence.

La tension débitée par l'alternateur est donc régulée par le régulateur, dont la valeur oscille entre deux tensions extrêmement voisines, représentant les battements du contact vibrant.

#### Voltmètre thermique

L'indicateur de charge, utilisé dans ce circuit, est un voltmètre thermique. Le principe est simple : un fil fin isolé, sensible à la tension, est enroulé autour d'une lame qui se déforme lors de son échauffement. L'échauffement est obtenu par le passage du courant dans le fil fin résistant (effet de joule). Plus la tension monte, et plus la lame se déforme sous l'effet de la température, entraînant une aiguille qui se déplace devant un cadran avec trois zones.

Le voltmètre thermique est réglé sur la tension régulée, c'est-à-dire moteur tournant, quand l'alternateur débite. Le positionnement de l'aiguille devant l'une des trois zones correspond aux indications suivantes :

- La zone blanche du milieu correspond à un fonctionnement normal : l'alternateur débite, le régulateur régule, les circuits électriques sont en bon état (pas de pertes de courant dues aux courts-circuits).
- La zone colorée (rouge) à gauche signale que la tension est trop faible : l'alternateur ne débite pas ou pas assez; le régulateur est dérégulé; il y a des pertes dans les circuits électriques.
- La zone colorée (rouge) à droite signale que la tension est trop forte : le régulateur est dérégulé ou sa masse est défectueuse.

## 2. A deux étages

Le circuit de charge correspondant à ce type de régulateur est constitué d'un alternateur triphasé et un voyant de charge (mais l'alternateur aurait pu tout aussi bien être monophasé et le voyant de charge, un voltmètre thermique).

Le régulateur vibrant à deux étages est semblable à celui à un étage, si ce n'est qu'il comporte trois grains de contact au lieu de deux. Comme lui, il comporte une résistance de réglage R1, une résistance de compensation thermique R2, une résistance d'absorption R3.

### Fonctionnement

Dès la fermeture du contact, le courant de la batterie alimente directement l'inducteur à travers le contact C1 du régulateur (excitation maximale ou excitation plein champ). Dès la mise en route du moteur, l'alternateur débite et la tension aux bornes de la batterie augmente. Plus l'alternateur tourne vite et plus la tension monte jusqu'à ce que l'attraction magnétique de l'électro-aimant soit suffi-

sante pour attirer la palette mobile : le contact C1 est ouvert. L'inducteur est alors alimenté à travers la résistance R1, ce qui réduit la valeur du courant d'excitation dans l'inducteur, et par conséquent la tension diminue. La force d'attraction de l'électro-aimant décroît aussi, le contact C1 se rétablit et le cycle recommence d'une façon analogue à un régulateur à un étage.

Dans le cas où l'alternateur tourne vite et que les circuits électriques ne consomment presque pas (non sollicités), la tension augmente davantage. Etant donné que la force d'attraction sur la palette est plus grande, le contact C2 s'établit. L'inducteur qui a les deux extrémités de son bobinage à la masse est court-circuité, le courant devient nul. Le débit de l'alternateur décroît rapidement, la force d'attraction se relâche, le contact C1 s'établit de nouveau et le cycle recommence.

Comme dans le cas précédent, la tension régulée oscille entre deux valeurs extrêmement voisines.

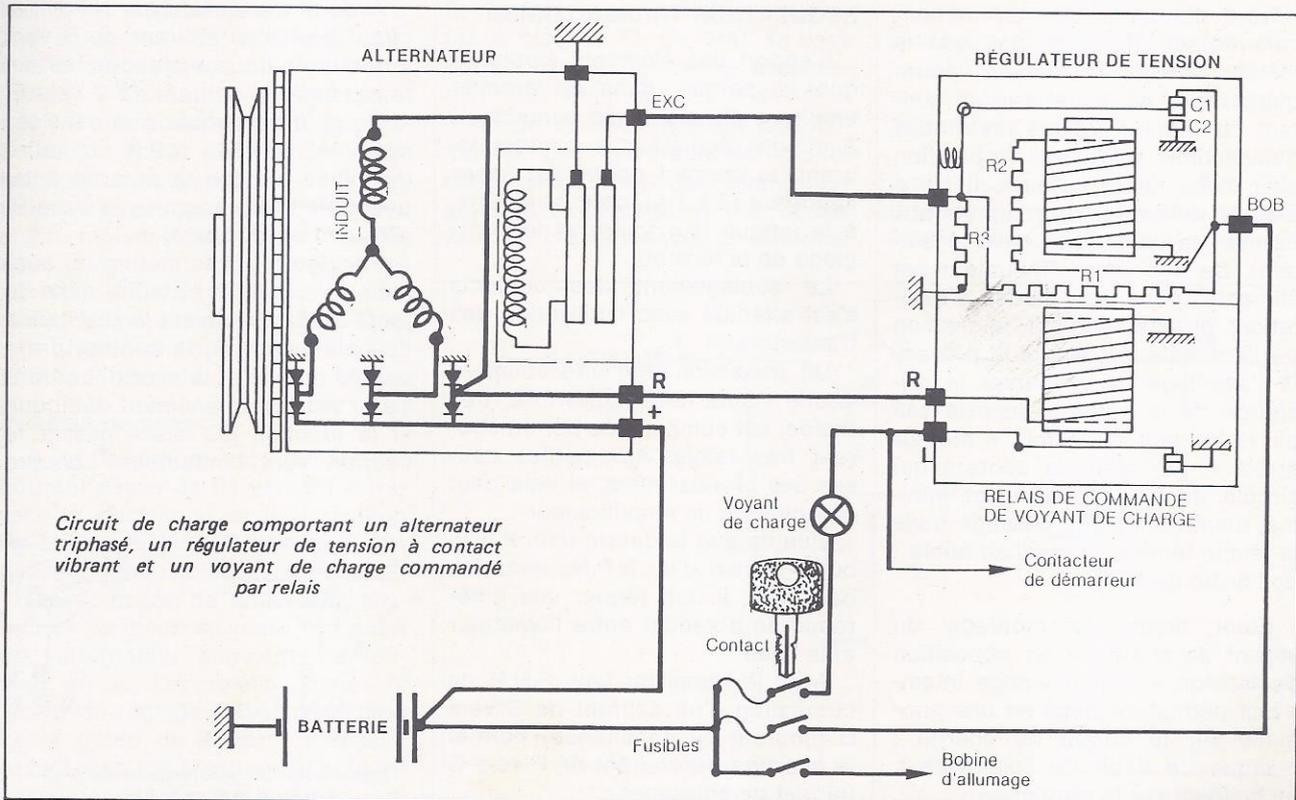
### Voyant de charge commandé par un relais

Dans le même boîtier que le régulateur, on trouve un relais de commande du voyant charge. Le bobinage du relais est en fil fin et se trouve alimenté sur les phases d'induit (avant les diodes de redressement) de façon à contrôler l'état des diodes.

La commande du voyant de charge se comprend facilement : dès que l'alternateur débite, le courant excite le relais qui attire la palette. Le contact s'ouvre et le courant de la batterie qui circulait à travers le contact, la lampe du voyant et la masse du contact est interrompu, ce qui provoque l'extinction de la lampe.

Si la lampe ne s'éteint pas à la mise en route du moteur, ou s'allume en cours de roulage, c'est qu'il y a une anomalie qui peut être due à :

- L'alternateur qui ne débite pas;
- Une diode de redressement défectueuse;
- Une perte importante dans le circuit électrique;



— Une mauvaise masse de la bobine du petit relais sensible ou du contact à la masse. En effet, les courants circulant dans le relais ou dans le voyant de charge **sont faibles**, une masse défectueuse perturbe leur fonctionnement.

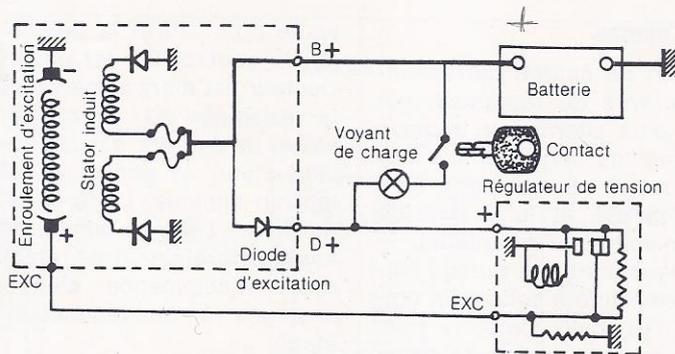
### Alternateur mono ou triphasé munis de diodes d'excitation et voyant de charge

Pour les avantages qu'il présente, ce type d'alternateur équipe, de nos jours, la quasi totalité des véhicules récents.

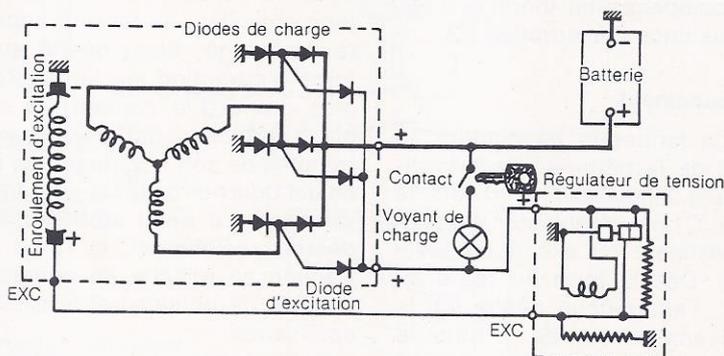
**Particularité :** à la fermeture du contact, un côté de la lampe reçoit la tension de la batterie. L'autre côté est relié à la masse par l'intermédiaire des contacts du régulateur et l'enroulement inducteur (il y a blocage vers l'induit par les diodes d'excitation). Le voyant s'allume et renforce ainsi l'amorçage de l'alternateur en renforçant le flux rémanent.

Lors du démarrage du moteur, l'alternateur débite et dès que la tension atteint une valeur identique à celle de la batterie, le courant circulant à travers les diodes d'excitation vient en opposition avec celui de la batterie. Il n'y a plus de différence de potentiel aux bornes de la lampe, celle-ci s'éteint. De son côté, l'inducteur est alimenté grâce aux diodes d'excitation, directement par la tension de l'alternateur. Ce circuit présente l'avantage de préserver la décharge de la batterie dans le cas où le contact reste mis « moteur arrêté ». En effet, le courant qui circule dans l'inducteur est minime, étant donné son passage dans la lampe témoin (puissance faible : de l'ordre de 2 W).

Etant donné le montage du voyant de charge « en opposition de tension », son allumage intempestif permet de détecter une anomalie sur le circuit de charge : manque de débit de l'alternateur, ou incident sur le régulateur.



Circuit de charge avec alternateur monophasé, diode d'excitation (ou diode de protection) et voyant de charge



Circuit de charge avec alternateur triphasé, diodes d'excitation et voyant de charge

### REGULATEUR TRANSISTORISE

L'apport des éléments électroniques a permis, dans un premier temps, « d'assister les contacts ». Avec un régulateur à contact vibrant, le courant coupé est assez important (2 à 4 A), ce qui entraîne, à la longue leur usure et le dérèglement de la tension.

Le soulagement des contacts s'est effectué avec l'utilisation des transistors.

Un transistor peut être comparé à une vanne dont l'ouverture, très rapide, est commandée par un courant très faible. Aux petites causes, les grands effets, si cela peut caractériser un amplificateur !

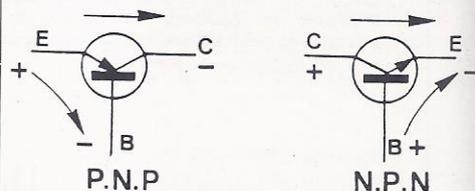
Que ce soit le dessin d'un P.N.P. ou le dessin d'un N.P.N., dans les deux cas, il doit régner une différence de potentiel entre l'émetteur et la base.

Avec le transistor type P.N.P., la circulation d'un courant de E vers B (courant de commande) permet le passage du courant de E vers C (circuit de puissance).

Avec le transistor type N.P.N., la circulation d'un courant de B vers E (courant de commande) permet le passage du courant de C vers E.

On peut remarquer que dans les symboles P.N.P. - N.P.N., la lettre du milieu indique la polarité à laquelle doit être soumise la base B. (Positive ou Négative).

**Principe :** A la fermeture du contact, le courant s'établit dans la jonction EB, à travers la résistance de polarisation R, le contact de la palette mobile et la masse. Le transistor est instantanément débloqué et la jonction EC laisse passer le courant vers l'inducteur. Lorsque



Représentation des symboles des transistors P.N.P. et N.P.N.

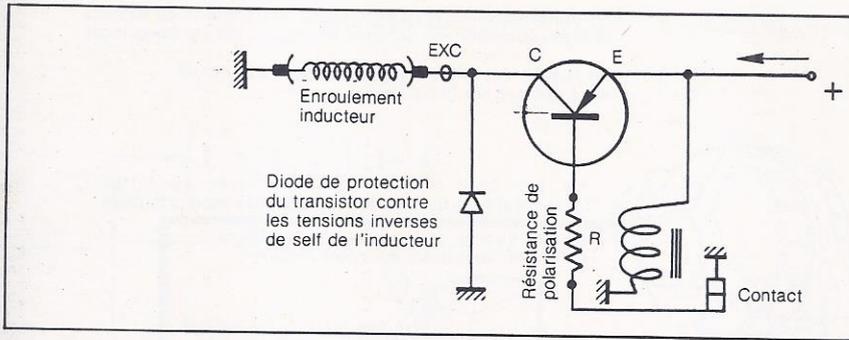


Schéma de principe d'un régulateur transistorisé

la tension atteint la valeur de la régulation, la force d'attraction magnétique de l'électro est suffisante pour attirer la palette. La jonction EB n'est plus passante, le transistor se bloque. La jonction EC interrompt l'alimentation de l'inducteur. La tension disponible aux bornes de l'alternateur (non représenté) décroît, la palette mobile se libère... et le cycle recommence.

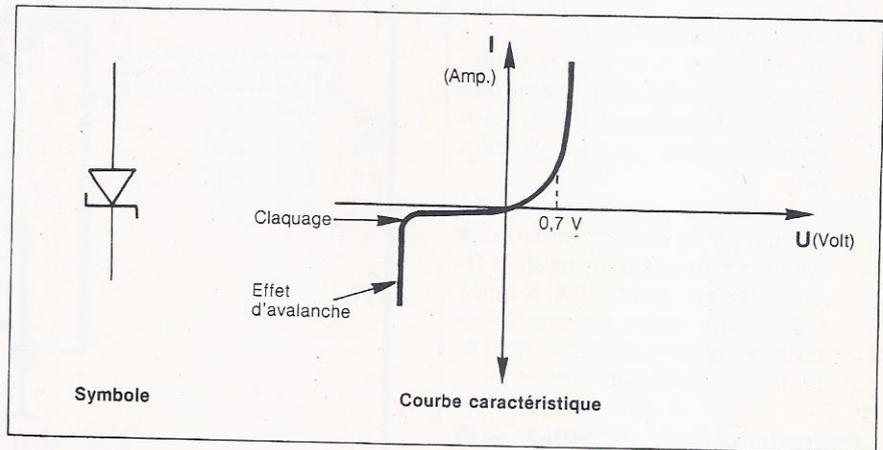
### REGULATEUR ELECTRONIQUE

Le régulateur électronique s'impose de nos jours sur les véhicules récents, pour sa finesse de réglage et de correction thermique, son faible encombrement, sa bonne fiabilité (avec l'électronique il n'y a pas d'usure ni de vieillissement). Il tend d'une façon générale à être intégré à l'alternateur, c'est pourquoi, il est aussi désigné par l'abréviation R.E.I. (Régulateur Electronique Incorporé). Ces régulateurs utilisent différents éléments électroniques, sous forme miniaturisée, tels que : diode, diode zener, transistor, thyristor. Il existe un grand nombre de modèles, dans une conception spécifique aux différents fabricants.

#### Principe de base

A la fermeture du contact, le courant passe de E1 vers B1 à travers la résistance de polarisation R<sub>1</sub>. Le transistor T1 débloqué est passant, l'inducteur est alimenté.

La régulation de tension se produit de la façon suivante : le débit de l'alternateur augmente la tension en A. Lorsqu'elle atteint la valeur de réglage (14V), la jonction de la diode de Zener « claque » et se laisse traverser par le courant correspondant au seuil de la ten-



La diode de Zener : symbole et courbe caractéristique

sion de claquage. Le transistor T2 devient passant, ce qui a pour effet de bloquer T1. En effet, sa base B1 se trouve au même potentiel que son émetteur E1. La borne EXC de l'inducteur n'est plus alimentée. La chute de tension disponible aux bornes de l'alternateur entraîne le blocage de T2, et par voie de conséquence, le déblocage

de T1 qui permet à nouveau l'alimentation de l'inducteur. Les blocages et les déblocages des transistors s'effectuent instantanément, dans des temps de commutation très courts.

Pour remédier aux effets nocifs des coupures de courant dans l'inducteur (tensions inverses de self élevées risquant de détériorer les

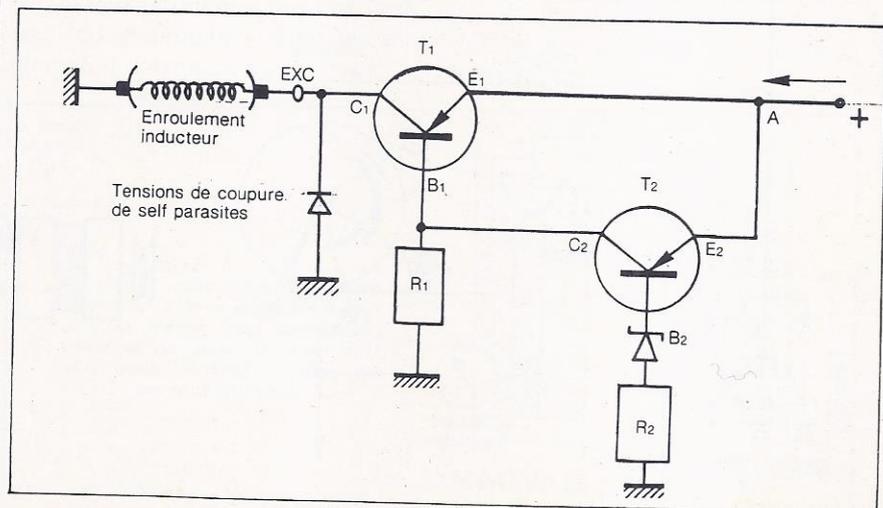


Schéma de principe du régulateur électronique

transistors), le fabricant monte des diodes de protection et des condensateurs d'absorption de ces parasites.

Avec le montage des alternateurs triphasés avec diodes d'excitation et R.E.I. uniquement, il est possible de rencontrer, néanmoins des systèmes électroniques intégrés dans le régulateur de tension pour piloter un voyant de charge « bifonction ». Ce dispositif électronique comprend deux seuils de déclenchement :

- un seuil bas : le voyant s'allume quand la tension atteint une valeur suffisamment basse pour être à la limite de créer la panne;
- un seuil haut : le voyant s'allume quand la tension atteint une valeur anormalement haute susceptible de griller les lampes d'éclairage et de provoquer un bouillonnement excessif de l'électrolyte de la batterie

**PRECAUTIONS A PRENDRE SUR UN VEHICULE EQUIPE D'UN ALTERNATEUR**

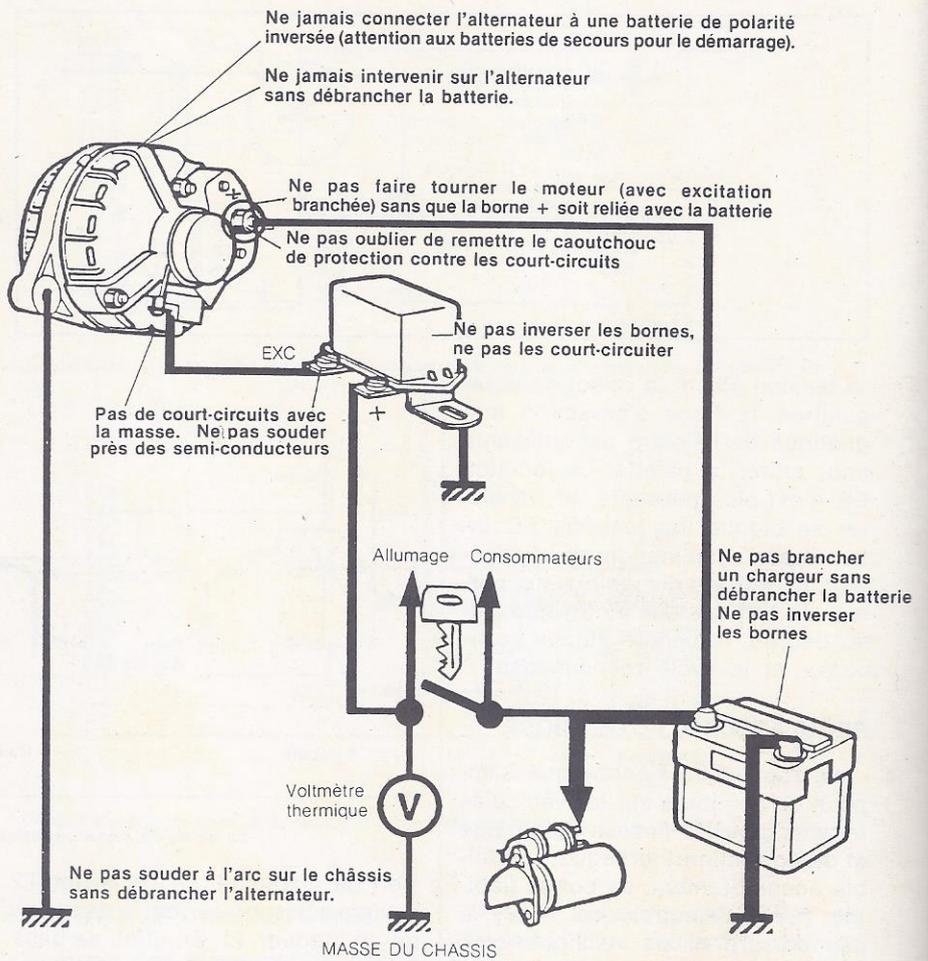
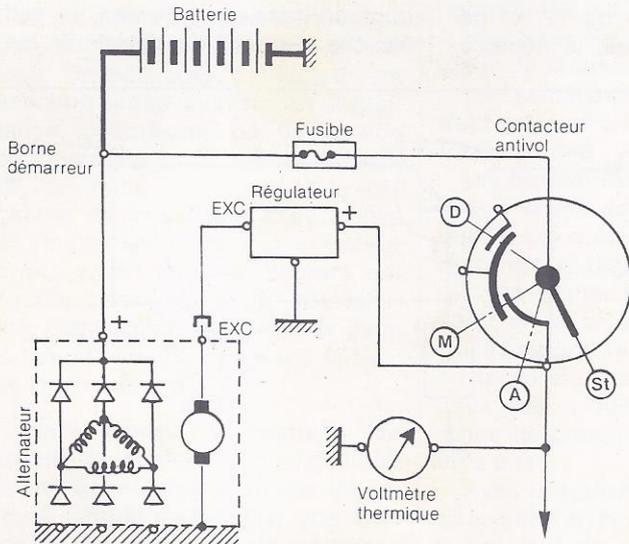


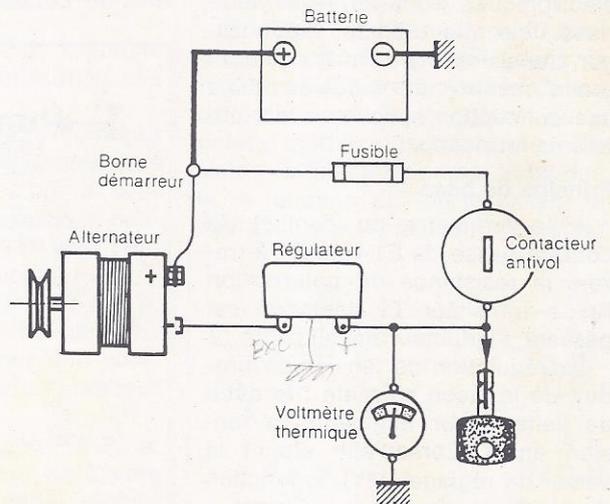
Schéma électrique d'un circuit de charge : Précautions à prendre

**SCHÉMAS ELECTRIQUES**

**Schéma de principe**



**Schéma d'installation**



Avec régulateur vibrant et voltmètre thermique

Schéma de principe

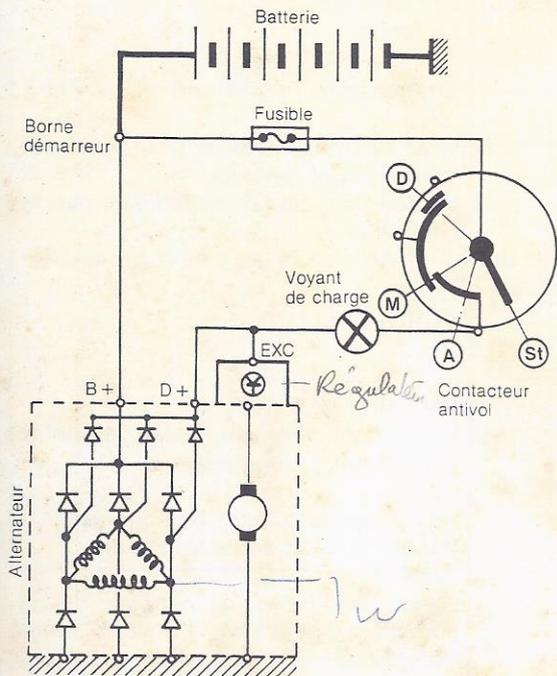
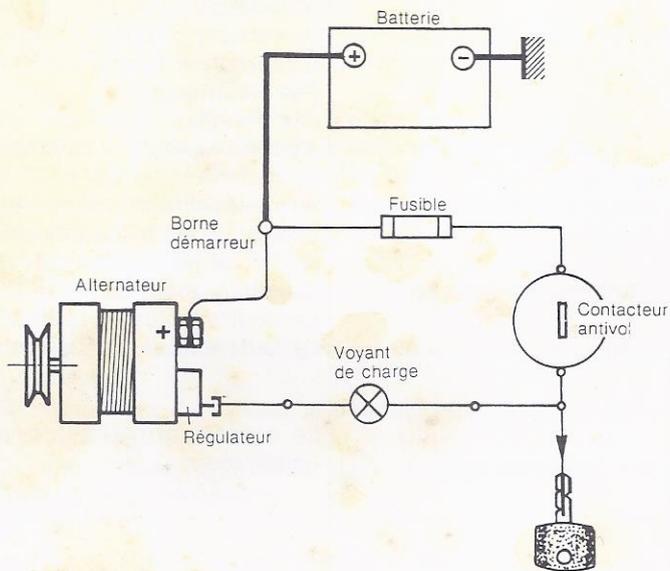


Schéma d'installation



DIAGNOSTIC

Etant donné la fonction capitale jouée par un circuit de charge, il faut savoir intervenir dès qu'une anomalie apparaît à l'indicateur de charge : c'est l'aiguille du voltmètre thermique qui ne dévie plus dans la zone de charge, un voyant de charge qui s'allume en roulant. Mais pas de panique, ce n'est pas dramatique : la batterie contient encore une bonne réserve de courant. Il faut être prudent et continuer à rouler en « tirant » le moins possible sur la batterie, en minimisant la consommation. Il est opportun de supprimer les gros consommateurs comme la lunette dégivrante par exemple, puisqu'elle ne s'impose pas pour continuer sa route, à proprement parler.

Rappelons-nous qu'il est nécessaire avant toute intervention, d'identifier le type de circuit qui équipe le véhicule, de façon à interpréter le genre d'anomalie qui a pu se produire : ces différents circuits ont été décrits précédemment.

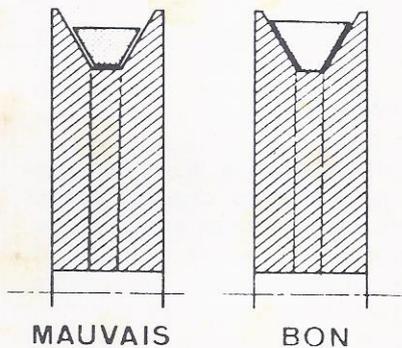
Et puis, n'oublions pas que le circuit comporte des diodes et

éventuellement un régulateur électronique. Il est impératif de respecter les précautions d'usage signalées sur la figure, si l'on ne veut pas avoir à regretter la détérioration des diodes de l'alternateur (ne pas faire tourner le moteur avec l'excitation branchée sans que la borne « + » de l'alternateur soit reliée à la batterie) ou le régulateur électronique (ne pas faire de « court-circuits » avec les fils du circuit d'excitation).

En effet, pour vérifier si du courant passe dans un fil, il ne s'agit pas de frotter son extrémité sur une masse métallique pour voir s'il y a des étincelles ! Il est aussi rapide, voire aussi simple de brancher une lampe témoin ou un voltmètre (se reporter aux notions de vérification).

Avant toute intervention sur l'alternateur, étant donné la présence du « + » batterie sur la grosse borne de charge, n'oublions pas de débrancher la borne « — » de la batterie.

A droite, une courroie neuve « en haut » dans sa gorge. A gauche, la même, plus tard, usée, en fond de gorge (le trait noir plus épais indique la zone où porte la courroie)



Incident	Cause	Remède
<p>Absence de charge (décharge de la batterie)</p> <p>— L'aiguille du voltmètre ne dévie plus dans la zone de charge</p> <p>— Le voyant de charge s'allume</p>	<p><b>L'alternateur ne tourne pas</b></p> <p><b>Courroie :</b></p> <p>— cassée .....</p> <p>— patine .....</p> <p><b>Alternateur</b></p> <p>Roulement grippé .....</p> <p><b>L'alternateur tourne</b></p> <p><b>Fils électriques :</b></p> <p>débranchés .....</p> <p>mauvais contact - oxydés .....</p> <p>en court-circuit (dans le circuit de charge ou dans les circuits de l'installation du véhicule) .....</p> <p><b>Circuit d'excitation</b></p> <p>Le courant n'arrive pas à borne EXC de l'alternateur (contact mis) .....</p> <p>Le courant arrive à la borne EXC de l'alternateur .....</p> <p><b>Circuit de puissance de l'alternateur (charge) .....</b></p>	<p>La remplacer.</p> <p>La tendre</p> <p>Le remplacer</p> <p>Vérifier et rebrancher.</p> <p>Vérifier les chutes de tension et les supprimer.</p> <p>Vérifier et isoler.</p> <p>Vérifier :</p> <p>les branchements, le fusible, le contact d'allumage, le régulateur.</p> <p>Remplacer les pièces défectueuses.</p> <p>Vérifier le débit de l'alternateur.</p> <p>Vérifier :</p> <p>l'usure des balais, la coupure de bobine du rotor.</p> <p>Remplacer les pièces défectueuses.</p> <p>Vérifier :</p> <p>les diodes de redressement, la coupure de l'enroulement d'induit.</p> <p>Remplacer les pièces défectueuses.</p>
<p>Voyant rouge « bi-fonction »</p> <p>Allumage « seuil bas »</p>	<p>Identique à ci-dessus .....</p>	<p>Vérifier la tension de charge.</p>
<p>Excès de charge (bouillonnement excessif de l'électrolyte de la batterie - intensité lumineuse excessive des lampes d'éclairage).</p> <p>— L'aiguille du voltmètre dévie dans la zone de surcharge</p> <p>— Le voyant rouge s'allume</p>	<p>Circuit de régulation .....</p>	<p>Vérifier la tension de charge.</p> <p>Vérifier la masse du régulateur (au besoin, rajouter un fil de masse entre le régulateur et l'alternateur).</p> <p>Remplacer le régulateur.</p>
<p>Voyant rouge « bi-fonction »</p> <p>Allumage « seuil haut »</p>	<p>Circuit de régulation .....</p>	<p>Vérifier la tension de charge.</p> <p>Remplacer le régulateur.</p>

## DEPANNAGE

Dès l'apparition d'une défaillance du circuit de charge, (surtout dans des conditions particulières : pleine campagne de nuit, l'hiver, pays étranger), il est appréciable, voire nécessaire, de se dépanner « sur le champ », par ses propres moyens.

Il faut d'abord penser aux panes les plus simples :

— Vérifier d'abord si le fusible est claqué. La notice d'entretien du véhicule précise l'emplacement du fusible de protection du circuit de charge. Il est bon d'en avoir un de rechange dans la boîte de lampes.

— Vérifier aussi s'il n'y a pas un fil de débranché ou de mal enfiché

(le fil d'excitation sur l'alternateur par exemple).

— Et si la courroie était cassée — ça peut arriver — quelle belle aubaine d'avoir prévu une courroie de rechange et les outils nécessaires à son remplacement.

— A la limite, effectuer une vérification avant que d'entreprendre un long périple : les balais d'alter-

Anomalie	Intervention
Courroie patine, cassée .....	Vérifier que les poulies soient propres et sèches. Les dégraisser éventuellement. Tendre correctement la courroie : une tension insuffisante est à l'origine d'un échauffement excessif et de sa dégradation. Une tension excessive est cause d'une rupture et « fatigue » les roulements de palier.
Tension de régulation faible ou forte ....	Mesurer la tension régulée conformément au schéma de branchement.
Diodes de redressement grillées ou en court-circuit .....	Utiliser une lampe témoin ou un ohmmètre.
Usure des balais .....	Le remplacement du porte-balais s'effectue sur certains véhicules, sans déposer l'alternateur. Pensez-y.
Remise en état d'un alternateur .....	Ne jamais désassembler ou assembler l'alternateur sans avoir au préalable déposé les balais. — Roulements bruyants : les remplacer. — Pistes collectrices grasses : les nettoyer avec un chiffon imbibé du trichlore. — En cas de soudure au voisinage d'une diode, la protéger de la chaleur. — Ne pas oublier de repérer la position relative des flasques avant et arrière. — Ne pas graisser l'alternateur. Le graissage est prévu à vie au moment de sa fabrication.

nateur arrivent à s'user, après plusieurs dizaines de milliers de kilomètres il est vrai. Ils ne portent plus sur les bagues collectrices et le courant d'excitation n'arrive plus dans le bobinage du rotor... et c'est la panne. Le remplacement du porte-balais, avec ses balais s'effectue parfois facilement : juste deux vis à enlever et le tour est joué. Encore fallait-il penser à se prémunir du modèle correspondant à la marque et au type d'alternateur.

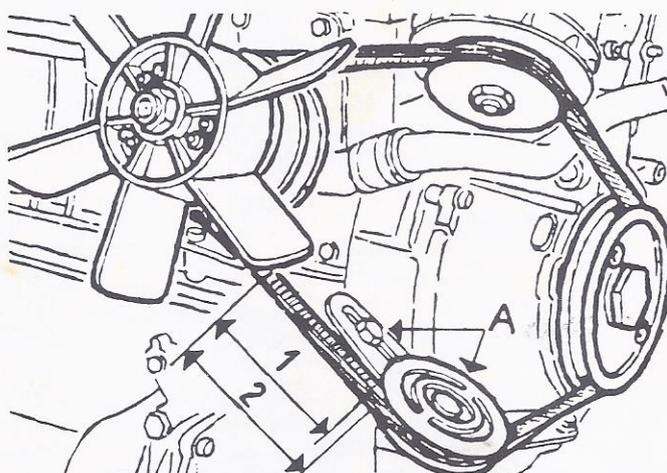
### ROLE DES COURROIES

On leur demande d'entraîner en rotation : le ventilateur (sauf dispositifs électriques), la pompe à eau, les génératrices de courant (dynamo ou alternateur) et, sur certains modèles, les pompes hydrauliques fournissant la pression aux suspension et autres asservissements tels que direction assistée par exemple.

Certains turbocompresseurs volumétriques sont également entraînés par courroies.

### CONTRAINTES - CAUSES D'USURE

Actionnées par une poulie motrice située en bout de vilebrequin



Contrôle de la tension par allongement. On voit ici que la courroie n'a pas un parcours facile (en A se trouve le tendeur)

ou d'arbre à cames, elles s'enroulent sur d'autres poulies fixées aux équipements énumérés ci-dessus.

La même courroie entraîne généralement l'ensemble des poulies, mais on peut trouver plusieurs courroies, chacune étant affectée à l'un des équipements.

L'entraînement doit s'effectuer sans glissement mais sans tension exagérée.

Cela pose un problème de dosage de la tension.

Il est toujours possible d'empêcher le patinage en tendant à bloc.

Les paliers, roulements, des pompes à eau et des alternateurs n'apprécieront pas et déclareront forfait. De plus, une courroie surtendue est plus vulnérable à la rupture, avec ses conséquences :

— Epuisement de la batterie par suppression de la charge.

— Suppression de la circulation d'eau, surchauffe du moteur entraînant le claquage du joint de culasse, et parfois pire !

Le glissement (ou patinage), quant à lui, est générateur de frictions accélérant l'usure de la cour-

roie. Plus grave encore la friction dégage de la chaleur, échauffe les poulies qui, par induction, augmentent la température des équipements entraînés.

Cela peut très rapidement devenir catastrophique.

Prenons l'exemple d'un alternateur :

Cette machine productrice d'énergie chauffe. C'est normal.

Pour limiter sa température de fonctionnement, il est refroidi par un courant d'air qui le traverse.

Cette ventilation est le fait d'ailettes montées sur la poulie d'entraînement.

Si la courroie patine, la dégradation en chaîne s'amorce. Le glissement échauffe la poulie qui donne la fièvre à l'alternateur.

Parallèlement, puisque glissement il y a, la poulie et ses ailettes tournent moins vite.

L'efficacité de la ventilation diminue.

D'un côté on chauffe plus, de l'autre on refroidit moins. On aboutit à la mise hors service des paliers, et surtout, au claquage des composants électroniques (les dio-

des) chargés de redresser le courant alternatif.

Les composants électroniques, malgré des perfectionnements notables, sont sensibles à la chaleur. Ils attrapent facilement des coups de soleil auxquels la teinture « diodes » n'apporte aucun remède.

Le mal fait... Voyez électricien et passez la monnaie.

Moralité : courroie bien tendue et en état, fidèlement vous servira !

### VERIFICATION DES COURROIES

Nous avons une idée du pourquoi de l'usure et de ses effets. On ne vérifie pas en « jetant un œil ». Il faut savoir comment l'usure se manifeste pour examiner les endroits sensibles, pas toujours apparents. Jugez-en !

Les courroies et les gorges des poulies sont trapézoïdales. La traction tend à enfoncer la courroie dans la gorge avec laquelle elle est en contact par ses flancs.

Leur section conique vise à « coincer » la courroie dans la gorge, limitant les possibilités de glissement.

Ce sont donc les flancs qui s'usent. La courroie s'amincit et descend peu à peu jusqu'à venir porter en fond de gorge par sa circonférence intérieure.

Le glissement est inévitable car :  
— La surface de contact courroie-poulie est réduite.

— L'effet de « coin » auto-serreur réalisé par la forme trapézoïdale n'existe plus.

Résultat : « entendez-vous dans nos compagnes, mugir ces féroces courroies ».

Vous avez tous entendu ces plaintes s'exhalant des capots.

Elles sont particulièrement poignantes sous le fouet des coups d'accélérateur, surtout si les phares sont allumés (dans ces conditions, l'inertie du rotor d'alternateur et le fait qu'il débite du courant augmentent sa résistance aux sollicitations de la courroie).

Votre attention doit donc se porter sur la partie interne de la courroie. Lisse et brillante, elle révèle une portée anormale en fond de gorge. Il est temps de la changer. Les flancs, seuls doivent porter la « patine » de la friction.

La rupture de courroie est encore une panne fréquente qui peut être grave (voir plus haut). Il est pourtant facile de s'en préserver.

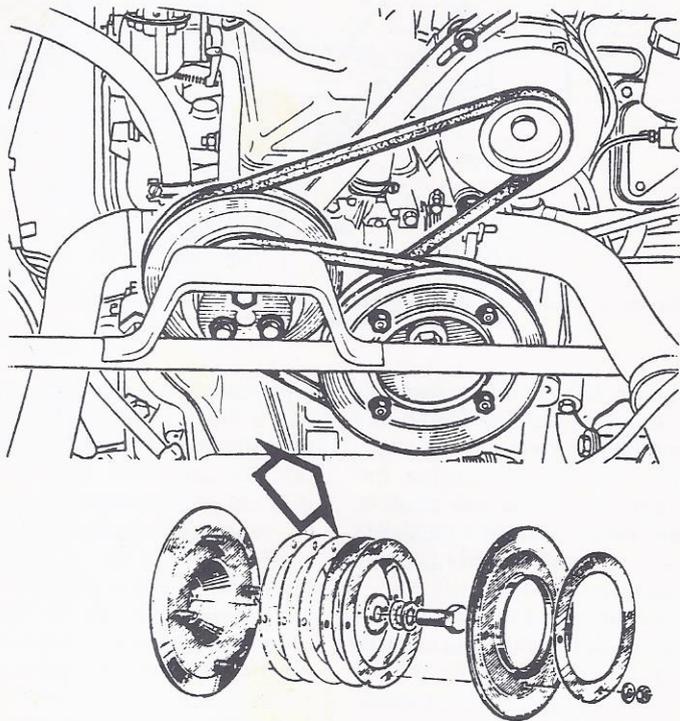
La courroie ne rend pas l'âme d'un seul coup. Préalablement à la rupture, une fente s'amorce et s'approfondit au fil des kilomètres (souvent plusieurs milliers). Vous auriez eu largement le temps de vous en apercevoir... si vous aviez cherché au bon endroit.

Car il faut chercher ! Très visibles sur une courroie démontée et fléchie, les lèvres de la cassure sont jointes lorsque la courroie est en place.

Elle se produit toujours à l'intérieur car le rayon de courbure est plus serré que celui de la face extérieure. Les flexions y sont plus importantes.

Pour visualiser toute la longueur de la courroie, il faut tourner le moteur (mettez une vitesse en prise et poussez la voiture). Le frein à main... vous le desserrez !

Vous saurez que vous avez fait le tour de la question si vous tra-



Dispositif d'entraînement avec deux courroies distinctes

cé un trait de craie sur la courroie pour suivre sa progression.

## TENSION DES COURROIES

Elle est communément réalisée par basculement de l'alternateur ou de la dynamo. Des tendeurs basculants ou coulissants sont également employés.

Il suffit de débloquent l'axe de pivotement, éventuellement la vis de la « boutonnière » et de tirer. Pas n'importe comment ! Juste ce qu'il faut. Les constructeurs préconisent différentes méthodes :

— Obtenir une flèche de (x) mm en appuyant avec le pouce (c'est précisé) en un point déterminé de la courroie.

— Même procédure en appliquant sur le point désigné une force (y) mesurée à l'aide d'un dynamomètre.

— Tracer sur la courroie deux traits distants de 10 cm (par exemple).

Tendre jusqu'à ce que cette distance devienne 101 mm.

Tout ceci est parfait en théorie mais plus compliqué à réaliser sur le tas. Il serait intéressant de savoir combien de professionnels appliquent ces méthodes.

Alors, on fait quoi ?

Il est une méthode plus simple. Simpliste si vous voulez, mais ça marche !

Enonçons la règle :

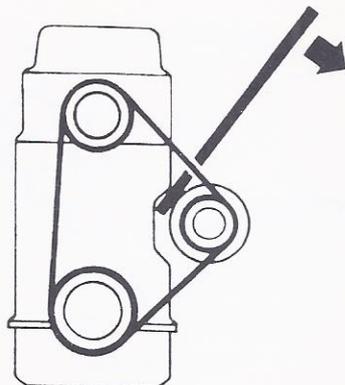
La courroie est suffisamment tendue dès que l'on ne peut plus tourner la poulie d'alternateur, celle-ci étant pincée entre le pouce et l'index.

La difficulté consiste à déterminer le seuil de tension en deçà duquel « ça tourne encore » et au-delà duquel « cela ne tourne plus ».

C'est simple... A condition de doser parfaitement la traction exercée sur le dispositif tendeur et de la maîtriser sans effort... d'une seule main.

A nous, Archimède, prête-nous un levier.

— Prenez un démonte-pneus, un manche à balais, n'importe quoi si c'est assez long.



Mise en place d'un levier entre alternateur et bloc-moteur

— Débloquent la fixation du système de tension. **Gardez les clés à portée de main.**

— Simultanément : d'une main, tournez lentement la poulie d'alternateur pendant que, de l'autre, vous tirez progressivement sur le levier.

Dès que la poulie refuse de tourner malgré vos pressantes invites, ne tirez plus et ne bougez plus le levier. Vous y êtes. Vous le maintiendrez sans peine dans cette position de tension. Il n'en aurait pas été de même si vous vous étiez cramponné à l'alternateur... chaud et gras peut-être.

Récupérez votre main de sur la poulie. Envoyez-la du côté des clés, en attente à proximité, et faites-lui serrer la fixation qui immobilise le « tendeur ».

Terminé ! Lâchez tout ! Vous pouvez bloquer tranquillement le reste.

On y arrive très bien tout seul mais il n'est pas interdit de se faire aider par un « complice ».

## CONTROLE DU DEBIT DE L'ALTERNATEUR

### Contrôle rapide visuel

Il est possible d'un coup d'œil de vérifier si l'alternateur débite et si le circuit de charge est en état. Ce contrôle rapide permet, de s'assurer que l'indicateur de charge ne présente pas lui-même une anomalie. C'est très simple en fait : laisser tourner le moteur au ralenti et allumer les phares pour donner à l'alternateur la possibilité de débiter. Accélérer le moteur et observer l'intensité lumineuse

des phares s'il fait nuit, l'intensité lumineuse du plafonnier ou des lampes d'éclairage du tableau de bord s'il fait jour. A l'accélération du moteur, l'intensité lumineuse doit augmenter sensiblement, fort du principe du circuit de charge, à savoir : la tension régulée est supérieure à la tension disponible aux bornes de la batterie. C'est bien normal si l'on veut que l'alternateur recharge la batterie. Si la luminosité ne bronche pas, c'est que l'alternateur ne se décide pas à charger... Il faut maintenant vérifier le circuit de charge dans les règles de l'art.

### Contrôle rationnel à l'aide d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un rhéostat.

#### Circuit de charge avec régulateur vibrant électromagnétique

Réaliser le branchement de la figure ci-contre en procédant **dans l'ordre** et de la façon suivante (pas de blagues, pas de fausses manœuvres, ce n'est pas le moment !)

— Débrancher la borne (—) de la batterie.

— Déconnecter le fil d'excitation de la borne « EXC » et le fil de charge de la borne « + » de l'alternateur.

— Relier à l'aide d'un fil de 12/10 par exemple, les bornes « + » et « EXC » de l'alternateur.

— Connecter un ampèremètre convenable (plusieurs dizaines d'ampères) entre la borne « + » de l'alternateur et le fil de charge débranché auparavant (le « + » de l'ampèremètre est relié au « + » de l'alternateur).

— Connecter un rhéostat suffisamment puissant entre la borne « — » de l'ampèremètre et la masse. A défaut, on peut remplacer le rhéostat en faisant débiter l'alternateur dans le circuit tel que les phares, la lunette dégivrante etc...

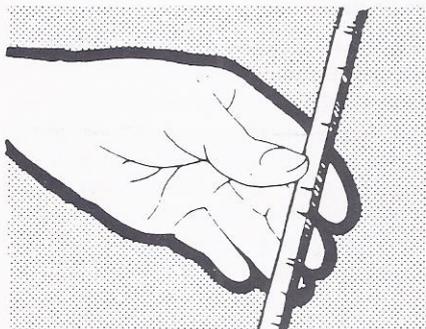
— Connecter un voltmètre entre la borne « + » de l'alternateur et la masse.

— Rebrancher la cosse « — » de la batterie

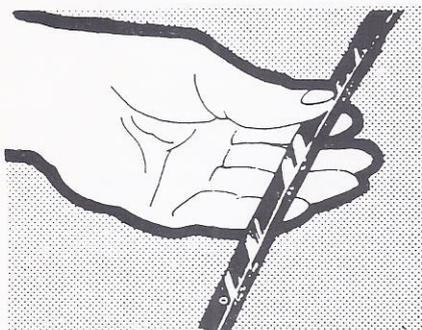
— Démarrer le moteur et l'accélérer progressivement jusqu'à ce que la tension atteigne **14 V**. En même temps, manœuvrer le rhéostat ou



Il faut souvent retourner la courroie pour la contrôler



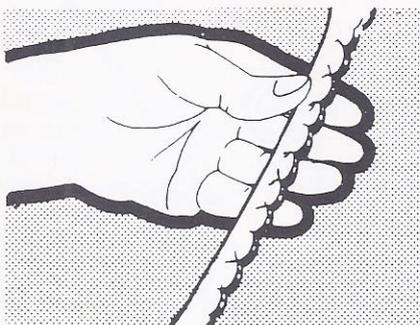
Courroie crevassée



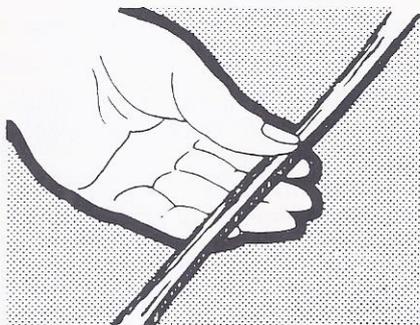
Courroie grasse, imbibée d'huile (attention lors d'un appoint d'huile, on l'a déjà dit !)



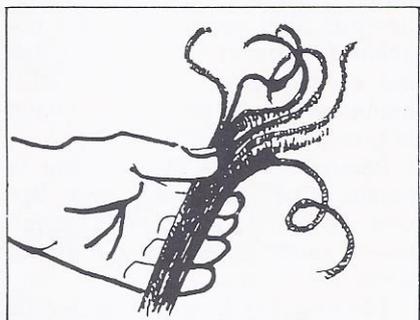
Courroie vitrifiée, dure



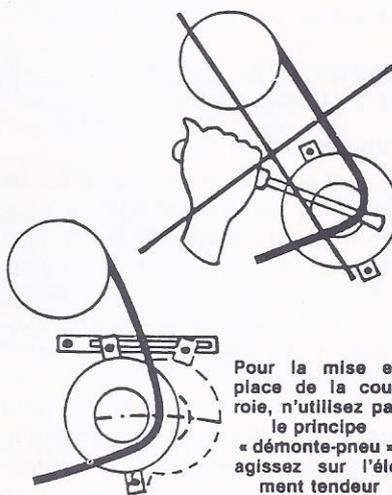
Courroie écaillée



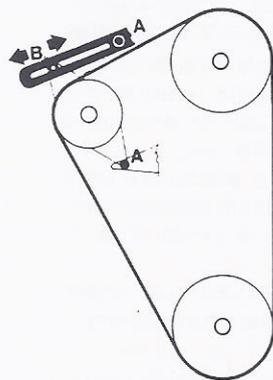
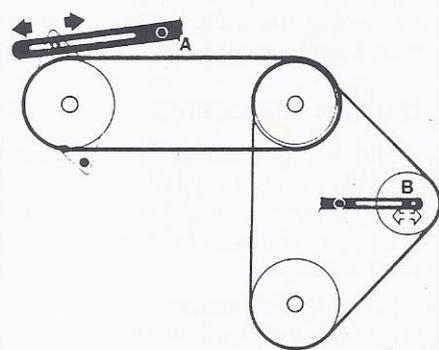
Courroie usée



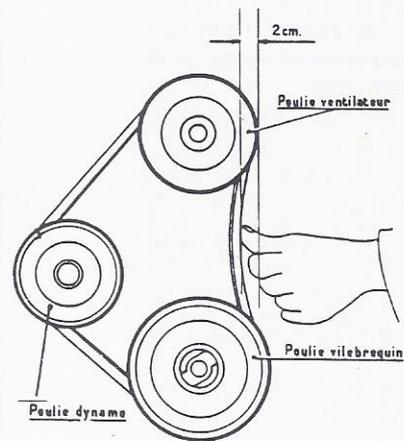
C'est la panne, les cordes d'armatures sont rompues (ces exemples précis nous ont été donnés par Gates)



Pour la mise en place de la courroie, n'utilisez pas le principe « démonte-pneu », agissez sur l'élément tendeur



Différents moyens de tendre une courroie : par déplacement de l'alternateur ou la dynamo (en A) ou par action sur le tendeur (en B)



Contrôle de la tension en mesurant la flèche

allumer les phares, commander la lunette dégivrante... C'est à ce moment que l'on apprécie un aide de camp, pour accélérer par exemple. Il faut s'arranger pour que l'accélération du moteur équilibre le courant débité et la tension. Surtout **pas de coup d'accélérateur**, la tension non régulée, pourrait monter exagérément et être fatale aux lampes, aux organes comportant des bobinages en fil fin tels que la jauge d'essence ou des diodes, comme l'alternateur lui-même.

— Noter le débit obtenu à l'ampèremètre et comparer la valeur lue, à celle qui est marquée sur l'alternateur. Si le débit ne coïncide pas, s'assurer que la courroie ne patine pas, sinon réviser l'alternateur.

— Arrêter le moteur, puis débrancher à nouveau la cosse « — » de la batterie.

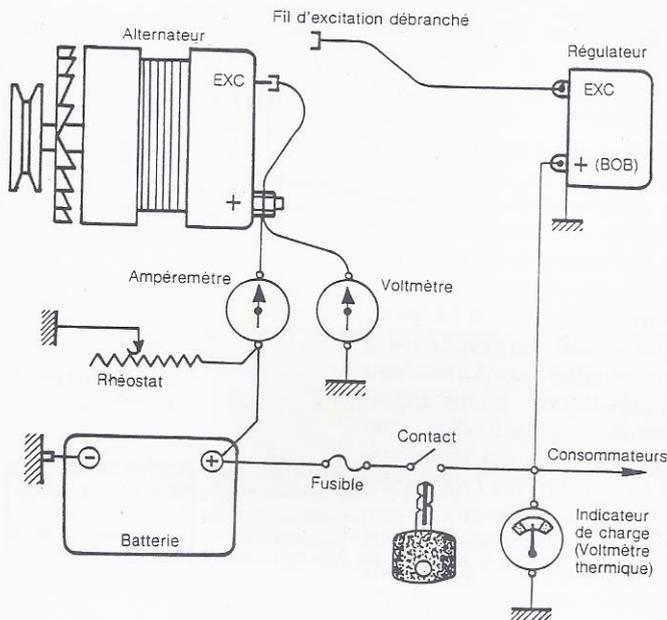
— Déconnecter les appareils de mesure et connecter les fils débranchés.

— Brancher la cosse de la batterie.

Il n'est évidemment pas possible d'indiquer les performances de tous les alternateurs. De la même façon, chaque famille de véhicules a un rapport de démultiplication alternateur/moteur particulier. Cependant, sur les véhicules équipés d'alternateur triphasé, on peut dire que le rapport de démultiplication est égal à 2 environ (l'alternateur tourne deux fois plus vite que le moteur) et que le débit maximal de l'alternateur (débit nominal marqué sur l'alternateur) est obtenu pour une vitesse du moteur comprise entre 2 000 et 3 500 tr/mn. Dans le cas d'un alternateur monophasé (il est peu répandu), le débit maximal de l'alternateur est obtenu pour une vitesse du moteur plus élevée, elle peut atteindre 4 500 tr/mn.

Éventuellement, pour connaître toutes les informations précises et nécessaires, on peut se procurer la Revue Auto-Volt qui traite du véhicule en question.

De la même façon, le contrôle du débit de l'alternateur aurait pu se faire sur un banc d'essais. Si les branchements et la façon de procéder sont les mêmes c'est plutôt



Contrôle du débit d'un alternateur. Schéma de branchement

l'affaire des spécialistes : les électriciens autos.

#### Circuit de charge avec régulateur électronique

Le contrôle d'un tel circuit est analogue à celui avec régulateur vibrant : le mode opératoire et les branchements de l'ampèremètre, du voltmètre et du rhéostat sont identiques, en prenant toujours les précautions d'usage. Le régulateur électronique peut se présenter sous plusieurs formes, ce qui modifie la façon de procéder :

- Avec un régulateur électronique séparé de l'alternateur : il suffit de débrancher le régulateur de l'alternateur, pour ne conserver que la borne « EXC » et le porte-balais.
- Avec un régulateur électronique fixé sur l'alternateur, mais séparé de la borne « EXC » et du porte-balais.

En déposant le protecteur du flasque arrière, on peut débrancher le régulateur électronique de façon à se retrouver avec la borne « EXC » qui sera reliée au balai +.

- Avec un régulateur incorporé dans le porte-balais. Pour ce type de conception, il n'est plus possible de désolidariser le régulateur de la borne « EXC » et du support de balais. En face d'un tel problème, il est plus simple de déposer

l'alternateur et de le vérifier élément par élément en procédant dans l'ordre et en vérifiant d'abord les causes de pannes les plus plausibles :

- Contrôler à vue l'usure des balais.
- Contrôler une éventuelle coupure ou un court-circuit sur le rotor et sur le stator, à l'aide d'une lampe témoin et d'une batterie ou avec un ohmmètre.
- Contrôler les diodes du porte-diodes à l'aide d'une lampe témoin et d'une batterie, ou d'un ohmmètre.

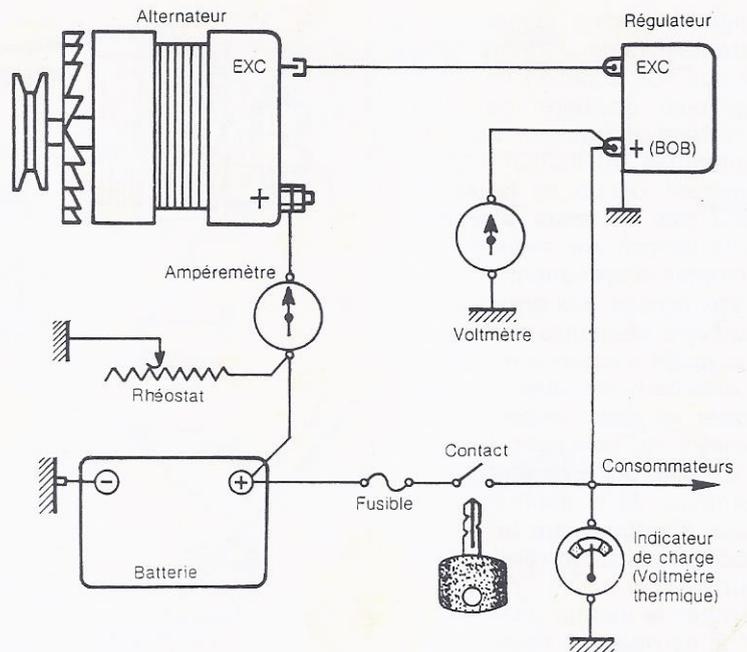
#### CONTROLE DE LA TENSION REGULEE PAR LE REGULATEUR

La tension régulée joue un rôle déterminant sur l'ensemble des organes du véhicule et en particulier sur la batterie. En effet, la condition « sine qua non » pour que le travail d'une batterie soit optimal (en délivrant la plus grande énergie possible, avec une durée de vie satisfaisante) est qu'elle soit toujours maintenue **chargée à fond**. On a déjà vu, dans le chapitre circuit de démarreur-batterie, que la charge est fonction d'un grand nombre de critères : ceux qui dépendent de la batterie : état, âge, résistance interne, température de l'électrolyte,

ceux qui dépendent du circuit de charge : intensité et tension de charge. Parmi tous ces facteurs, il en est un essentiel : la valeur de la **tension de charge** appliquée aux bornes de la batterie. On sait que l'intensité du courant de charge dépend mathématiquement de la différence qui existe entre la valeur des tensions de charge et de la force électromotrice de la batterie. Si cette différence doit répondre à des seuils limites conformément aux caractéristiques d'une batterie au plomb, on peut dire, que plus cette différence est importante et plus le courant de charge est important. Elle conditionne la rapidité de la charge de la batterie, sans toutefois atteindre des valeurs excessives qui entraîneraient une dégradation et une usure prématurée des plaques.

La règle idéale apparaît donc maintenant. Elle consiste en une recharge aussi rapide que possible, sans nuire, pour **atteindre une charge complète dans le meilleur temps**. Le réglage de la tension fin de charge participe pour beaucoup à la pleine charge de la batterie, quoiqu'elle doit aussi tenir compte de la température pour ne pas provoquer un bouillonnement et un dégagement gazeux excessifs de l'électrolyte. La valeur limite de cette tension est légèrement supérieure avec une batterie performante, type BSE, qu'avec une batterie traditionnelle, et pour en donner une idée, cette tension est réglée en fonction de la température. On a :  $15,1 \text{ V} \pm 0,4 \text{ V}$  à  $-10^\circ \text{ C}$ ,  $14,7 \text{ V} \pm 0,3 \text{ V}$  à  $25^\circ \text{ C}$  et à  $14,1 \text{ V} \pm 0,3 \text{ V}$  à  $80^\circ \text{ C}$ . La tension régulée varie en sens inverse de la température, de  $0,1 \text{ V}$  environ par tranche de  $10^\circ \text{ C}$ . Ces valeurs montrent que l'acceptance de charge d'une batterie diminue avec la température, d'une façon assez considérable, ce qui explique l'augmentation du réglage de cette tension pour compenser le ralentissement de la charge au fur et à mesure que la température ambiante sous capot diminue.

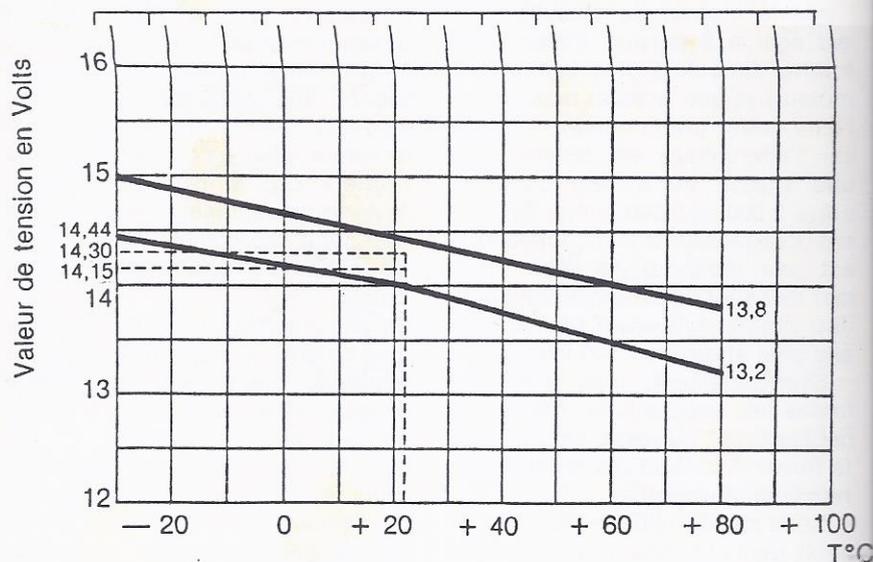
Le graphique ci-contre représente la variation de la tension, régulée en fonction de la température



Contrôle de la tension régulée par un régulateur. Schéma de branchement

(pour une batterie traditionnelle). On voit que pour le **point de réglage**, à une température ambiante courante égale à  $25^\circ \text{ C}$ , correspond une **tension régulée comprise entre 14 et 14,4 V**. On peut con-

sidérer que cette valeur est le reflet du cas général, et qu'à défaut de renseignements précis relatifs à un type de véhicule, la tension régulée à  $25^\circ \text{ C}$  doit être comprise entre 13,5 et 14,5 V.



Graphique de la variation de la tension régulée en fonction de la température (batterie traditionnelle)

### Circuit de charge avec régulateur vibrant électromagnétique

Réaliser le branchement de la figure ci-contre en procédant dans l'ordre et de la façon suivante (maintenant il n'y a plus de problèmes, le rodage est fait).

— Débrancher la cosse (—) de la batterie.

— Déconnecter le fil de charge de la borne (+) de l'alternateur.

— Connecter un ampèremètre convenable (plusieurs dizaines d'ampères) entre le « + » de l'alternateur et le fil de charge débranché auparavant (le « + » de l'ampèremètre est relié au « + » de l'alternateur).

— Connecter un rhéostat suffisamment puissant entre la borne « — » de l'ampèremètre et la masse. A défaut, on peut remplacer le rhéostat en faisant débiter l'alternateur dans les phares, la lunette dégivrante etc... (comme dans le cas du débit de l'alternateur).

— Connecter un voltmètre entre la borne « **BOB** » ou « + » du régulateur et la masse. Ce point de mesure est fondamental. En effet, le réglage du régulateur tient compte de la tension d'alimentation à ses bornes. Cette tension est par ailleurs égale à la tension de la batterie diminuée de la somme des chutes de tension qui se produisent dans les fils, le contact d'allumage, le fusible (elle est égale à 1 V en moyenne).

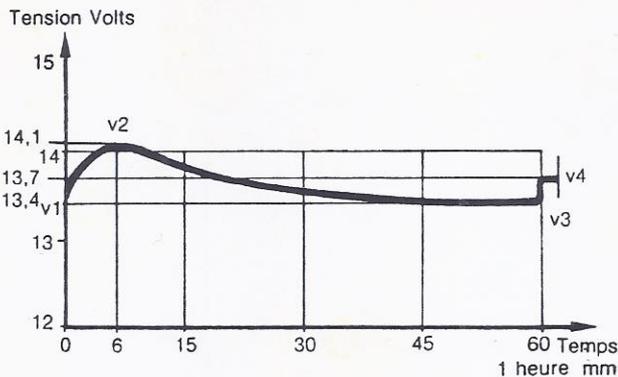
— Démarrer le moteur et le laisser tourner au ralenti.

— Couper le contact pendant un temps très court pour obtenir la **démagnétisation de la bobine du régulateur**, et rétablir le contact.

— Accélérer le moteur jusqu'à obtenir un régime compris entre 2 500 et 3 000 tr/mn environ.

— Agir sur le rhéostat (ou allumer les phares, commander la lunette dégivrante) de façon que le courant débité par l'alternateur soit égal à 20 A environ, et lire la tension correspondante sur le voltmètre.

— Faire plusieurs mesures de la tension en augmentant le courant débité de l'alternateur de 5 en 5 A environ. Comparer les valeurs obtenues à celles indiquées précé-



Variation de la tension d'un régulateur vibrant en fonction de son échauffement dans le temps. On voit que la tension suit une bosse : V2 au bout de 6 mn pour atteindre son maxi. V3 est mesurée après une heure de fonctionnement. La remontée de V3 en V4 correspond à la démagnétisation du régulateur (coupure du contact). V4 est égale à la tension régulée, celle qui doit être mesurée

demment. (Eventuellement pour connaître toutes les informations précises, les valeurs exactes de tension régulée, on peut se procurer la Revue Auto-Volt qui traite du véhicule en question). Avant que d'intervenir, il serait bon de tenir compte de la courbe de tension en fonction de l'échauffement du régulateur. En fonction du temps pendant lequel l'alternateur débite, on peut être amené à corriger la valeur lue en fonction du tracé de la courbe « moyenne » ci-contre.

Dans le cas de non concordance, vérifier la masse du régulateur. Dans le cas d'une masse douteuse, il ne faut pas hésiter à ajouter un fil de masse sur le régulateur (par exemple, un fil reliant la masse du régulateur à la masse de l'alternateur).

Si la non concordance persiste, on a la possibilité de retoucher le réglage de la tension sur certains régulateurs. Mais il faut démonter le capot du régulateur et agir sur la vis de réglage très délicatement (attention, ce réglage fin est l'affaire du spécialiste). Sinon remplacer le régulateur.

— Arrêter le moteur.

— Déconnecter les appareils de mesure et connecter le fil « + » alternateur.

— Rebrancher la cosse « — » à la batterie.

### Circuit de charge avec régulateur électronique

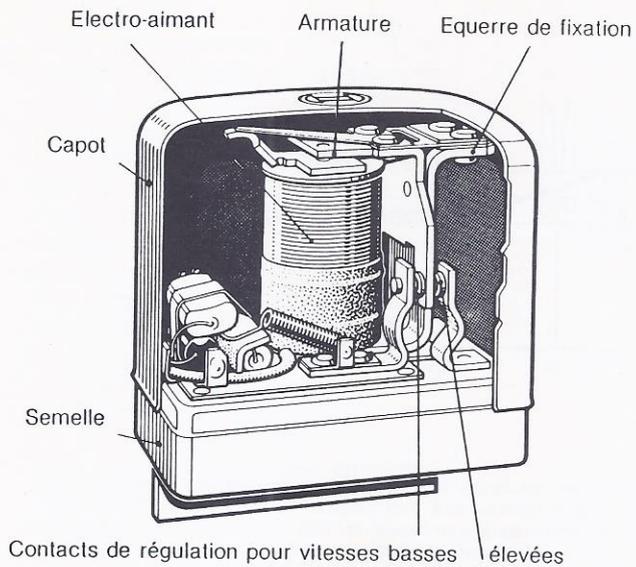
Le contrôle de la tension régulée par un régulateur électronique est identique à celui d'un régulateur vibrant électro-magnétique, si ce n'est que le voltmètre se connecte sur la borne d'alimentation du régulateur.

Dans le cas où la valeur de la tension n'est pas correcte, il n'y a pas d'intervention possible. Il faut remplacer le régulateur.

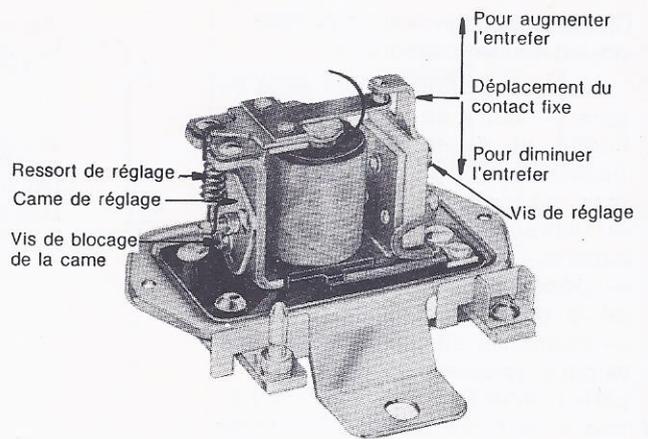
### Réglage de la tension sur régulateur vibrant

L'accès à la came de réglage oblige à déposer le capot du régulateur. La rotation de la came tend plus ou moins le ressort de rappel de la palette vibrante. Plus ce ressort est bandé, et plus la tension de régulation devra être élevée pour vaincre le rappel de la palette. Il ne faut agir sur cette came que très délicatement, par petites fractions de tour. Le contrôle de la tension régulée ne peut être fait qu'avec capot remis à sa place sur la semelle du régulateur, ne pas oublier d'interposer le joint d'étanchéité.

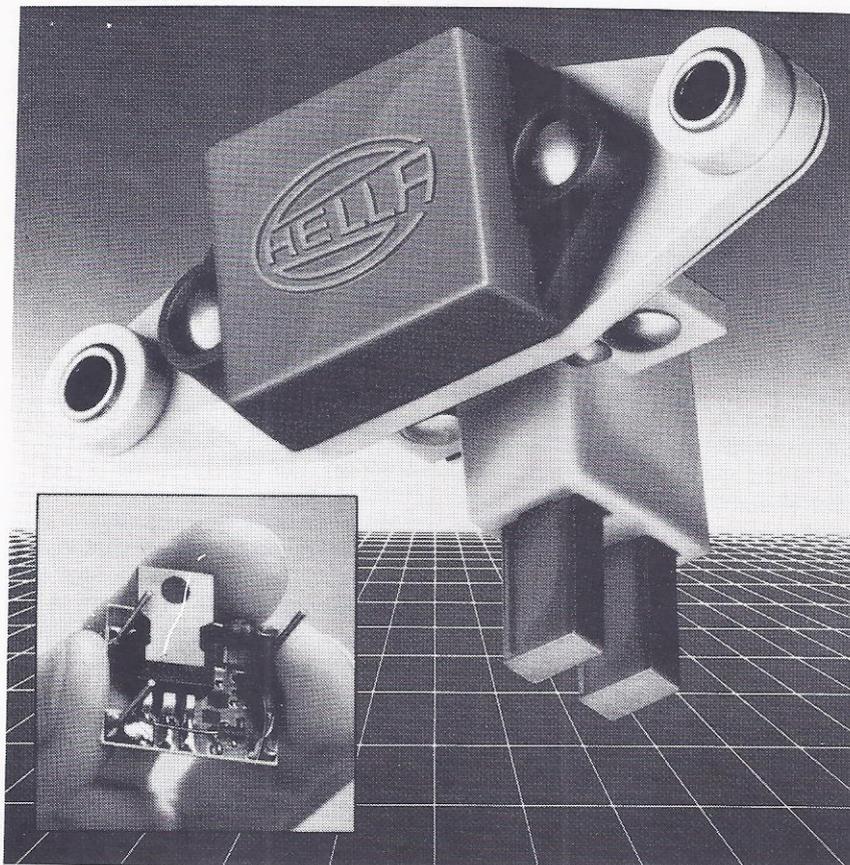
Le contrôle de la tension régulée doit être repris à son point de départ. En effet le régulateur doit retrouver sa température de fonctionnement, raison pour laquelle le capot doit être remis, et le régulateur



*Coupe du capot d'un régulateur vibrant à un élément et à deux étages*



*Vue d'un régulateur vibrant (capot enlevé) à un élément et à deux étages*



*Photographie d'un régulateur électronique incorporé (REI). On voit que le régulateur est d'un petit format et qu'il est rapporté sur le porte-balai. En-dessous, un régulateur séparé montrant le circuit électronique miniaturisé*

fixé à sa place habituelle sur le véhicule. On remarquera qu'il est toujours fixé verticalement, le capot dirigé vers le haut. En effet, le simple fait de retourner le régulateur, capot dirigé vers le bas modifierait la valeur de la tension de près d'1 V. Il faut donc éviter les fausses manœuvres à tout prix.

#### Réglage de la tension sur régulateur électronique

Comme on peut le voir sur la photo ci-contre, le régulateur est fixé sur le porte-balai pour former un ensemble indissociable. Dans le cas d'une valeur de tension incorrecte, il n'est donc pas question d'intervenir.

#### REMISE EN ETAT D'UN ALTERNATEUR

Il faut toujours commencer par débrancher la cosse « — » de la batterie. C'est d'accord ! Restons calmes pour déposer l'alternateur, ce n'est pas toujours si facile quand on cherche à déposer un minimum de pièces environnantes.

Démonter l'alternateur en procédant dans un ordre logique. Il n'y a aucune difficulté, on peut aussi se référer à l'une des vues éclatées de la Revue Technique Automobile du véhicule concerné.

Commencer par **démonter le porte-balais**, puis éventuellement le protecteur du porte-diodes, le régulateur électronique.

Démonter les vis d'assemblage des flasques avant et arrière. N'oublier pas de dégager le petit bouchon plastique situé sur le flasque arrière, juste dans l'axe de rotation. Sinon, au moment du dégagement du flasque, il se forme un vide derrière le roulement et il n'y a plus moyen de faire reculer le flasque.

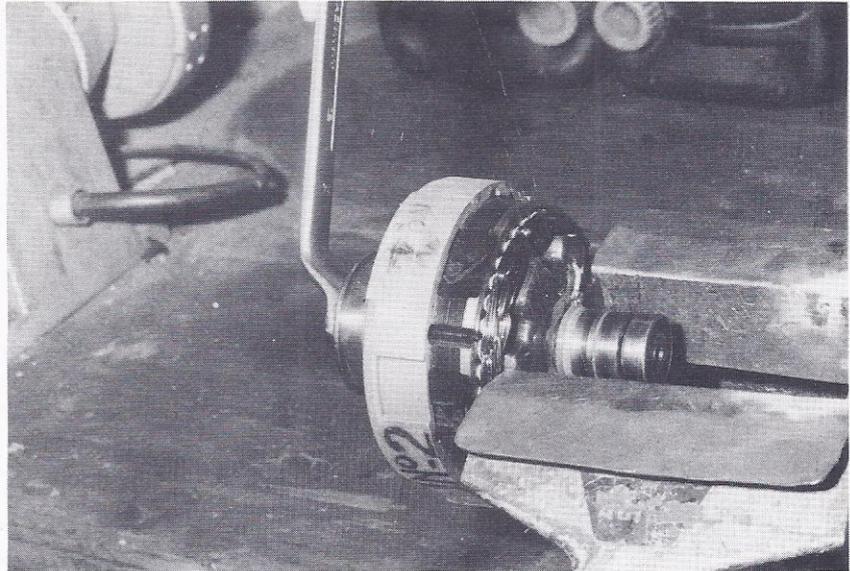
Selon le cas, désaccoupler les fils du stator du support de diodes. Ils sont soit connectés par vis, soit soudés à l'étain. Rappelons-nous qu'il faut éviter à tout prix de chauffer les diodes, leur fonction « électronique » est fragile. Opérons donc le plus vite possible avec le fer à souder (ou mieux un pistolet à souder, dont la chauffe est très rapide).

Dégager le flasque arrière, doucement.

Démonter le porte-diodes.

— Dégager le stator du flasque avant en faisant des repères pour conserver la bonne orientation des fils du stator par rapport au porte-diodes.

Reste maintenant à desserrer l'écrou de poulie ! car il est bien bloqué. Le plus simple est de tenir les griffes du rotor dans un étau muni de mordaches. Il serait dom-



*Pour desserrer l'écrou de poulie, tenir les griffes du rotor dans un étau. N'oubliez pas d'interposer des mordaches en cuivre afin de ne pas « marquer » la surface usinée des griffes*

mage de blesser les griffes. En effet le jeu de rotation entre le rotor et le stator est faible : ce jeu s'appelle **l'entrefer**. Il joue un rôle essentiel, et plus il est réduit (il ne fait que quelques 1/10<sup>e</sup> de mm) et plus le rendement magnétique de l'alternateur est bon.

Déposer la poulie, le ventilateur et les rondelles. Conserver précieusement ces rondelles en se rappel-

lant leur emplacement. Elles sont prévues pour aligner la poulie d'alternateur avec celle d'entraînement. Rappelons-nous, des poulies mal alignées donnent du gauche à la courroie et elle n'apprécie pas !

Dégager le rotor du palier avant.

Toutes précautions et repères ayant été pris au démontage, il n'y a pas de doute, le remontage va s'effectuer en toute logique. Pas

*Contrôle des diodes d'un pont redresseur à l'aide d'une lampe témoin 12 V et d'une batterie 12 V. On sait que la diode laisse passer le courant dans un sens et non dans l'autre. Cette condition est facile à vérifier en inversant la polarité du branchement de la lampe, sur un pont de six diodes (3 positives et 3 négatives). Connecter une extrémité de la lampe à la borne « + » de la batterie, et l'autre extrémité de la lampe sur un des points communs — A par exemple — et brancher le « - » batterie sur le support positif : résultat : la lampe s'allume (avec une diode en bon état). Inverser ce branchement : résultat : la lampe ne s'allume pas (avec une diode en bon état). Puis, recommencer ce branchement avec le support négatif : avec une diode en bon état, la lampe s'allume, ou ne s'allume pas selon le branchement de la lampe (ou inversement)*

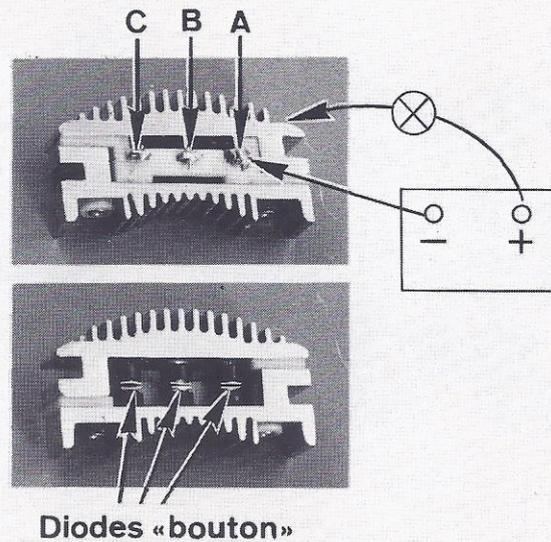
*Puis contrôler les 2 diodes à partir du point commun B en procédant comme au point commun A. Et contrôler les deux diodes connectées au point commun C*

*Avec une diode en court-circuit : la lampe reste allumée dans les deux sens*

*Avec une diode en coupe-circuit (grillée) : la lampe reste éteinte dans les deux sens*

*Dans ces deux derniers cas, il faut réparer :*

1. Avec diode bouton : démonter le porte-diodes et remplacer la diode défectueuse
2. Avec diode emmanchée en force dans le porte-diodes (pour obtenir un bon refroidissement de celle-ci), le remplacement de la diode n'est pas possible, il est nécessaire de remplacer le porte-diodes



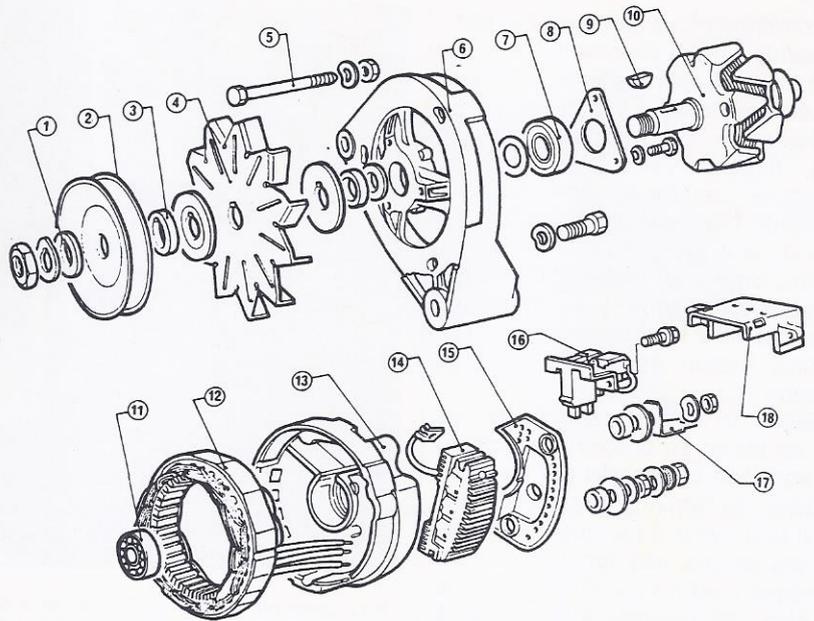
**Diodes « bouton »**

trop vite tout de même, avant le remontage, il est bon de consacrer un peu de temps au nettoyage et à l'examen des pièces. En effet, il est toujours possible :

- d'éliminer un coup donné par accident sur une poulie,
- d'apprécier l'état des roulements (ils sont graissés à vie et étanches),
- de supprimer des rayures sur les bagues du rotor, avec du papier abrasif très fin,
- d'examiner le bon état du fil du stator,
- de contrôler les soudures, du fil du rotor sur les bagues collectrices.

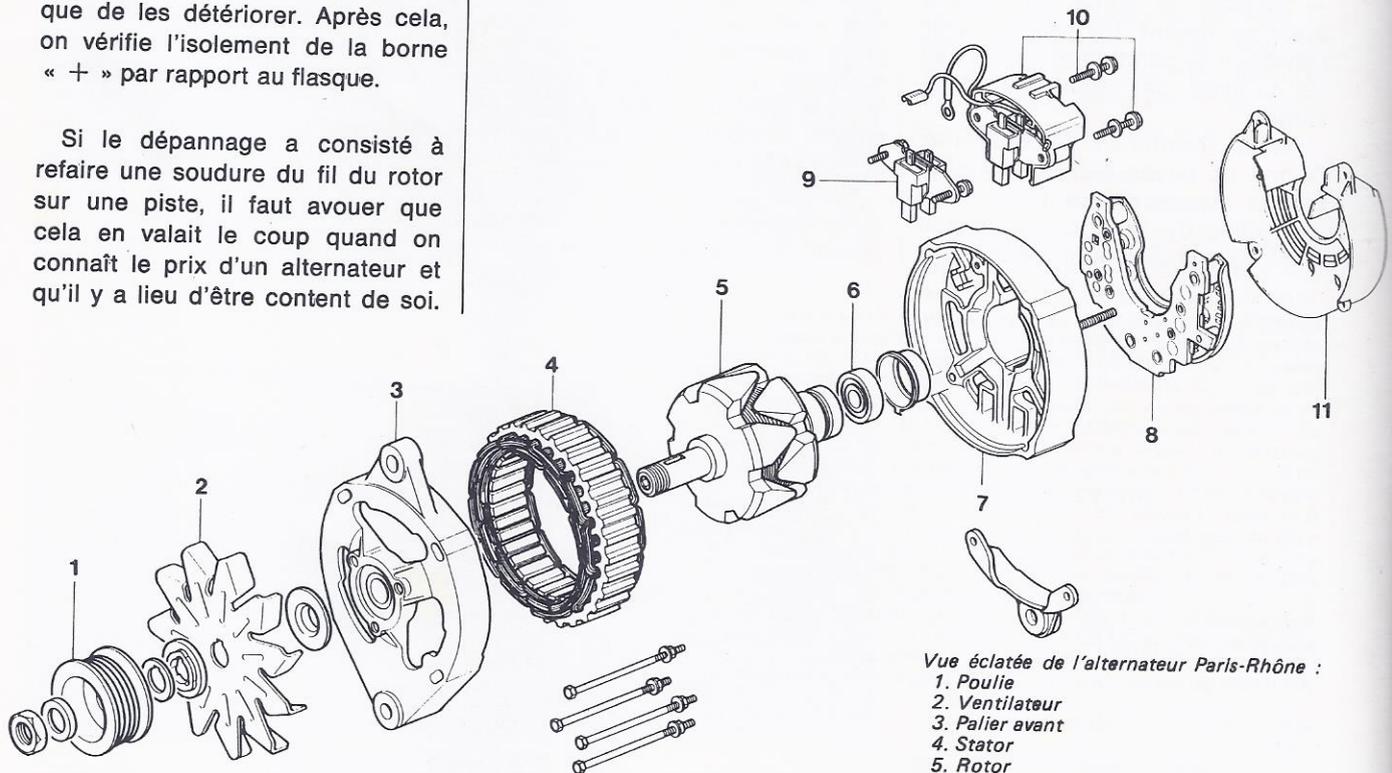
Sur le flasque arrière, la borne « + » est isolée avec des petits canons isolants. Ces pièces sont fragiles. Après s'être assuré qu'elles étaient correctes et bien en place, éviter de bloquer trop fort l'écrou de fixation de la borne au risque de les détériorer. Après cela, on vérifie l'isolement de la borne « + » par rapport au flasque.

Si le dépannage a consisté à refaire une soudure du fil du rotor sur une piste, il faut avouer que cela en valait le coup quand on connaît le prix d'un alternateur et qu'il y a lieu d'être content de soi.



Vue éclatée de l'alternateur Ducellier. Principaux éléments :

- |                        |                       |                           |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 2. Poulie              | 7. Roulement étanche  | 13. Palier arrière        |
| 3. Rondelle de réglage | 10. Rotor             | 14. Pont redresseur       |
| 4. Ventilateur         | 11. Roulement arrière | 16. Porte-balais          |
| 5. Vis d'assemblage    | 12. Stator            | 18. Régulateur de tension |
| 6. Palier avant        |                       |                           |



Vue éclatée de l'alternateur Paris-Rhône :

1. Poulie
2. Ventilateur
3. Palier avant
4. Stator
5. Rotor
6. Roulement arrière
7. Palier arrière
8. Pont redresseur
9. Porte-balais
10. Porte-balais - régulateur de tension
11. Couvercle arrière