

## *L'équipement électrique*

Il fallut attendre la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle pour enregistrer l'apparition des premières bobines, magnétos à basse tension, 1900 pour que Boudeville trouve le principe de la magnéto à haute tension et 1902 pour que Vesta et Simms-Bosch passent à la réalisation de magnétos haute tension fonctionnant avec des bougies à électrodes fixes, type d'allumage qui allait détrôner l'allumage par vibreur généralement utilisé jusque-là.

Ce n'est qu'en 1919 que l'allumage par volant magnétique voyait le jour, un type de générateur de courant qui allait devenir excessivement populaire sur nos motocycles, et l'année suivante l'allumage dynamo-batterie apparaissait grâce aux travaux principalement menés aux U.S.A. par la Dayton Engineering Laboratories Co (Delco), un nom qui allait devenir oh combien célèbre, puisque de • propre - il allait devenir • commun -.

Deux grandes familles d'allumage apparaissent donc: -  
l'allumage par magnéto, volant magnétique;  
- l'allumage par batterie et bobine d'induction.

# Allumage par magnéto

S'il a complètement disparu depuis de nombreuses années en automobile, par contre on le rencontrait encore il y a quelques années sur les motos anglaises principalement et BMW le conserve pour ses flat-twins.

Mais voyons tout d'abord ce qu'est le magnétisme.

Tout le monde connaît l'aimant en forme de fer à cheval avec ses deux pôles Nord et Sud et sait que les pôles de même nom se repoussent et qu'à l'inverse ceux de nom contraire s'attirent.

Certains corps après avoir été aimantés conservent leur aimantation plus ou moins longtemps (cas de l'acier au cobalt), d'autres ne peuvent être aimantés (le plomb, le cuivre), d'autres enfin ne gardent pas l'aimantation (fer doux). Les aimants qui conservent leur aimantation sont les aimants permanents, nous les trouvons dans les magnétos, volants magnétiques, etc.

Un aimant permanent crée un champ magnétique passant dans le sens Nord Sud dans l'entrefer de l'aimant et si dans cet entrefer nous plaçons une barre de fer enroulée de fil, un courant de sens inversé se produit (une variation de flux) si l'on fait tourner cette barre de fer : or cette variation de flux dans l'enroulement va créer un courant électrique dit courant induit.

Ce courant sera alternatif, et plus l'induit (la barre de fer enroulée de fil) tournera vite, plus il traversera rapidement le champ magnétique, plus le courant sera puissant.

Mais le courant alors produit sera de bas voltage et de fort ampérage, ce qui pourrait convenir pour l'éclairage, alors que pour l'allumage, pour faire jaillir l'étincelle dans un milieu gazeux il faut une différence de potentiel de l'ordre de 15.000 volts environ: il va nous falloir transformer ce courant, le rendre de haut voltage mais de bas ampérage, ce qui va être possible avec la bobine de Ruhmkorff. Dans ce cas l'induit comprend un enroulement primaire constitué par un fil de grosse section mais de faible longueur, tandis que l'enroulement secondaire se compose d'un fil très fin et de grande longueur. Quand on fera passer un courant dans le circuit primaire, il suffira d'interrompre brusquement celui-ci par le rupteur pour qu'un courant de très haut voltage soit induit dans l'enroulement secondaire, pouvant donner une étincelle très chaude à la bougie.

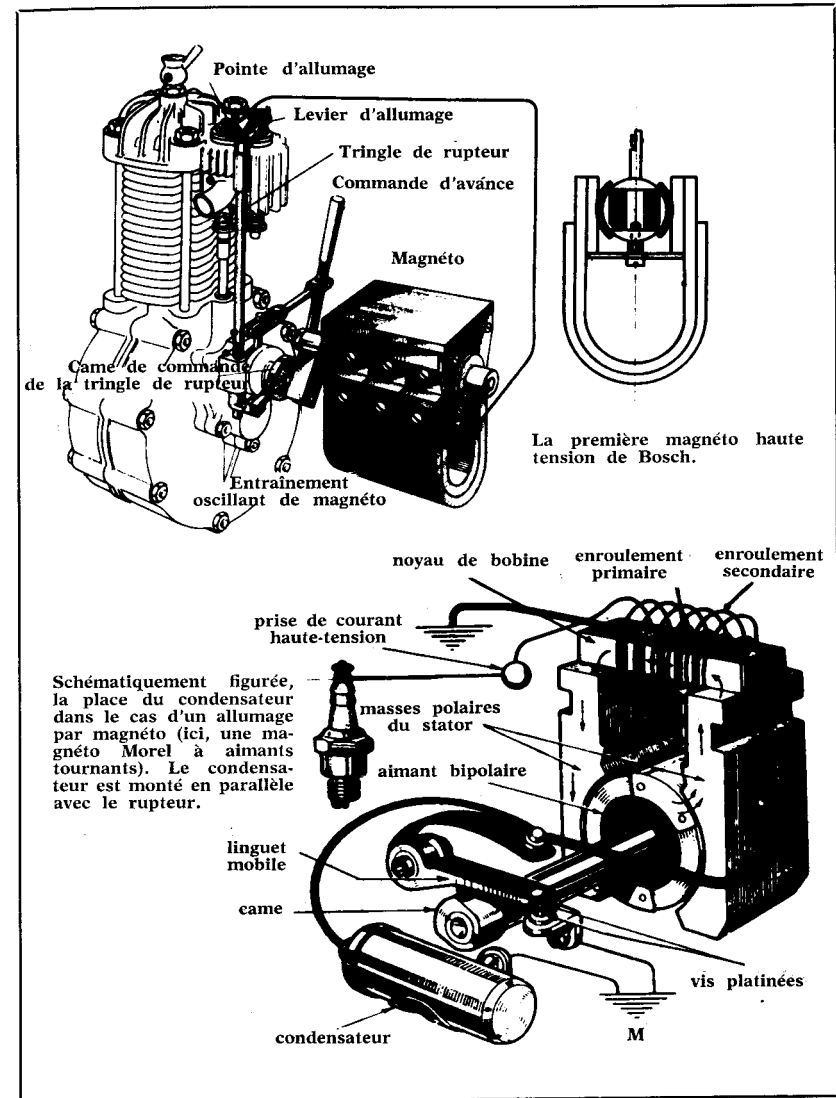
Mais à son tour le courant induit dans le primaire un courant nuisible qui se traduit par un affaiblissement du courant secondaire et par des jaillissements d'étincelles entre les vis du rupteur. On dispose donc sur le circuit primaire d'un barrage constitué par le condensateur, qui emmagasine le courant parasite et le restituera même au moment de la rupture.

Nous trouvons dans la magnéto classique un aimant en U inversé avec un induit en forme de double T qui tourne entre les deux masses polaires. Autour du noyau, les deux bobinages sont superposés et une de leur extrémité est soudée à l'induit, tandis que l'extrémité du primaire va au rupteur. Le condensateur tourne avec l'induit et il est branché en parallèle avec les contacts du rupteur.

De l'autre côté, le fil fin du secondaire aboutit à une sorte de poulie en ébonite au fond de laquelle une bague en cuivre reçoit le courant secondaire. Un charbon frotte sur cette bague et transmet le courant au fil de bougie.

Comme la magnéto donne une étincelle par tour, dans le cas d'un monocylindre quatre-temps on trouve une démultiplication dans la commande faisant tourner la magnéto moitié moins vite que le moteur.

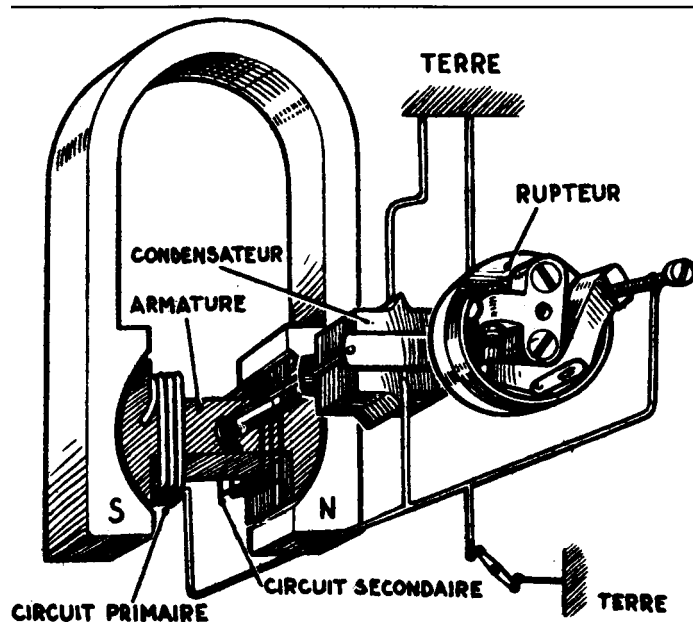
A côté des magnétos à aimant fixe sont apparues ensuite les magnétos à induits fixes qui avaient l'avantage de ne pas soumettre les bobinages



aux effets toujours destructeurs de la force centrifuge, ce qui permettait de tourner plus vite. Par ailleurs il était également possible de supprimer le collecteur.

Dans ces magnétos les bobinages sont montés sur une armature fixe et les aimants isolés magnétiquement tournent constituant le rotor.

Si la magnéto est pratiquement abandonnée aujourd'hui c'est parce qu'elle assurait simplement l'allumage et qu'il fallait un autre générateur de courant pour l'éclairage, en outre elle donne une étincelle assez faible au départ, d'où des démarrages parfois laborieux.



Magnéto partiellement démontée. On peut remarquer le rupteur, ainsi que les enroulements primaires et secondaires.

## Le volant magnétique

Nous nous étendrons un peu plus sur ce type de générateur de courant que l'on trouve à peu près exclusivement sur tous les 49 cc et même sur quelques cylindrées supérieures.

Les tâches du volant magnétique sont multiples:

- fournir le courant haute tension nécessaire à la production de l'étincelle d'allumage;
- fournir le courant alternatif basse tension pour l'éclairage;
- remplir le rôle de volant moteur;
- servir éventuellement à recharger une petite batterie par l'intermédiaire d'une cellule redresseuse.

Un volant magnétique se compose de deux parties principales, un rotor et un stator.

Le rotor, qui est solidaire de la queue de vilebrequin, est une jante garnie dans son périmètre interne de masses polaires et sur son axe on trouve la came de commande d'allumage.

Par opposition au rotor, le stator est fixe et il est donc solidaire du carter-moteur. Il reçoit les diverses bobines (bobines basses tension d'allumage et d'éclairage, mais de moins en moins la bobine haute tension qui se place de plus en plus à l'extérieur pour des questions de refroidissement et d'accessibilité.

Sur ce stator on trouve encore le condensateur et le système de rupture.

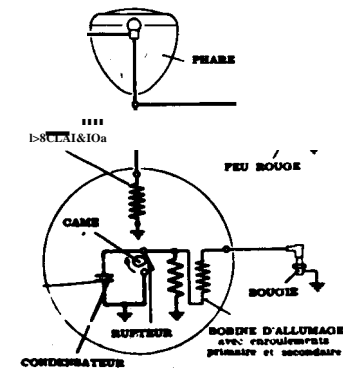
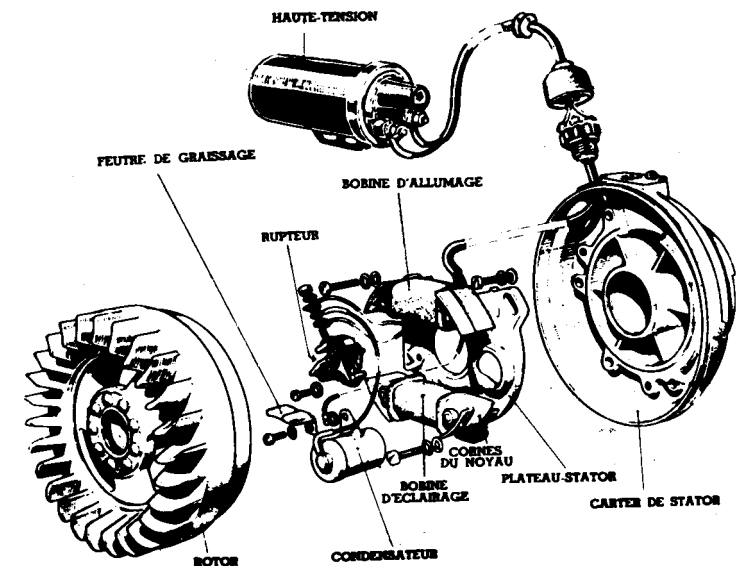


Schéma de principe et de montage d'un volant magnétique.



Exemple de volant magnétique avec bobine extérieure haute tension et rotor garni d'ailettes pour procurer un refroidissement du moteur par air forcé.

# Le rotor

Le rotor fait donc office de volant d'inertie et d'inducteur, c'est lui qui fournit le flux magnétique dont les variations dans les spires du bobinage fourniront les courants induits, self-induit (au moment de la rupture) et finalement haute tension.

Ce rotor est réalisé en métal non magnétique (alliage d'aluminium, de zinc, etc.) et à l'intérieur de sa jante sont placés les aimants permanents, réalisés en acier à l'aluminium-nickel (Al-ni), à l'aluminium-nickel-cobalt (Al-Ni-Co). Ces aimants sont soit fixés, soit enrobés dans la jante du volant. Ils ont bien souvent la forme d'un segment et la face appliquée contre les masses polaires doit avoir une très bonne finition, car la moindre couche d'air entre aimant et masse polaire affaiblirait le flux magnétique.

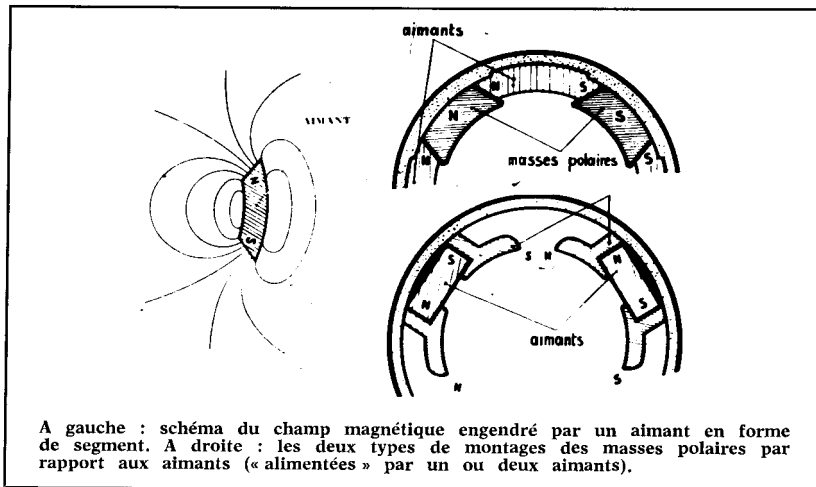
Les masses polaires canalisent le flux magnétique des aimants et alimentent de ce fait les diverses bobines.

Ces masses polaires sont constituées par des feuillettes de fer doux placées perpendiculairement à l'axe du rotor. Ces feuillettes offrent l'avantage, par rapport à une masse d'un bloc, d'éviter des déperditions d'énergie en chaleur et le freinage de la rotation du rotor que causerait la formation de courant de Foucault.

Ces masses polaires émergent un peu vers l'intérieur du rotor, afin de réduire au minimum l'entrefer entre ces masses et les noyaux des bobines.

Les volants magnétiques sont généralement tetra ou hexapolaires, ce qui, comme leur nom l'indique, sous-entend qu'ils ont 4 pôles et 4 aimants ou 6 pôles et 6 aimants. Chacun de ces pôles ou de ces masses polaires si vous préférez a une polarité bien définie et l'on trouvera successivement en faisant le tour du rotor un pôle Nord puis Sud, puis Nord, etc. Chacun de ces pôles est alimenté par un ou deux aimants, ce qui fait deux montages différents.

Dans le cas le plus fréquent chacune de ces masses polaires est en contact avec deux aimants. Cette masse étant Nord par exemple sera en contact avec les pôles Nord de chacun des deux aimants. La masse Sud qui succèdera sera alimentée par le pôle Sud d'un des deux aimants et ainsi de suite.

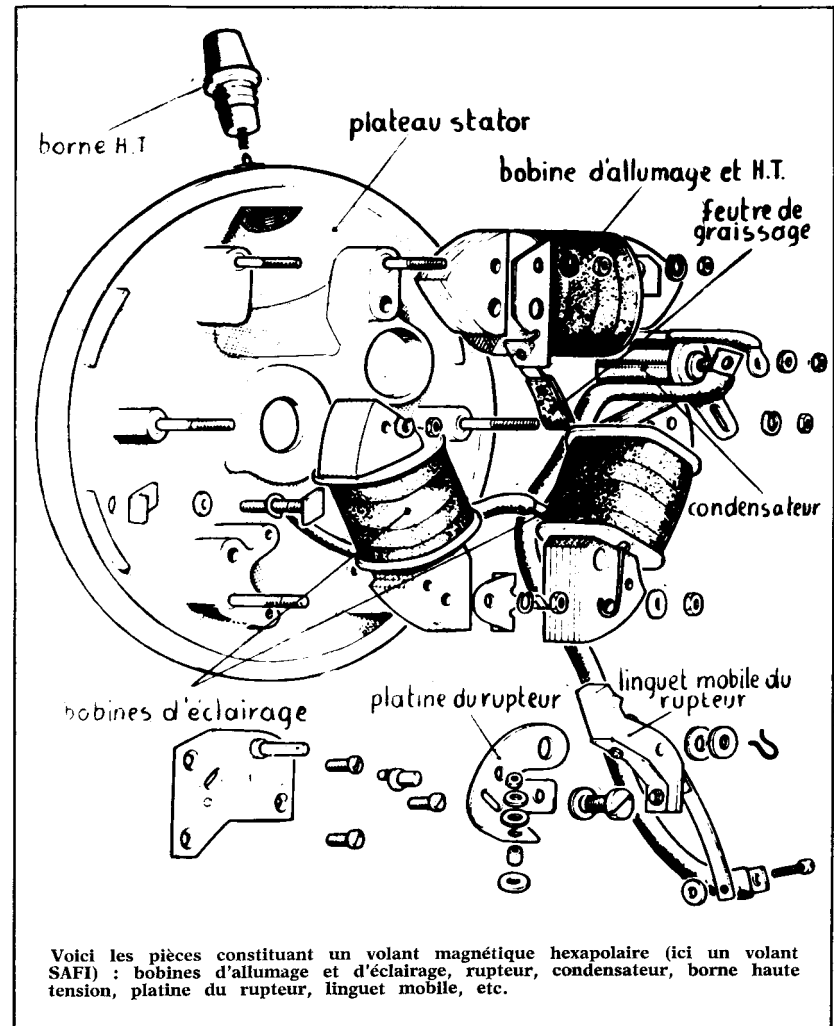


A gauche : schéma du champ magnétique engendré par un aimant en forme de segment. A droite : les deux types de montages des masses polaires par rapport aux aimants (« alimentées » par un ou deux aimants).

Dans l'alimentation avec un seul aimant, beaucoup plus rare et que l'on trouve en France par exemple avec les volants Safi, le nombre des aimants est de moitié moins élevé que celui des masses.

Autrement dit chaque aimant alimente seul deux masses polaires : le pôle Nord donne la masse polaire Nord et de même pour le Sud. Et pour observer l'alternance des polarités des masses polaires deux aimants successifs ne sont plus montés avec pôle de même nom face à face : ici ce sont les pôles inversés qui se font vis-à-vis.

Ce rotor est monté en bout de vilebrequin dans une position bien déterminée, car il faut que l'arrachement (l'inversion du flux que nous verrons plus loin) se fasse au moment voulu et coïncide avec le décollement des



Voici les pièces constituant un volant magnétique hexapolaire (ici un volant SAFI) : bobines d'allumage et d'éclairage, rupteur, condensateur, borne haute tension, platine du rupteur, linget mobile, etc.

vis platinées. Ce décollement s'opère au moyen de la came qui est solidaire du rotor, soit qu'elle est directement usinée avec le rotor, soit qu'elle est rapportée.

## Le stator

La plaque de stator, fixée au carter-moteur, porte les bobines (l'induit avec les enroulements primaire et éventuellement secondaire pour l'allumage, les bobines d'éclairage et au besoin celle chargée de fournir le courant ensuite redressé pour la batterie).

Il y a encore le système de rupture et le condensateur.

Pas de collecteur, la prise de courant haute tension se fait directement à la sortie de la bobine haute tension.

La bobine d'allumage peut être de deux types : ou bien elle est incorporée à l'induit et nous avons une bobine avec deux enroulements (primaire et secondaire) ou bien la bobine haute tension est extérieure au volant magnétique et dans le volant nous ne trouvons qu'une bobine à simple enroulement chargé de produire le courant primaire.

L'enroulement, dans une bobine d'allumage, est fait sur un noyau de fer doux feuilleté, les feuillards étant dans les plans parallèles à ceux des feuillards des masses polaires du rotor. Ces feuillards sont isolés les uns par rapport aux autres par du papier paraffiné, de la laque, etc.

L'emploi de feuillards à la place d'un noyau d'une seule pièce s'explique en partie comme pour les masses polaires (pertes moins élevées) mais cela permet encore des variations de flux plus rapides au sein de la bobine et ce sont les variations de flux et non le flux lui-même qui engendrent un courant induit au sein du bobinage et ce courant induit est d'autant plus important que la variation de flux est plus rapide.

Le noyau de la bobine a également une forme de segment, mais il est plus long que le bobinage lui-même, débordant largement de chaque cote et ses extrémités forment des cornes.

Les parties arrondies de ces cornes forment des arcs de cercle de même centre que le rotor, arcs qui passent devant les masses polaires avec un entrefer très réduit.

Les dimensions du noyau dans le sens de la longueur, sont déterminées par la réalisation même du volant et de son rotor, puisqu'il faut que les deux cornes du noyau se trouvent à un moment donné en face des deux masses polaires successives (donc de polarité différente).

Le système de rupture se compose d'une vis platinée fixe solidaire du stator et d'une autre vis platinée mobile fixée au bout d'un linguet qui est soulevé à chaque tour moteur par son toucheau qui est en contact avec la came. Les deux vis sont ramenées l'une contre l'autre par l'action d'un petit ressort à lame.

Le réglage des vis platinées se fait en faisant pivoter la platine sur laquelle est montée la vis platinée fixe, platine qui est montée sur excentrique.

Quand le rupteur s'ouvre, coupant le passage du courant dans le bobinage primaire de la bobine haute tension et entraînant la formation d'un courant haute tension induit dans le bobinage secondaire, pour qu'il n'y ait pas d'étincelles entre les grains du rupteur il faut un condensateur.

En effet s'il n'y avait pas de condensateur, l'extra-courant de rupture provoquerait de violentes étincelles qui jailliraient entre les grains du rupteur et ces derniers seraient rapidement usés.

De même cet extra-courant de rupture empêcherait la brusque variation d'intensité dans le primaire de la bobine et on n'obtiendrait pas dans le secondaire une haute tension suffisante pour avoir une étincelle assez chaude à la bougie.

## Le fonctionnement

Tout d'abord reprenons les principes de base.

La variation du flux magnétique dans le noyau de la bobine crée un courant induit dans l'enroulement primaire, courant d'autant plus important que la variation de flux est rapide.

Un extra-courant de rupture se produit lorsqu'on coupe ce courant induit (ouverture des vis platinées).

La très grande intensité de ce courant est fonction de l'intensité du courant induit au moment de la rupture et de la rapidité avec laquelle s'effectue cette rupture.

La bobine haute tension transforme l'extra-courant de rupture, intense mais de faible tension en un courant haute tension (15.000 volts environ) qui produit l'étincelle entre les électrodes de la bougie.

Prenons maintenant comme exemple un volant tétrapolaire.

Dans une position donnée du rotor, une masse polaire Nord est en face de la corne gauche du noyau de la bobine d'allumage: la corne droite se trouvera alors en face d'une masse polaire Sud. Le flux magnétique allant de Nord à Sud traverse alors le noyau de la bobine de gauche à droite.

Quand le rotor aura tourné de 90°, la corne gauche du noyau sera alors face à une masse de polarité différente et il en sera de même pour la corne de droite qui sera alors face à une masse polaire Nord: le flux magnétique traversera alors le noyau de droite à gauche. Vous comprendrez qu'il y a donc une position intermédiaire où le flux s'inversera brusquement de sens et c'est lors de cette inversion que la variation de flux dans le noyau est la plus rapide, donc que le courant induit dans l'enroulement primaire est le plus intense: c'est donc lors de ces inversions de flux qu'il faudra que le rupteur s'ouvre.

Ainsi dans notre volant magnétique tétrapolaire, nous aurons quatre inversions de flux par tour, puisque les quatre masses polaires sont à 90° l'une de l'autre et nous pourrions avoir 4 étincelles par tour si à chacune de ces inversions il y avait rupture de courant.

Et comme le nombre d'inversion de flux est égal au nombre de masses polaires, dans un volant hexapolaire nous pourrions avoir six étincelles par tour.

L'arrachement (moment de l'inversion de flux) se mesure en millimètres sur la jante du volant par la longueur de l'arc sous-tendu par un angle dont le centre est celui du rotor et dont les côtés sont déterminés par l'arête extérieure d'une corne du noyau de la bobine, l'autre par l'arête de la masse polaire.

La came étant solidaire du rotor celle-ci a donc de construction une position bien déterminée par rapport aux masses polaires.

De plus on trouve généralement sur les volants des repères portés sur le rotor et le stator de manière que le décollement des vis platinées corresponde à un arrachement de la valeur voulue.

Lorsque les vis platinées sont en contact le courant induit lors des inversions de flux ira à la masse et la came n'ayant qu'un seul bossage donnera donc une seule étincelle par tour (il y a donc une étincelle perdue quant un quatre-temps a un tel mode d'allumage). Par ailleurs, il est très facile d'assurer l'allumage d'un bicylindre avec un volant magnétique, il y aura une seule bobine d'allumage produisant le courant primaire, mais deux rupteurs (dans le cas d'un deux-temps), deux condensateurs et deux bobines haute-tension.

# L'allumage batterie

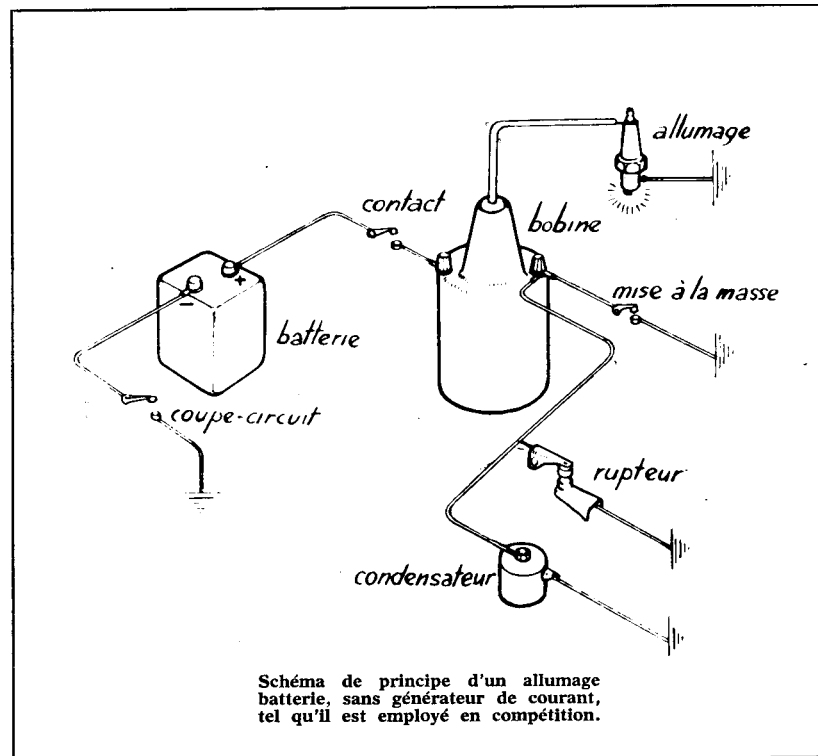
Jusqu'ici nous avons vu des types d'allumage à courant alternatif, alors que l'allumage batterie va être un allumage par courant continu.

La batterie fournit donc la source d'énergie: elle est reliée à une bobine haute tension qui transformera le courant basse tension de la batterie en courant haute tension dès qu'il y aura rupture provoquée par le rupteur. Le restant de l'installation comprend évidemment un condensateur, mais le schéma électrique comprend toujours un interrupteur de manière que la batterie puisse toujours être mise hors circuit.

Ce type d'allumage dans la version simplifiée décrite ci-dessus est réapparu en compétition aux environs de 1953 et c'est à N.S.U. qu'on le doit: la capacité des batteries était suffisante pour tenir toute une course, après il n'y avait plus qu'à recharger celles-ci.

Vous comprendrez que pour une moto utilisable journellement ou sur de longs parcours la durée de vie de la batterie ne pourrait suffire et il faut donc prévoir une génératrice de courant (dynamo, alternateur) qui viendra recharger continuellement la batterie.

Rappelons que ce type d'allumage a été popularisé par les Américains au lendemain de la première guerre mondiale par Delco et aujourd'hui c'est celui que l'on trouve généralement sur les vélomoteurs et motocyclettes, le volant magnétique étant réservé aux cyclomoteurs.

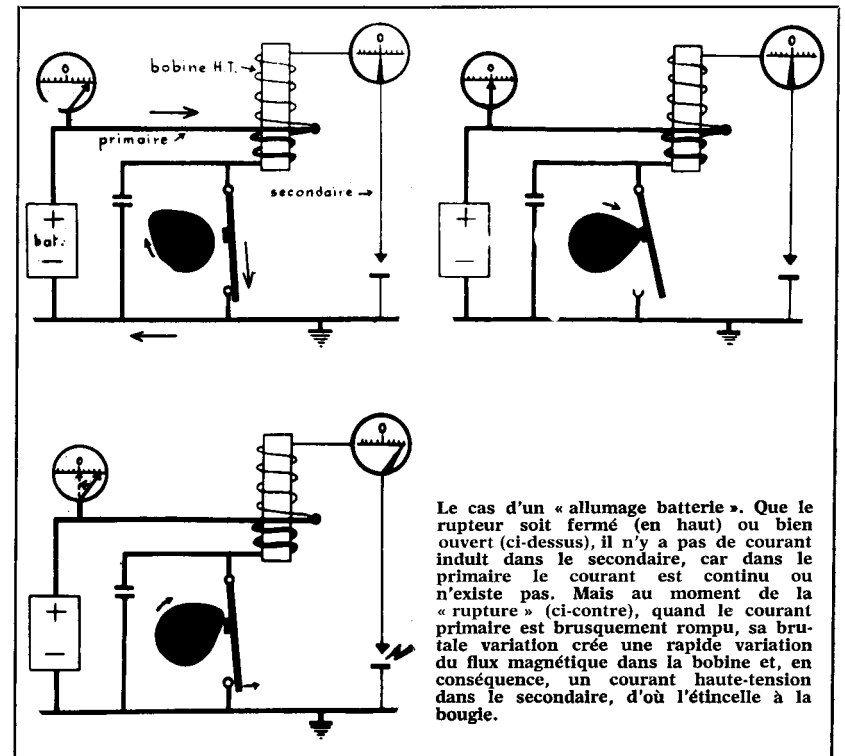


# La dynamo

C'est le type de générateur le plus souvent employé de 1945 à 1960. On la trouvait autrefois entraînée par chaîne, pignon et même courroie, alors qu'aujourd'hui elle est généralement calée en bout de vilebrequin.

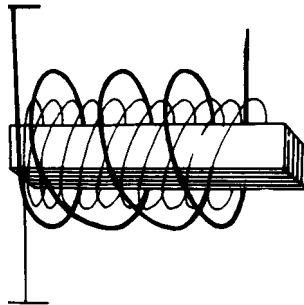
Le principe de fonctionnement de la dynamo est le suivant: si on fait tourner dans un champ magnétique un induit dont les fils forment des boucles, à chaque fois que ces boucles couperont les lignes de force du champ magnétique, on provoquera une F.E.M. (force électromotrice) induite. Mais au fur et à mesure de la rotation de l'induit la F.E.M. changera de sens et on aura une tension alternative. Il suffit de relier les extrémités des fils à une bague qui supporte l'axe de l'induit pour recueillir sur ce collecteur un courant alternatif. Pour obtenir de la dynamo un courant continu, il suffit de "séparer en deux parties isolées l'une par rapport à l'autre le collecteur, dans le cas théorique bien sûr où il n'y aurait qu'une seule spire sur l'induit. En réalité on fait des bobines à spires multiples et le collecteur est alors composé d'une succession de lamelles dont le nombre correspond au nombre de bobines.

Si dans les magnétos, les volants magnétiques on utilise des aimants permanents, par contre "dans une dynamo l'excitation du champ magnétique doit se faire électriquement par un courant que la dynamo devra produire elle-même: c'est le courant d'excitation.



Et d'après le montage de la bobine d'excitation par rapport à l'induit, on distingue trois sortes de dynamo : série, compound ou shunt et seule cette dernière nous intéresse.

Au démarrage, le champ magnétique entre les masses polaires est très faible, car il provient du peu de magnétisme que conserve le noyau de l'inducteur qui a été excité une première fois (aimantation remanente). La faible F.E.M. produite servira exclusivement à l'auto-excitation de la dynamo et le courant d'excitation ira en augmentant jusqu'à saturation du circuit magnétique.



Le courant haute-tension ne peut apparaître dans l'enroulement secondaire de la bobine que s'il y a variation de flux dans le noyau. Et pour que cette dernière apparaisse, il faut qu'il y ait variation du courant parcourant l'enroulement primaire.

Une dynamo se compose des pièces suivantes:

- \_ la carcasse avec ses masses polaires rapportées et son enroulement d'excitation (bobinage inducteur). On trouve généralement six masses polaires avec leur enroulement d'excitation. Ces masses sont usinées au tour pour avoir une forme cylindrique très exact au milieu de laquelle tourne l'induit de la dynamo. Le jeu entre l'induit et les masses polaires est très petit de manière à avoir une entrefer le plus faible possible.
- \_ L'induit est constitué d'un noyau de fer doux réalisé par un empilage de tôles minces isolées les unes par rapport aux autres. L'induit comprend des encoches dans lesquelles on trouve l'enroulement constitué de spires de fil de cuivre isolé.

Le collecteur se trouve en prolongement de l'induit. Il se compose d'un nombre de lames de cuivre égal au nombre de bobines de l'enroulement d'induit. Ces lames sont isolées entre elles et par rapport à l'arbre.

Les balais qui recueillent le courant en frottant sur le collecteur. Ces balais coulissent dans les porte-balais étant toujours poussés sur le collecteur par de petits ressorts.

Enfin, sur les dynamos de moto, on trouve généralement incorporé le rupteur du circuit d'allumage, que nous avons déjà vu lors de la description des types d'allumage précédents et aussi le régulateur de tension avec le conjoncteur-disjoncteur.

Ces trois derniers appareils ont les fonctions suivantes. Premièrement établir la connection de la dynamo avec le système électrique de la moto dès que le moteur atteint un régime suffisant et la dynamo par conséquent une puissance suffisante.

Deuxièmement, dès que la puissance de la dynamo augmente, recharger la batterie s'il le faut et par ailleurs empêcher sa décharge lorsque le débit de la dynamo tombe.

Troisièmement maintenir la tension du courant fourni par la dynamo dans les limites autorisées, en branchant ou en débranchant des résistances, ou, à la rigueur, en provoquant un court circuit du circuit d'excitation de

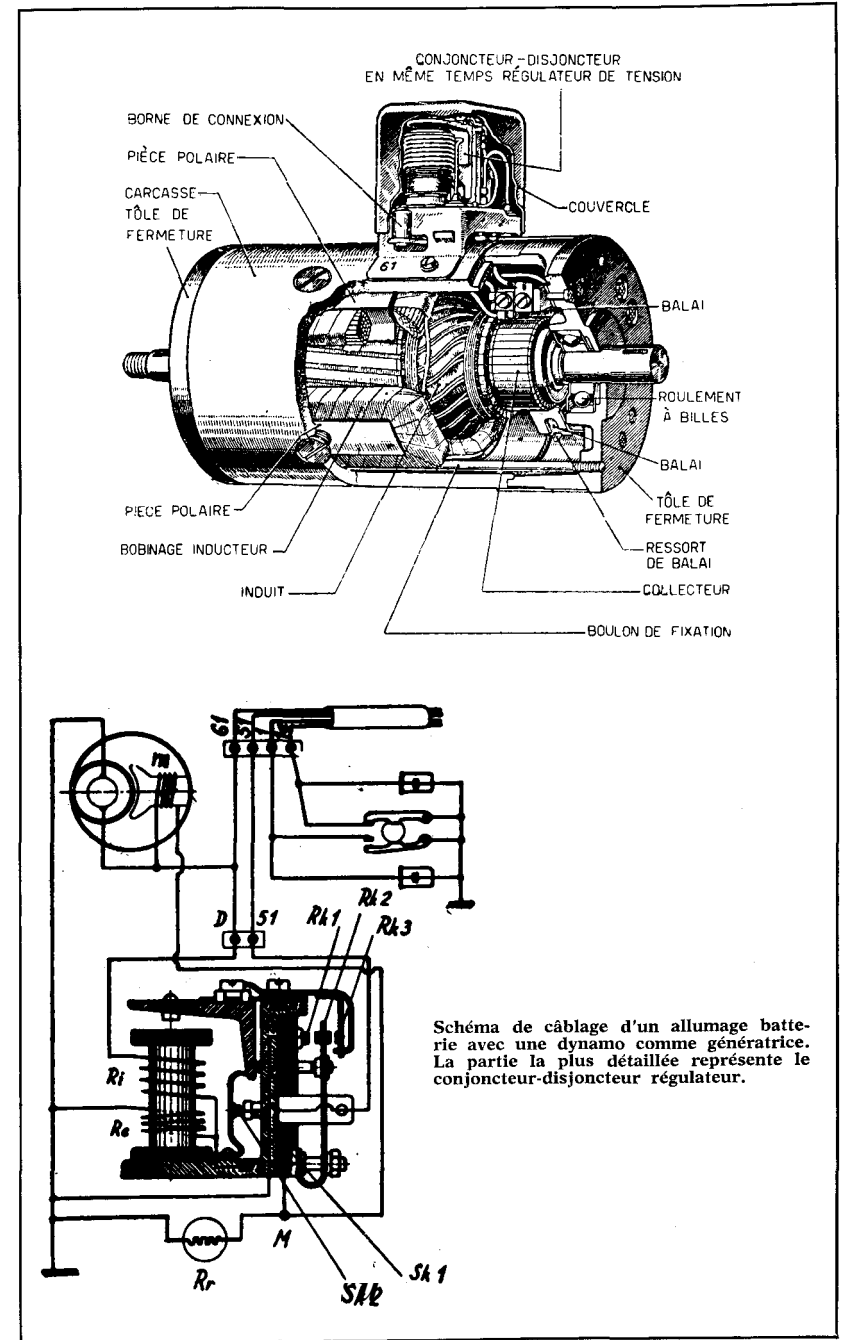


Schéma de câblage d'un allumage batterie avec une dynamo comme génératrice. La partie la plus détaillée représente le conjoncteur-disjoncteur régulateur.

la dynamo si le régime du moteur est trop élevé et par conséquent la tension débitée par la dynamo trop grande.

L'ensemble régulateur-conjoncteur-disjoncteur maintient donc dans le circuit électrique de la moto le courant à une tension normale quelle que soit la consommation des appareils électriques et- quelle que soit la tension du courant fourni par la dynamo.

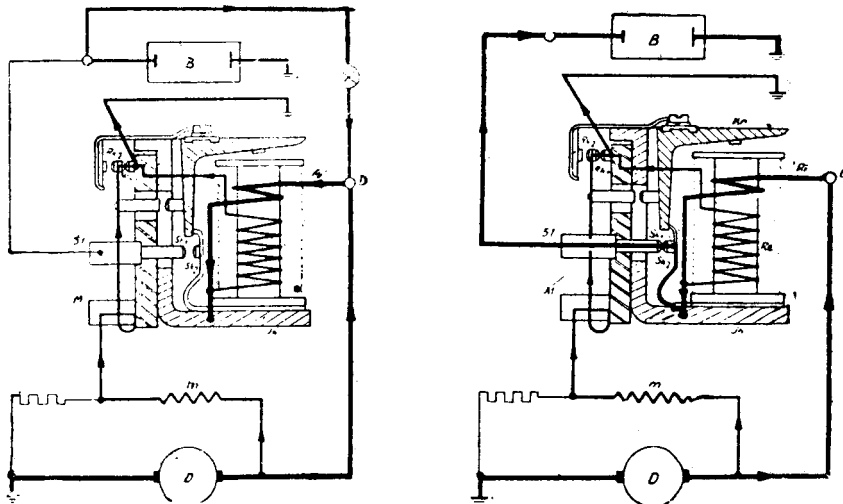
Schématiquement on arrive à ce résultat de la manière suivante : un électro-aimant excité par une bobine alimentée par la dynamo attire des contacts mobiles qui permettent à la dynamo d'être branchée ou non sur le circuit électrique de la moto.

Lorsque le moteur tourne à bas régime comme la dynamo débite trop peu pour que l'électro-aimant attire les contacts le courant débité par la dynamo ne passe pas dans le circuit et va au contraire dans l'enroulement d'excitation (M) renforçant ainsi le champ magnétique d'excitation de la dynamo.

Lorsque le régime moteur monte (1.200 tr *fmn* environ) et par conséquent la tension du courant débité par la dynamo, la force magnétique de l'électroaimant monte également, si bien que l'armature mobile du régulateur est attirée et dans son déplacement elle ferme les contacts Sk 1 et Sk 2. Le courant débité par la dynamo passe alors vers la borne non reliée à la masse de la batterie et charge cette dernière.

Si le régime moteur augmente encore, l'armature mobile du régulateur est attirée encore davantage, mais à ce moment là une petite cheville solidaire de cette armature pousse sur une languette qui sépare les contacts Rk 1 et Rk 2. Le circuit d'excitation de la dynamo ne se ferme plus par l'intermédiaire du ressort de réglage, mais par l'intermédiaire de la résistance Rr : l'excitation diminue et la tension de la dynamo baisse ainsi que son débit : ceci correspond au premier étage de réglage du régulateur.

Si la tension du courant débité par la dynamo monte encore, l'armature mobile va encore pivoter d'avantage et la cheville poussera alors la languette de façon à faire coller les contacts Rk 2 et Rk 3. Il en résultera que le circuit d'excitation de la dynamo sera fermé et la tension du courant débité par celle-ci baisse immédiatement. C'est le deuxième étage de réglage du régulateur.



Dès que le régime du moteur et par conséquent celui de la dynamo s'abaisse subitement la tension du courant fourni par la batterie l'emporte sur celle de la dynamo. Le courant passe alors en sens inverse, de la batterie au régulateur par les contacts Sk 1 et Sk 2 et de là il passe par l'enroulement d'intensité, mais en sens inverse, si bien qu'il excite un effet magnétique contraire. L'armature mobile revient aussitôt à sa position initiale et les contacts se décollent. Il y a « disjonction », le circuit est fermé dans le sens batterie-dynamo et le courant de la batterie ne pourra pas s'écouler dans les enroulements de la dynamo, c'est là le rôle du conjoncteur-disjoncteur.

## L'alternateur

Remis à la mode par les Anglais il y a une quinzaine d'années et généralement employé par les Japonais, l'alternateur apparaît comme une variante de la dynamo, mais aussi du volant magnétique.

Ses avantages sont les suivants: - il

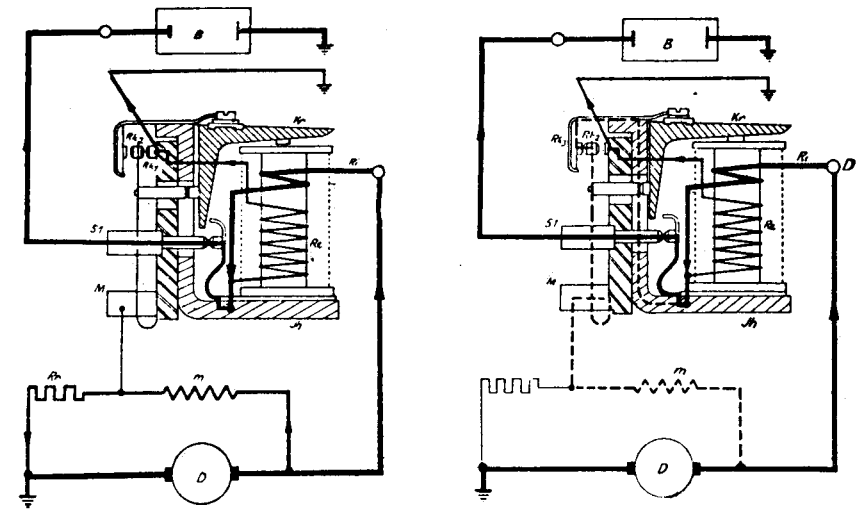
est de construction simple;

- il supporte mieux les hauts régimes (pas d'effets de la force centrifuge sur l'induit et le collecteur) ;

- il permet des démarrages au kick même batterie à plat.

Un alternateur se compose d'un rotor et d'un stator, mais contrairement au volant magnétique c'est le rotor qui tourne à l'intérieur du stator et contrairement à une dynamo, l'alternateur ne possède pas de collecteur, ni de balais mais des bagues lisses.

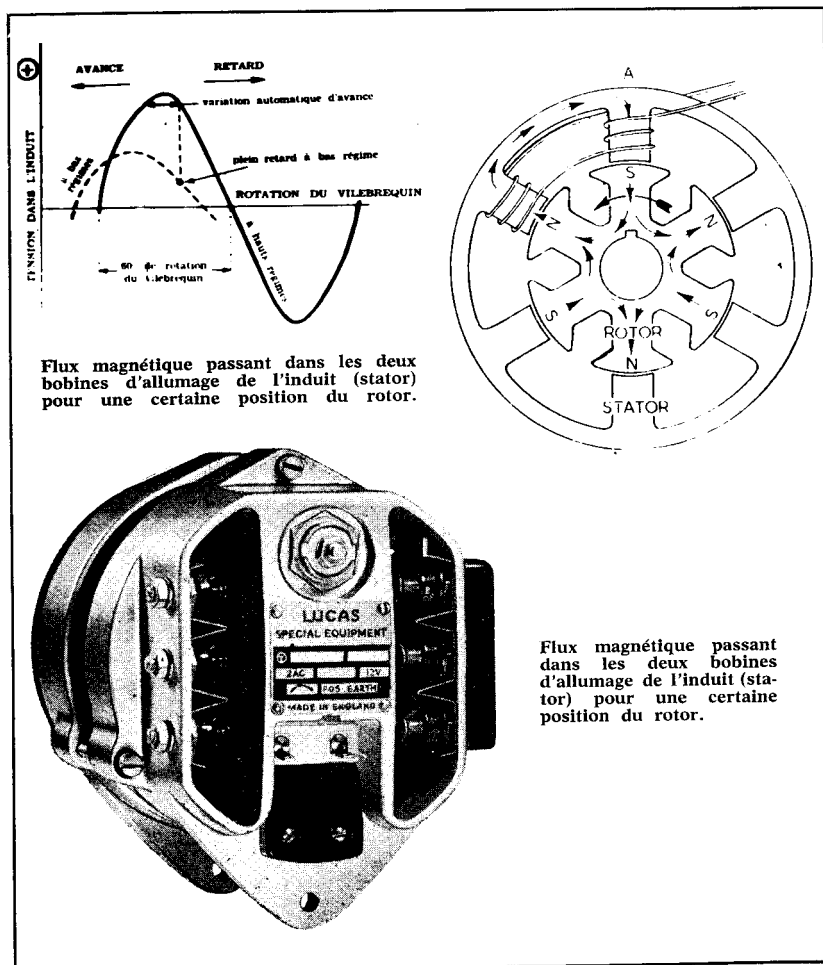
De gauche à droite : moteur au ralenti, le courant débité par la dynamo ne passe pas dans le circuit. Le régime augmente, le courant passe (SKI - SK2). La dynamo débite trop, premier degré de réglage du régulateur, la résistance R entr- en circuit. Deuxième degré de réglage, le circuit d'excitation de la dynamo est coupe,





En général le stator de l'alternateur comprend six masses polaires, alternativement de polarité Nord et Sud et comme le rotor est calé en bout de vilebrequin il y a par tour moteur six inversions de flux qui induisent un courant alternatif dans les bobines. Il faut donc, pour pouvoir charger la batterie que le courant soit redressé, par une cellule redresseuse.

Sur les alternateurs Lucas on ne trouve pas de régulateur en raison de certains phénomènes d'autorégulation qui permettent de s'en passer et il en est de même sur plusieurs machines japonaises : par contre, sur la 450 Honda par exemple on trouve un régulateur électronique utilisant les propriétés caractéristiques des semi-conducteurs (diodes). Certains alternateurs (cas des modèles dits « à griffes ») possèdent un bobinage d'excitation à la place des aimants, bobinage alimenté par la batterie. On trouve de ce fait sur ces alternateurs deux bagues collectrices (verticales ou horizontales) qui servent à l'alimentation, chacune de ces bagues étant reliée à l'extrémité de l'enroulement du bobinage.



## L'allumage électronique

L'allumage électronique appliqué à nos motos n'est plus aujourd'hui une nouveauté et il faut souligner le rôle important joué par Novi qui équipe les Mobylettes et qui dans ce domaine aura été un pionnier. A l'étranger signalons les réalisations de Bosch en Allemagne, de Femsa en Espagne, de Ducati en Italie, etc., les Japonais venant aussi à ce mode d'allumage (Kawasaki 3 cylindres).

Pourquoi un allumage électronique?

Avant tout pour ne plus avoir d'ennuis de rupteur, d'étincelage entre les vis platinees malgré la présence du condensateur, et avoir un allumage qui suive les régimes de plus en plus élevés de nos moteurs.

En employant l'allumage électronique on apportait non seulement une solution à tous ces problèmes, mais encore on simplifiait, on allégeait le système d'allumage tout en lui donnant une fiabilité, une sécurité, une précision accrue dans le point d'allumage.

Il y a deux familles d'allumage électronique, celle où le rupteur mécanique demeure, mais il ne s'agit plus que d'un micro-rupteur qui aura à rompre un courant beaucoup plus faible que dans un allumage traditionnel.

Dans l'autre famille, il n'y a plus du tout de rupteur mécanique. Celui-ci est remplacé par un dispositif électromagnétique qui déclenchera une décharge de condensateur dans le primaire de la bobine. C'est ce dernier système qui est généralement employé et il s'agit là d'un allumage électronique intégral.

Le principe du dispositif Novi est le suivant: on charge lentement un condensateur qui est ensuite brusquement déchargé dans le circuit primaire d'une bobine d'induction; la force électromotrice induite crée dans le secondaire une tension assez élevée pour ioniser l'émulsion gazeuse comprimée dans le cylindre et faire passer l'étincelle entre les deux électrodes de la bougie.

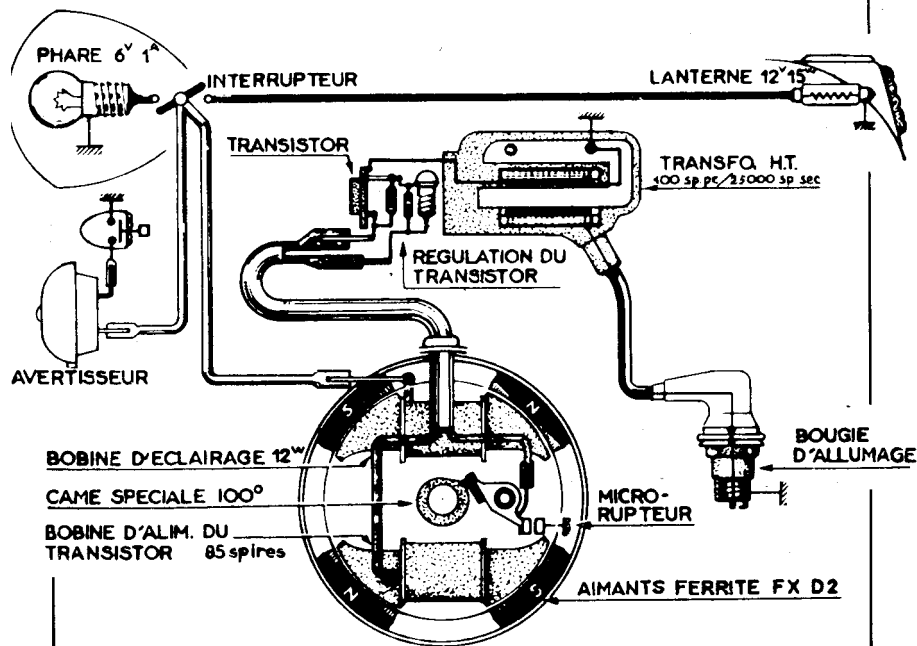
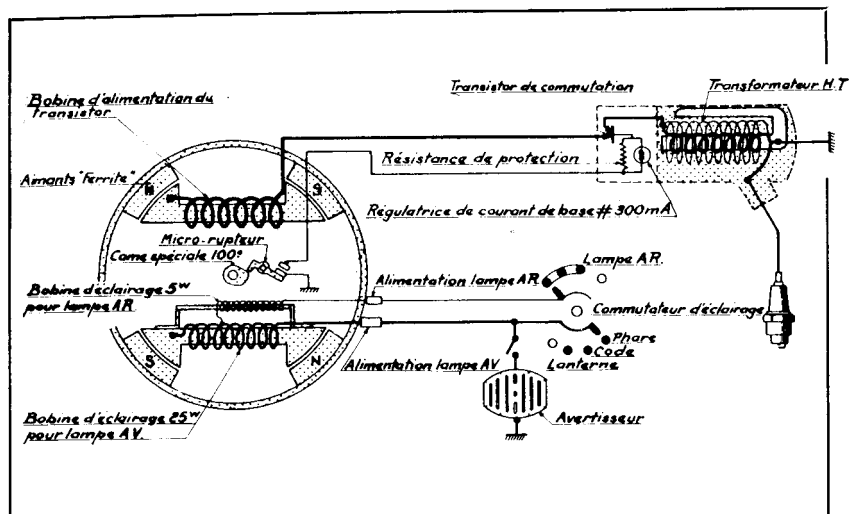
Ce dispositif comprend un volant magnétique avec un induct spécial (une bobine spéciale) protégée par une résistance limitatrice qui empêche la décharge du condensateur dans l'induit (voir figure, résistance RI). Cette bobine fournit le courant d'alimentation alternatif (environ 400 volts à 1.000 tr/mn) et ce courant est redressé par deux diodes D 1 et D 2, cette dernière supprimant l'alternance négative (une diode ne laisse passer qu'une seule polarité du courant électrique et dans un seul sens).

Une fois redressé ce courant charge progressivement le condensateur incorporé à la bobine haute tension et monté en série avec le bobinage primaire de cette dernière.

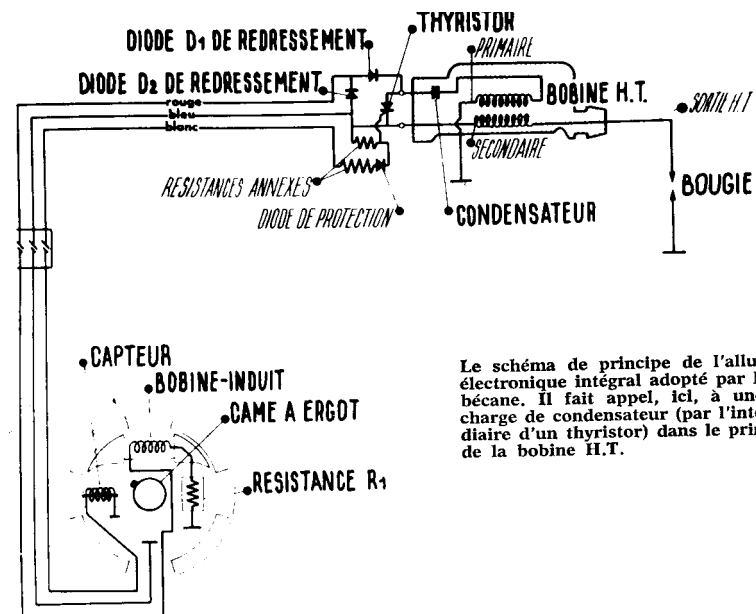
Voyons maintenant comment va s'opérer la décharge du condensateur dans le primaire.

Cette décharge va être obtenue par un thyristor (thyatron au silicium) : or un thyristor, comme une diode, ne laisse passer le courant que dans un seul sens, mais pour cela il faut qu'il ait été excité au préalable. Même excitation coupée, il continuera à être conducteur, tant qu'il n'y aura pas eu interruption extérieure ou inversion du courant électrique qui le traverse.

C'est donc ce thyristor, qui agit comme un redresseur commandé, qui va opérer la décharge du condensateur lorsqu'il recevra une impulsion de déclenchement venant du capteur.



Les schémas nous montrent l'ensemble de l'installation électrique, éclairage compris, des Mobyette SP 50 R et AV 98 avec allumage électronique avec micro-rupteur.



Le schéma de principe de l'allumage électronique intégral adopté par Motobécane. Il fait appel, ici, à une décharge de condensateur (par l'intermédiaire d'un thyristor) dans le primaire de la bobine H.T.

Ce capteur, incorporé dans le volant magnétique et fixé au stator, se présente sous forme d'un petit aimant permanent en U et sur les branches duquel ont été bobinés des enroulements de façon telle que les champs parasites se contraient et s'annulent.

Les pôles de cet aimant se trouvent face au moyeu du rotor. Sur ce dernier est fixée une petite masse polaire qui a la forme d'un ergot et cet ergot va jouer le rôle d'une came à chaque fois qu'il va passer à quelques dixièmes de millimètre des pôles de l'aimant.

A chaque passage de l'ergot, il apparaît une variation de flux magnétique dans l'aimant du capteur, laquelle crée une impulsion électrique par variation de réluctance dans les bobinages du capteur.

C'est cette impulsion électrique venant du capteur qui rend «passant» le thyristor et ainsi décharge le condensateur dans le primaire de la bobine d'induction, d'où une étincelle à la bougie.

Après la décharge, le circuit oscillant est le siège d'un train d'oscillations amorties qui s'écoulent par le canal de la diode D 2 et sont à l'origine de la queue d'étincelles qui succèdent à l'étincelle principale de la bougie.

Avec l'allumage électronique on ne dispose pas d'une puissance d'allumage supérieure à celle d'un allumage avec rupteur et pire alors qu'un volant magnétique peut fournir des étincelles à partir de 100 tr/mn, ici il faut au moins atteindre 5 à 600 tr/mn.

Mais l'allumage électronique a d'autres avantages: il présente une grande régularité à régimes élevés, la précision angulaire de l'allumage est nettement supérieure, son insensibilité à l'humidité est remarquable, de tels allumages pouvant même fonctionner immergés.

L'allumage électronique Mitsubichi employé pour la 3 cylindres Kawasaki est semblable dans son principe à celui de Novi que nous venons de décrire. Toutefois comme il s'agit d'un multicylindre le circuit d'alimentation aux bougies est différent: le courant haute tension (20,000 Volts) venant de la bobine va à un distributeur rotatif, constitué d'un charbon qui tour à tour rentre en contact avec trois plots disposés à 120°, chacun alimentant un fil de bougie.

# Cellule redresseuse

Dès que l'installation électrique comprend une batterie, on trouve une cellule redresseuse qui fera passer d'alternatif à continu le courant fourni par la génératrice, car autrement la batterie serait détériorée. Bien entendu dans les équipements électriques où la génératrice est une dynamo comme celle-ci fournit un courant continu il n'y a pas besoin de cellule redresseuse.

Le principe de la cellule redresseuse consiste à offrir une très grande résistance au passage du courant dans un sens et une moins grande dans l'autre:

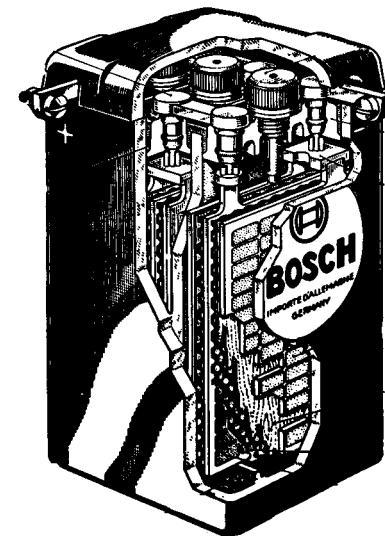
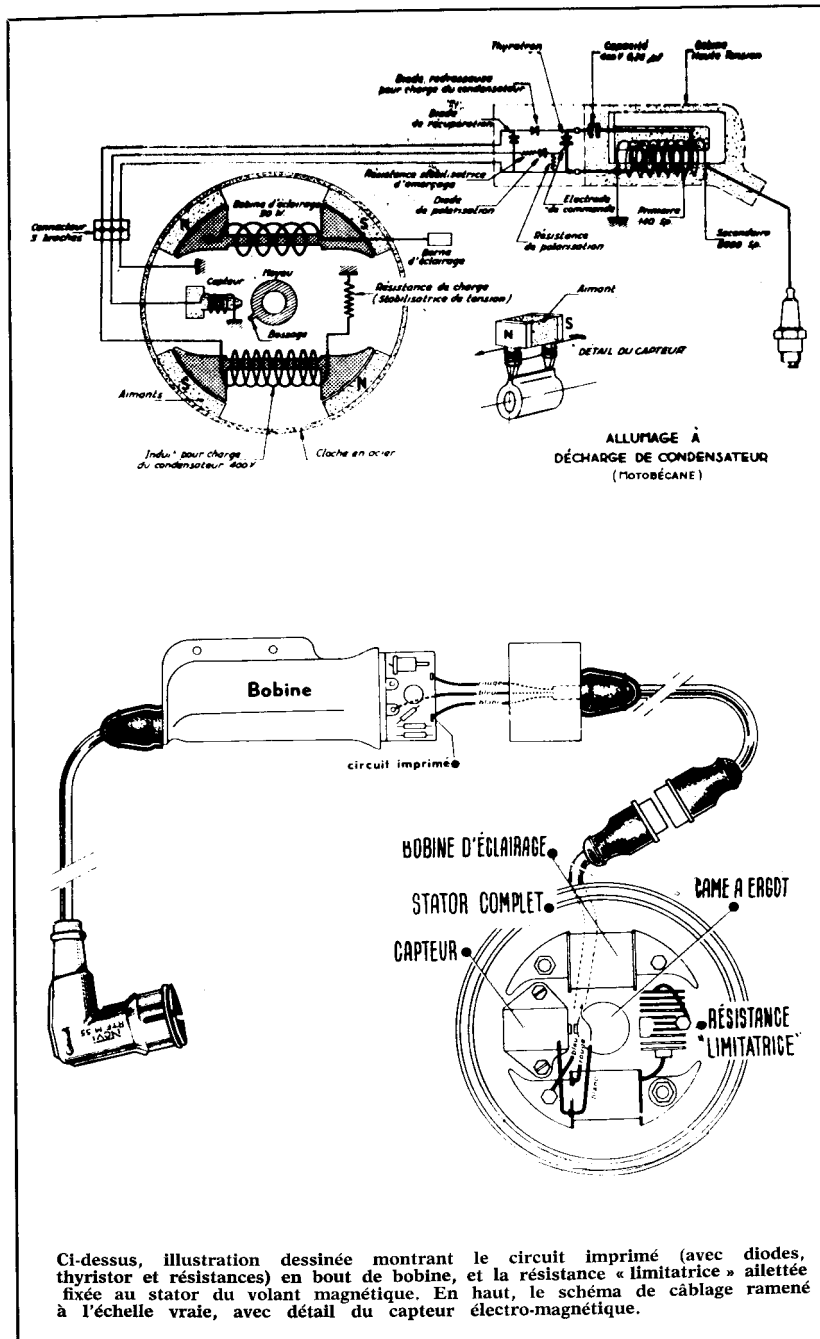
Aujourd'hui, on utilise principalement les cellules au selenium au germanium, ou au silicium.

Sur une plaque en acier est pulvérisée sous vide une fine couche de selenium purifié, puis par traitement thermique de l'étain, du cadmium, etc ... Ensuite cette plaque est soumise à un traitement électrochimique qui crée une couche dite d'arrêt, placée entre le selenium et la couche d'alliage, qui laissera passer le courant dans un sens mais pas dans l'autre: nous rejoignons le principe des semi-conducteurs.

# Batterie

L'invention des batteries - appelées alors piles - est due à l'Italien Alexandre Volta qui réalisa sa première pile en 1799. Celle-ci se composait de plaques de cuivre et de zinc alternées et de disques de drap imbibés d'eau acidulée placés entre les plaques. Pour la première fois on obtenait un courant électrique d'une tension élevée.

La batterie est une pile galvanique réversible.



Vue en crevé d'une batterie Bosch pour motos.

D'une part elle peut transformer, lors de sa charge, l'énergie électrique fournie par la génératrice en énergie chimique emmagasinée. D'autre part, par une réaction chimique inverse, elle peut lors de sa décharge restituer cette énergie sous forme de courant électrique.

Un élément de batterie se compose de plaques positives et négatives séparées par des « séparateurs » réalisés en bois, en caoutchouc micro poreux, en matière synthétique, etc ...

Les plaques de même signe sont reliées entre elles par une barrette surmontée d'une tige polaire. Ces plaques sont généralement constituées par des grilles en plomb dont les mailles sont remplies de « matière active » (plomb et composés de plomb), mais il y a aussi d'autres types de batterie (cadmium-nickel, etc.).

Ces plaques sont placées alternativement dans un bac qui doit être très résistant et sera de préférence transparent de manière à pouvoir surveiller le niveau de l'électrolyte.

Plus la surface des plaques est importante, plus l'ampérage est élevé, par contre le voltage par élément reste le même et sera environ de 2 volts par élément. Pour augmenter le voltage, il faut donc multiplier le nombre d'éléments (trois éléments pour 6 volts, six pour 12 volts).

C'est entre la tige polaire (ou borne) positive du premier élément et la tige négative du dernier élément que règne la plus grande tension (six ou 12 volts) et c'est là que se fera le branchement électrique.

Pour qu'il puisse y avoir passage du courant entre ces plaques il faut qu'il y ait un conducteur et ce conducteur est ici de l'acide: c'est l'électrolyte.

On appelle celle-ci un conducteur de deuxième ordre parce que contrairement aux conducteurs de premier ordre, comme certains métaux où la conduction se fait par les électrons, ici la conduction se fait par des particules électrisées, les ions.

Ces conducteurs de deuxième ordre sont toujours des solutions dont les composants peuvent donner naissance à des ions, comme par exemple les acides et les bases lorsqu'ils sont dilués.

Ceux-ci sont dissociés en particules positives et négatives (ions). La production d'un courant par les particules chargées d'un composé chimique s'appelle électrolyse et le liquide conducteur électrolyte.

L'électrolyte est constitué par une solution d'acide sulfurique parfaitement pur. et d'eau distillée. La densité de l'électrolyte varie selon la charge de la batterie et c'est donc elle qui nous renseigne sur l'état de la batterie.

On mesure la densité de l'acide avec une pipette pèse-acide et le poids spécifique doit être de 1,28 (32° Baumé). A 1,20 la batterie est à moitié chargée et à 1,12 elle est déchargée.

La charge de la batterie se traduit par l'attaque sur le faisceau de plaques négatives du sulfate de plomb qui va se transformer en plomb et en acide sulfurique, tandis qu'à la décharge il se reforme du sulfate de plomb et c'est pourquoi la teneur de l'électrolyte en acide sulfurique diminue: en poussant la décharge trop loin on arriverait à une telle sulfatation des éléments de batterie, que celle-ci serait inutilisable.

La capacité d'une batterie correspond à son pouvoir d'accumulation. On mesure en ampères-heure la quantité d'électricité que peut donner cette batterie entre sa pleine charge et sa décharge.

Plus l'intensité de décharge sera forte, plus la capacité de la batterie sera faible et inversement.

La capacité des batteries est normalisée dans la plupart des pays et correspond à "intensité de décharge que l'on obtient pendant une décharge de 20 heures, l'électrolyte étant à 27 °C.

La batterie est encore de nos jours un des organes qui demande le plus d'attention. Vérifier périodiquement le niveau de l'électrolyte qui doit dépasser les plaques de 1 cm environ: pour refaire le niveau n'ajoutez pas d'acide mais simplement de l'eau distillée, de l'eau de pluie ou encore de l'eau

provenant du dégivrage d'un réfrigérateur. Il faut proscrire absolument l'eau « du robinet » qui étant alcaline formerait des dépôts de chaux et de boues qui court-circuiteraient les plaques.

Par ailleurs et surtout en période hivernale, on a intérêt à recharger la batterie avec un chargeur. En cas d'urgence seulement employez la charge rapide.

### Tableau de charge

Capacité en Ah	Intensité	Intensité
	pour charge normale	pour charge rapide
4,5	0,4	4
6,7	0,6	6
8	0,7	7
10	0,9	9
12	1,1	11
16	1,4	14

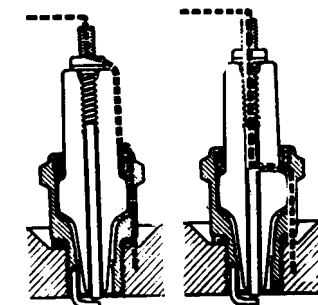
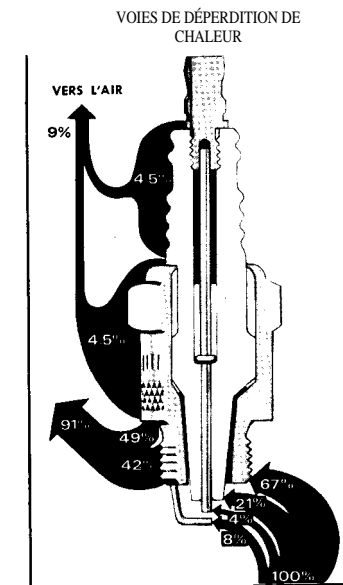
Signalons qu'avec la charge rapide, on ne doit charger la batterie qu'à 80 % de sa capacité: pour obtenir la charge complète on doit au-delà revenir à la charge normale.

## La bougie

L'inflammation de l'émulsion contenue dans la chambre de combustion incombe à la bougie.

Une bougie se compose d'une électrode centrale, d'un isolant et d'un culot formant en même temps électrode de masse.

L'électrode centrale a pour but d'amener le courant haute tension. Elle se compose d'une tige dont la partie supérieure est en acier ou en laiton, tandis que la partie inférieure qui est sertie, soudée, etc ... , est en alliage d'acier spécial au nickel, mais on trouve aussi des électrodes en cuivre avec extrémité en argent (Bosch) en platine avec joint d'étanchéité vitreux (Lodge) et même soudure à l'or!



A gauche: coupe d'une bougie qui montre son organisation interne et flèches qui indiquent dans quelles proportions les différentes parties contribuent à son refroidissement. A droite: deux types de court-circuitage; humidification de la ligne de fuite (droite) et par isolant fêlé (gauche).

Si l'on prend le cuivre ou l'argent, c'est parce que la conductibilité thermique est 7 fois environ supérieure à celle d'une classique électrode en acier au nickel et avec le platine on multiplie ce chiffre par 40 !

L'extrémité supérieure de l'électrode sort de l'isolant et cette « borne » est filetée.

L'isolant est fait de céramiques spéciales à base d'alumine pour les raisons suivantes:

- \_ pas de combinaisons chimiques avec le plomb, d'où éliminations faciles des résidus de combustion;
- inattaquable par les acides;
- dureté considérable étant le corps le plus dur après le diamant;
- grande conductibilité thermique;
- \_ résistance aux décharges électriques et aux variations de température; Les isolants modernes permettent l'étude du bec de bougie (partie inférieure de l'isolant entourant l'électrode centrale) sous l'angle des exigences posées par les conditions thermiques et l'on a pu abandonner les formes simplistes d'autrefois, comme diminuer le diamètre des bougies qui de 18 passent à 14 et même à 10 mm.

Extérieurement les isolants sont vitrifiés, ce qui les rend encore moins sensibles à l'humidité.

Quant au culot, il est en acier et c'est lui qui reçoit l'isolant et l'électrode centrale.

Son filetage peut être long ou court. On tend aujourd'hui vers les culots longs pour les raisons suivantes:

- \_ meilleure fixation de la bougie dans la culasse et meilleure étanchéité;
- \_ plus grande surface de contact culasse-culot ce qui amène une meilleure évacuation des calories et permet d'utiliser des bougies légèrement plus chaudes, d'où une plus grande « souplesse » de la bougie.

Les électrodes de masse sont réalisées dans la même matière généralement que l'électrode centrale.

Le nombre de ces électrodes peut varier de 1 à 3 et il y a même des bougies où l'électrode de masse est annulaire.

Sur un deux-temps la multiplication des électrodes de masse peut présenter un intérêt car il retarde la formation d'un pont (la fameuse perle) entre les électrodes.

D'une manière générale, la bougie est soumise à un travail formidable au point de vue thermique, électrique, chimique, etc ...

Songez que dans la culasse les variations de température sont considérables : les gaz frais, évidemment très vite réchauffés par les parois brûlantes du moteur, rentrent néanmoins à une température nettement inférieure à 100 °C pour ensuite être élevés à 2.000 °C au minimum après l'allumage, ce qui pose des problèmes de dilatation, de rétraction pour la bougie qui doit conserver son étanchéité.

La résistance mécanique de l'isolant doit également être importante, car il y a des variations de pression à l'intérieur de la culasse et aussi, lors du sertissage de l'isolant dans le culot. L'opération s'effectue sous une pression de plusieurs tonnes.

Il y a enfin les contraintes électriques et particulièrement la constante diélectrique qui traduit la résistance à une décharge électrique de l'isolant. Or le courant haute tension varie de 15 à 30.000 Volts (cas des allumages électroniques) et nous pouvons avoir avec des moteurs modernes jusqu'à 150 étincelles par seconde.

Aussi, pour qu'elle puisse remplir son rôle correctement, une bougie doit pouvoir travailler dans une plage de température comprise entre 500 et 900 °C sensiblement, ce dernier chiffre constituant un maximum car si une partie de la bougie se trouvant dans la chambre de combustion à une telle température, elle risque fort de constituer par ce point chaud de l'autoallumage des gaz frais d'admission.

A l'opposé il ne faut pas que la bougie travaille à une température trop basse, car les dépôts de combustion qui se déposent sur le bec de l'isolant ne brûleraient pas et constitueraient une dérivation électrique empêchant l'étincelle d'être suffisamment franche.

Cette importance de la température à laquelle une bougie doit travailler nous amène à parler du degré thermique des bougies qui est le principal critère permettant d'attribuer une bougie à un moteur ou à un mode de conduite (sport, porte-à-porte, etc ...).

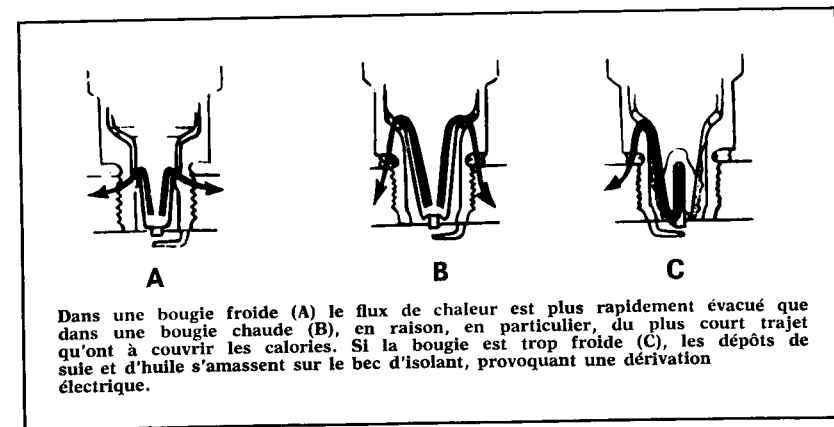
On distingue deux sortes principales de bougies, les « chaudes » et les « froides ». Comme cette appellation l'indique clairement, cela veut dire que la première citée, pour des conditions d'utilisation du moteur identiques, sera de température plus élevée que la seconde et que de ce fait elle résistera mieux à des phénomènes d'encrassement, mais sera sujette à l'autoallumage: à l'inverse une bougie froide sera sujette à l'encrassement mais ne provoquera pas d'auto-allumage.

On arrive à cette différence en obligeant la chaleur qui doit s'irradier du bec d'isolant à parcourir un chemin plus ou moins long: plus le chemin sera long, plus le bec d'isolant conservera la chaleur, plus le chemin sera court, plus vite la chaleur sera évacuée. Pratiquement cela se résume à l'emplacement du joint d'étanchéité isolant-culot par lequel la chaleur doit passer obligatoirement et qui sera situé plus ou moins loin du bec d'isolant.

Mais là ne s'arrête pas la différence entre bougie chaude et bougie froide; on note encore:

- \_ Coefficient de conductibilité thermique de l'isolant;
- \_ Coefficient de conductibilité thermique de l'électrode centrale. Plus le coefficient est élevé, plus la chaleur est rapidement évacuée, plus la bougie est froide;
- \_ Surface du bec d'isolant: plus celle-ci sera grande plus la bougie sera chaude;
- \_ Dimensions et forme de la chambre, la chambre étant l'espace compris entre le bec d'isolant et la paroi interne du culot;
- \_ Nombre, forme et matériau des joints d'étanchéité: plus la surface sera grande, plus le matériau sera conducteur, plus vite se fera l'évacuation de la chaleur;
- \_ Surface de la bougie émergeant de la culasse et refroidissement procuré par les ailettes de la culasse.

Les bougies sont donc classées par degré thermique et regrettons qu'aucune normalisation réellement internationale n'ait jusqu'à présent permis une comparaison facile entre bougies de diverses provenances.



Ce n'est qu'en 1924 que les techniciens de la firme Bosch firent une première tentative de normalisation, en créant l'indice thermique.

Il est d'ailleurs préférable d'employer le terme d'indice à celui de degré thermique, car en fait il ne s'agit que d'une valeur relative, comparative.

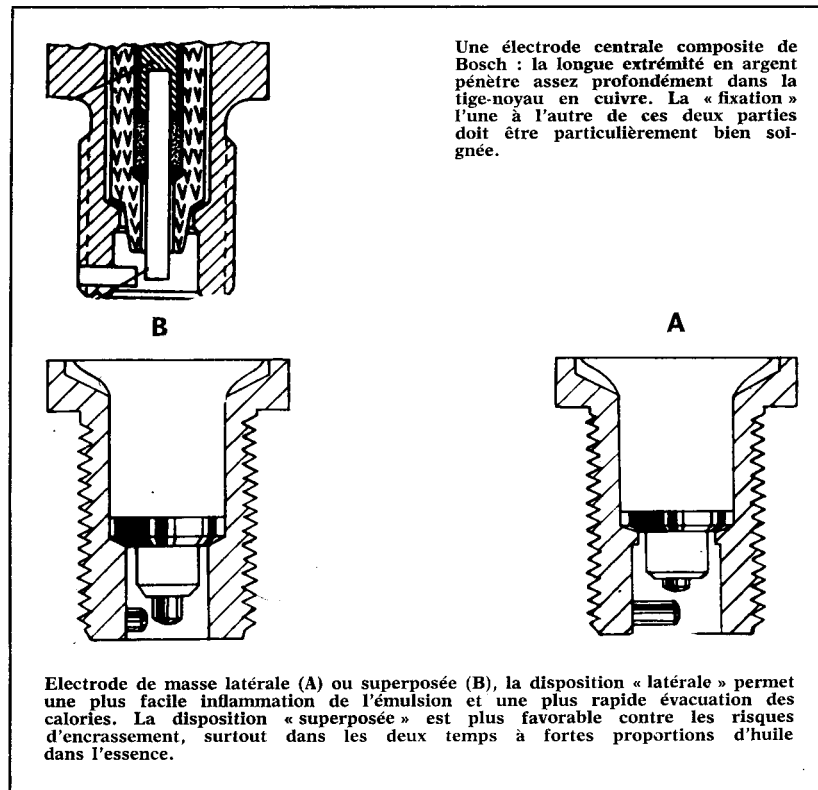
Vous avez sans doute entendu parler d'une bougie de 175 ou 240: qu'indique ce chiffre?

Tout simplement le temps mesuré en secondes que met une bougie fonctionnant sur un moteur étalon à provoquer de l'auto-allumage, ou à l'inverse de l'auto-encrassement.

Une bougie de 225 mettra donc 225 secondes pour qu'apparaisse l'auto-allumage.

On peut s'étonner qu'un système si clair n'ait pas été adopté par tous les fabricants. L'initiative de Bosch n'a été suivie que par les autres constructeurs allemands, italiens, russes et tchèques.

Dans les autres pays il n'y a aucune normalisation nationale et chaque marque a son propre système de référence à l'aide de chiffres ou de lettres. Chez certains, des chiffres plus élevés indiquent des bougies plus froides (KLG, Lodge compétition), chez d'autres c'est exactement l'inverse (Marchal, AC) aussi est-il toujours très difficile d'établir d'une marque à l'autre un tableau d'équivalence rigoureux.



Grâce à l'indice thermique, vous savez qu'une bougie de 175 est beaucoup plus chaude qu'une bougie de 240, la valeur de cet indice pouvant monter jusqu'aux environs de 370 pour les bougies de compétition.

Toutefois, depuis de nombreuses années, tout comme les pétroliers qui commercialisent des huiles multigrades, les fabricants de bougies sortent aussi des bougies multigrades qui allient la résistance à l'encrassement des bougies chaudes à la résistance à l'auto-allumage des bougies froides et l'on trouve ainsi des bougies couvrant des gammes allant de 160 à 240 ou 240 à 310.

C'est surtout en travaillant la forme du bec de l'isolant, en utilisant des électrodes centrales composites que les constructeurs arrivent à donner une plus grande souplesse thermique à leurs bougies.

Bien que cet ouvrage soit plus théorique que pratique, nous allons faire une petite entorse en ce qui concerne la bougie qui vous donne toujours des enseignements utiles sur le comportement, l'état, les réglages de votre moteur.

Pour que l'examen de votre bougie puisse être exact il faut procéder de la sorte : roulez quelques instants de manière que le moteur soit à température de fonctionnement, puis poussez une petite pointe et coupez brusquement les gaz en débrayant. Ce qui serait même parfait, c'est que votre moteur cale, pendant que, débrayé, vous vous arrêtez de manière qu'aucune trace de carburation à bas régime ne vienne plus ou moins effacer ce qui se passe dans votre chambre de combustion quand vous « tirez » sur votre moteur.

Après avoir dévissé votre bougie, inspectez le bec d'isolant et les électrodes.

Une bougie d'indice thermique approprié, fonctionnant dans un moteur bien réglé présente peu de dépôts : ceux-ci doivent être bruns clair ou gris. Pas d'usure marquée des électrodes, celles-ci devant s'user de deux centièmes de millimètre par mille kilomètres.

Si vous constatez des dépôts humides et gras, cela peut provenir d'un mélange deux temps trop riche et sur un quatre temps, cela traduit des remontées d'huile (segments, guides de soupapes usés).

Si les dépôts sont noirs, mais plus secs (dépôts de carbone), cela indique que la bougie est trop froide. Vous constaterez par ailleurs certaines difficultés lors des démarrages. Une bougie plus chaude fera l'affaire.

Si, au contraire, le dépôt est d'un blanc cadavérique, pustuleux et les électrodes assez fortement usées, ou bien la bougie est à remplacer par une plus froide, ou bien la carburation est trop pauvre, l'avance à l'allumage déréglée, le refroidissement insuffisant.

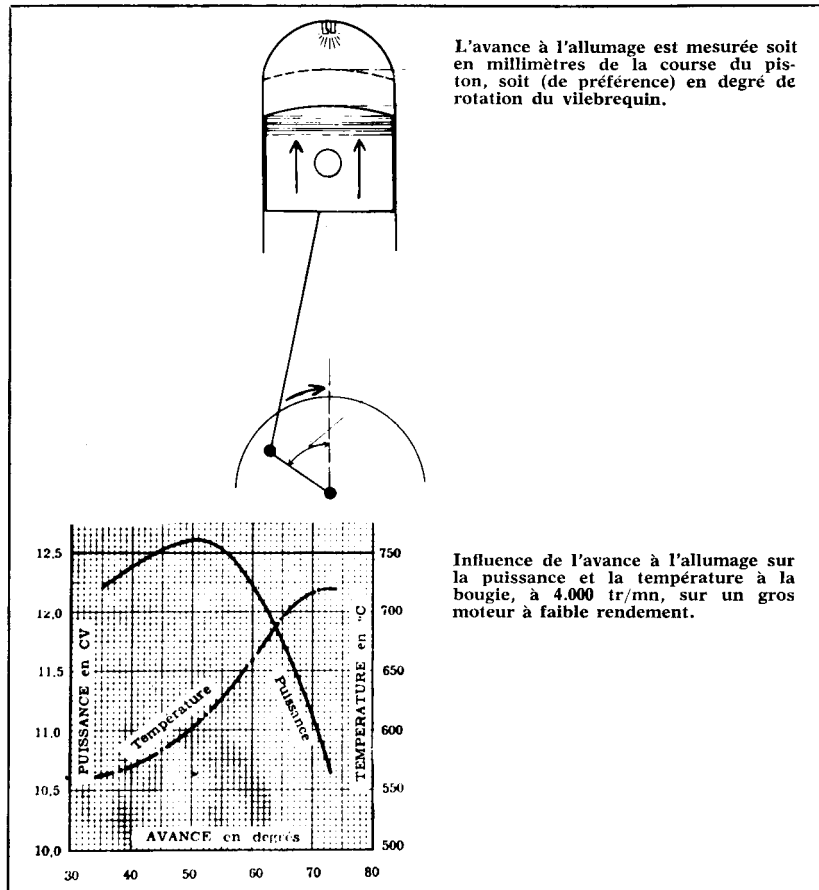
Ce sont-là les cas les plus typiques, mais croyez bien que l'examen de la bougie ne s'arrête pas là.

## L'avance à l'allumage

Lors du chapitre consacré à la culasse et à sa chambre de combustion, nous avons vu que l'inflammation de la masse gazeuse ne pouvait être instantanée et qu'il fallait tenir compte de la vitesse de propagation de la flamme.

Aussi faudra-t-il régler judicieusement le moment d'allumage initial (l'étincelle à la bougie) afin que la pression des gaz brûlés atteigne son maximum juste après le passage du piston par son PMH.

Rappelez-vous, à la fin du temps de compression, la température des gaz



L'avance à l'allumage est mesurée soit en millimètres de la course du piston, soit (de préférence) en degré de rotation du vilebrequin.

Influence de l'avance à l'allumage sur la puissance et la température à la bougie, à 4.000 tr/mn, sur un gros moteur à faible rendement.

est un peu inférieure à 400 °C de manière à ne pas provoquer l'allumage spontané des gaz frais et la pression est de l'ordre d'une dizaine de K/cm'.

Puis vient l'étincelle à la bougie, les gaz qui s'enflamment par couches successives et la température va monter à plus de 2.000 °C et la pression va pouvoir aller jusqu'à 50 Kg/cm'. Puis, au fur et à mesure que le piston va descendre, ces valeurs vont diminuer (raréfaction de l'oxygène, plus grand volume, parois du cylindre plus fraîches, etc.).

Selon la turbulence, la richesse de l'émulsion, la vitesse de propagation de la flamme, va osciller entre 10 et 25 m/sec., la vitesse étant d'autant plus grande que le moteur tourne vite et que l'émulsion est légèrement pauvre.

Ce réglage de l'avance à l'allumage ne peut avoir une valeur fixe car il dépend de nombreux facteurs.

D'abord, plus la cylindrée unitaire sera grande, plus il y aura une grande masse de gaz à enflammer, plus il faudra donner d'avance. Cela dépend aussi de la forme de la chambre de combustion et de la turbulence qui règne à l'intérieur de celle-ci : un moteur à soupapes en tête avec une chambre

de combustion ramassée aura besoin de moins d'avance à l'allumage qu'un moteur à soupapes latérales.

La vigueur de l'étincelle joue aussi un rôle : plus elle sera vigoureuse, moins il faudra d'avance. En multipliant les points d'allumage on enflamme également plus vite toute la masse gazeuse, d'où l'apparition sur des machines de compétition, de culasse à double allumage (deux bougies).

La nature du carburant a également son rôle à jouer et par exemple un super à base de benzol demandera plus d'avance qu'un super à base de méthanol pour la bonne raison que, de ces deux corps, c'est le benzol qui brûle le moins vite.

Si le taux de remplissage du cylindre est élevé, si le taux de compression l'est également, on aura besoin de moins d'avance, car la pression réelle dans la culasse est élevée en fin de compression et les molécules de carburant sont plus proches les unes des autres, ce qui facilite la propagation de la flamme.

A l'inverse, comme la pression atmosphérique décroît avec l'altitude, la densité de l'air est plus faible. Et pour un même volume d'émulsion aspiré, la charge massique sera moindre, la combustion sera plus lente et l'avance demandera à être augmentée.

La richesse de l'émulsion fournie par le carburateur a également une importance. Plus le moteur sera réglé pauvre, plus il faudra augmenter la valeur de l'avance à l'allumage et inversement si on augmente la richesse. Toutefois, si la richesse est nettement trop élevée, la vitesse de combustion va à nouveau tomber et il faudra de nouveau accroître l'avance à l'allumage.

Jusqu'ici tous les facteurs que nous avons envisagés étaient fixes, indépendants de la vitesse à laquelle roule notre moto. Mais avec les variations de régimes moteur, il ne va plus en être de même pour les raisons suivantes.

Supposons d'abord que la vitesse de combustion des gaz dans la culasse soit constante quel que soit le régime du moteur, ce qui revient à supposer également que la durée de combustion sera également invariable.

Par contre, plus le régime est élevé, plus la vitesse du piston est grande et plus celui-ci aura parcouru de chemin par rapport au moment où l'étincelle se produira à la bougie.

Or, nous l'avons vu, il faut que la combustion soit effectuée complètement juste après le passage du piston par son point mort haut : il faudra donc que l'étincelle se produise plus tôt, plus le moteur tourne rapidement.

Pratiquement, si, dans le cas de notre moteur, la combustion se fait complètement avec 20° d'avance à 2.000 tr/mn, il en faudrait 40° à 4.000 tr/mn.

Cela n'est vrai que pour les faibles régimes, car après la compression plus rapide des gaz ne permet plus à ceux-ci d'échanger leurs calories avec l'air ambiant par les parois du cylindre, de la culasse et cette température élevée des gaz permet leur inflammation plus rapide, d'où un besoin moins grand en avance à l'allumage. C'est pourquoi dans les moteurs avec avance automatique, avec un 450 cmc Honda par exemple, l'avance varie de 10 à 35° entre 2.000 et 4.000 tr/mn, pour après être fixe.

Et à propos de commande d'avance, si aujourd'hui celle-ci se fait automatiquement au moyen de la force centrifuge de petites masselottes qui font varier la position du porte-rupteur par rapport à la came, autrefois et il n'y a pas si longtemps encore sur les machines anglaises, cette commande d'avance se faisait à main par une commande à câble commandée depuis le guidon : cela était d'autant plus indispensable sur les gros monocylindres où il était à craindre de violents retours de kick lors de la mise en route si l'avance n'était pas mise tout au retard.

Reste maintenant le cas des deux temps et nous allons voir comment de tels moteurs peuvent se contenter d'une avance fixe.

Ceci tient au processus même du fonctionnement d'un moteur deux temps et au fait que dans le cylindre on trouve conjointement gaz frais et gaz brûlés plus ou moins intimement mélangés.

Après chaque temps moteur, il reste un peu de gaz brûlés dans le cylindre, qui vont appauvrir les gaz frais qui arrivent par les transferts.

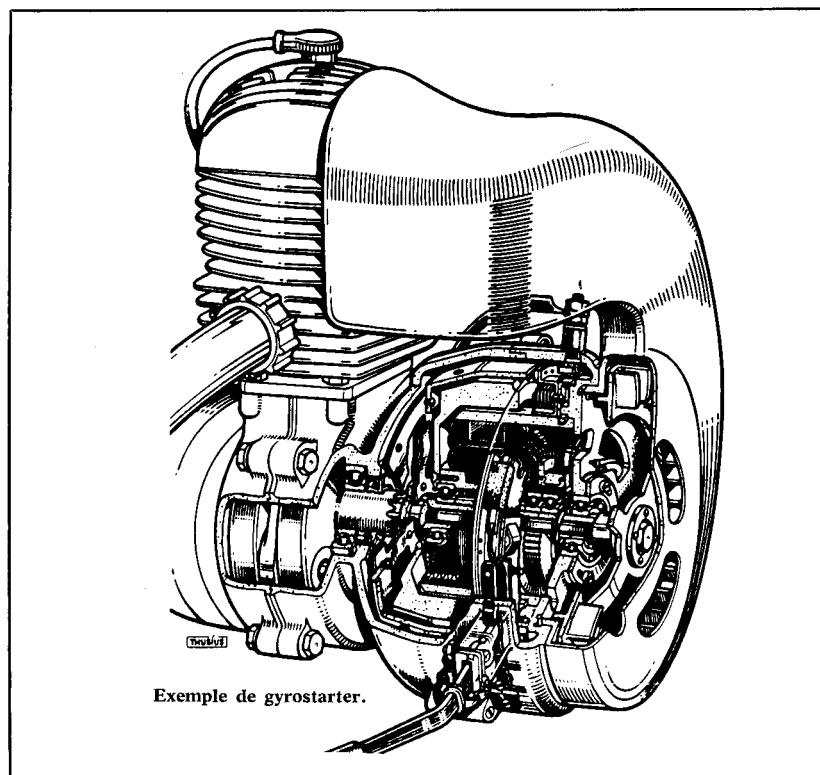
Plus le régime sera lent, plus il restera de gaz brûlés, plus le mélange sera finalement appauvri et plus il faudra une avance à l'allumage importante.

A l'inverse, plus le régime sera élevé, plus les gaz brûlés seront complètement balayés et les gaz frais pourront brûler plus vite. Par contre, pour les raisons que nous avons vues précédemment, plus le régime augmente plus l'avance doit être importante, tant et si bien que ces deux phénomènes s'annulent pratiquement et que l'avance importante donnée pour la marche à bas régimes conviendra à peu près à tous les régimes.

## Le démarreur électrique

Si les Japonais ont remis le démarreur électrique au goût du jour - et ce fort heureusement - il ne faut pas croire pour autant qu'ils ont innové dans ce domaine.

N'oublions pas que la 500 twin DKW d'avant-guerre en possédait un, que de nombreux scooters en furent équipés (Lambretta, N.S.U., Ducati, etc.) et il y avait même en France, vers les années 50, le Gyrostarter, produit par Westinghouse.



Les démarreurs peuvent être de deux sortes :

- du genre dynastart, c'est-à-dire que le démarreur peut se commuter en dynamo une fois le moteur tournant: il rechargera donc la batterie. C'est donc un appareil qui joue le rôle de démarreur quand on lui envoie du courant, mais qui, par contre, fournit du courant quand on le fait tourner;
- du genre moteur électrique type «série» (cas des Honda). Comme il va falloir un fort courant pour lancer le moteur (c'est pourquoi les câbles sont gros) et que le contact de démarrage doit être à rupture brusque, on va interposer entre la batterie et le démarreur un relais électromagnétique (solénoïde).

Quand les démarreurs ne sont pas calés en bout de vilebrequin (cas des dynastart) ils entraînent le moteur par une chaîne. Pour augmenter le couple de démarrage du moteur (le démarreur a une puissance moyenne de 0,5 ch), on trouve généralement deux démultiplications, une donnée par un train épicycloïdal qui se trouve dans le carter de démarreur, plus la démultiplication donnée par la chaîne de transmission.

Une fois le moteur lancé, de manière que celui-ci n'entraîne plus l'induit du démarreur, on trouve à l'intérieur du pignon une roue libre à cliquets, ou à galets de coincement.

La présence d'un démarreur sur une moto implique un équipement électrique sous 12 V et une batterie de beaucoup plus grosse capacité.

## L'éclairage

Pour voir clair et ne pas trop éblouir les véhicules venant à votre rencontre, nos motos furent d'abord équipées de phares pivotants, inclinables, etc., à toutes ces solutions mécaniques s'ajoutant la solution qui consistait à dévier le courant vers une résistance (au moyen d'une clef de contact). ce qui diminuait d'autant le courant destiné au filament de l'ampoule.

Et puis en 1925 apparut sur le marché l'ampoule Bilux, celle que nous utilisons toujours aujourd'hui et qui se caractérise par ses deux filaments, l'un destiné à l'éclairage « route », l'autre à l'éclairage « code » ou « feu de croisement ».

Une lampe se compose d'un culot en laiton, de ses filaments en tungstène qui sont contenus dans l'ampoule ou ballon à l'intérieur duquel le vide a été fait.

Le courant, en passant par le filament (qui forme résistance), va échauffer celui-ci et le porter à incandescence (effet de Joule).

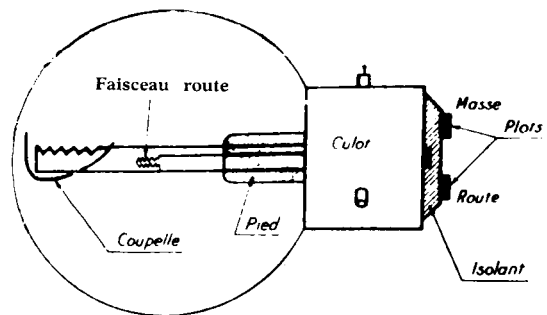
Le filament « route » se trouve exactement au foyer de la parabole (le réflecteur du phare) et produit de ce fait un faisceau lumineux de grande portée, tandis que le filament « code » est excentré et logé dans une coupelle. Cette coupelle va permettre aux seuls rayons lumineux supérieurs de venir frapper la parabole et comme le filament n'est pas placé au centre de celle-ci, les rayons ne vont pas être réfléchis à l'horizontale, mais inclinés vers le bas : la route ne sera éclairée que devant la moto.

Disposant de deux filaments, on peut jouer sur l'intensité lumineuse et avoir par exemple un filament de 45 W pour la route et un filament de 35 W pour le code. C'est ce qui explique les deux chiffres qui sont gravés sur le culot.

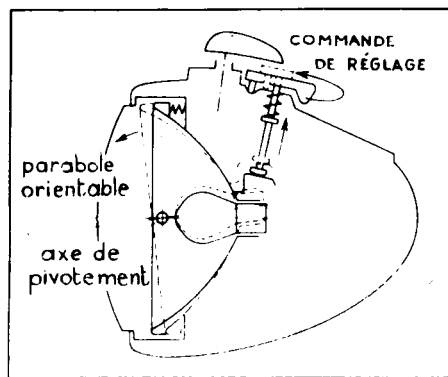
Ces dernières années, deux améliorations sont à enregistrer dans le domaine de l'éclairage : le code asymétrique et les phares avec lampe à halogène (phare à iode).

La première amélioration donne, comme son appellation le laisse supposer, un faisceau d'éclairage qui n'est pas symétrique, mais qui éclaire plus le bas-côté de la route que la portion gauche de la chaussée, de manière à moins gêner l'usager de la route venant en sens inverse, quand on est en « code ».

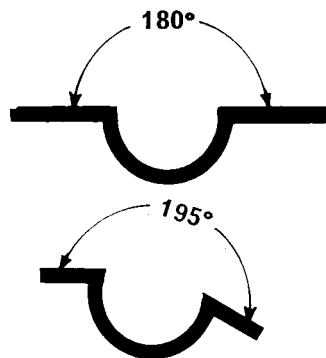




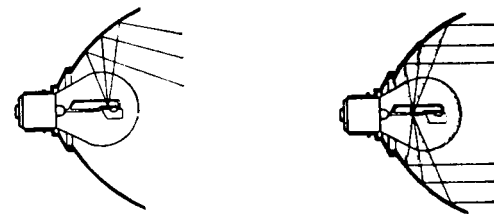
Voici une classique ampoule « bilux ». Le filament « route » se trouve au foyer de la parabole, le filament « code », lui, est excentré et logé dans une coupelle : le faisceau lumineux, dirigé vers le haut, est rabattu vers le sol par la parabole.



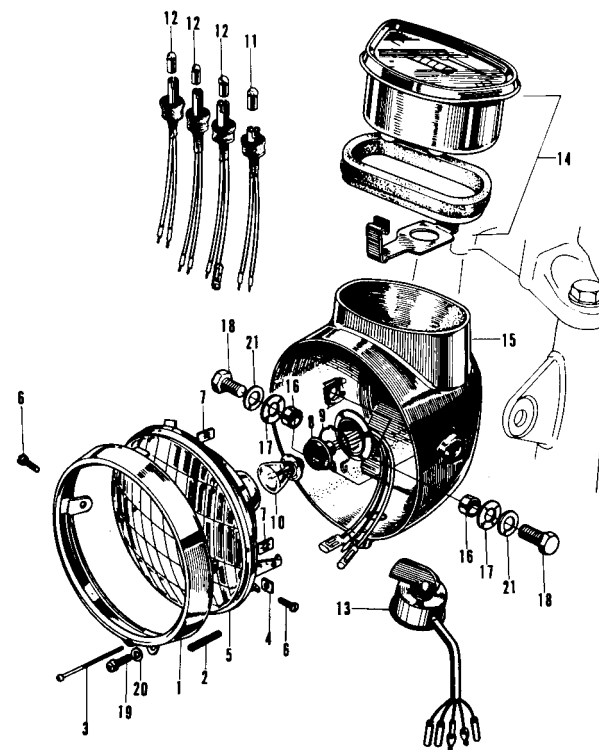
Un phare Bosch pour moto. Avec les suspensions modernes et souples, la direction du faisceau lumineux change selon que l'on roule en solo ou en duo. En conséquence, la parabole est réglable.



Le faisceau code européen asymétrique s'est implanté dans le domaine de la voiture et de la moto. Les ampoules possèdent, dans ce cas, une nouvelle coupelle ouverte sur 195°, plus inclinée sur la droite afin d'étendre le champ de visibilité sur le bord de la route.



Voici comment est réfléchi, par la parabole, le faisceau lumineux en code à gauche, en phare à droite.



Pièces constituant un phare. Le carénage englobe ici le tachymètre ; en haut à gauche, les quatre lampes témoins de point mort, clignotants, phare et éclairage du tachymètre.

Au point de vue optique, toute l'astuce réside dans la forme de la coupelle (la petite pièce métallique qui se trouve sous le filament). Au lieu d'être ouverte à l'horizontale, elle est ouverte un peu plus à 195°.

Quant à la lampe à iode elle se caractérise par une ampoule spéciale à l'intérieur de laquelle il y a de l'iode qui, se combinant avec le tungstène du filament quand celui-ci est chaud, donne du iodure de tungstène. Les particules de tungstène en suspend, qui avant, en se déposant sur le ballon de l'ampoule, le noircissaient, retournent ici au contraire au filament, qui se régénère continuellement.

Mais ce qui est encore plus intéressant, c'est que le filament, au sein d'une atmosphère d'halogènes (nom générique donné aux lampes à iode) voit sa brillance doubler (passant de 12 à 25 lumen/watt) tandis que sa durée de vie augmente de deux à trois fois environ.

Dans les dernières lampes à « iode », on a tendance à remplacer celui-ci par du brome, qui est plus intéressant quand on veut avoir dans la même lampe les deux filaments phare et code.

\*

Enfin, signalons que pour l'éclairage de la plaque de police, par exemple, on emploie des petites lampes cylindriques appelées « navettes ».

