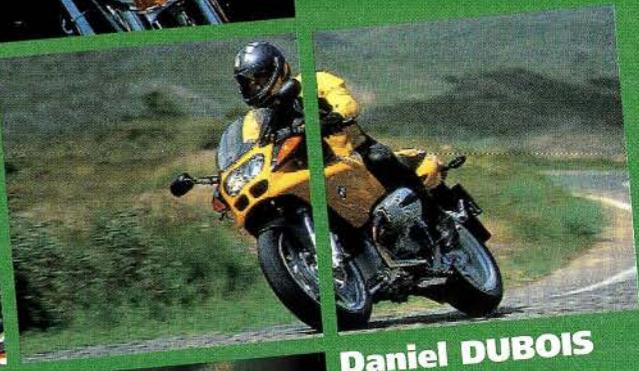
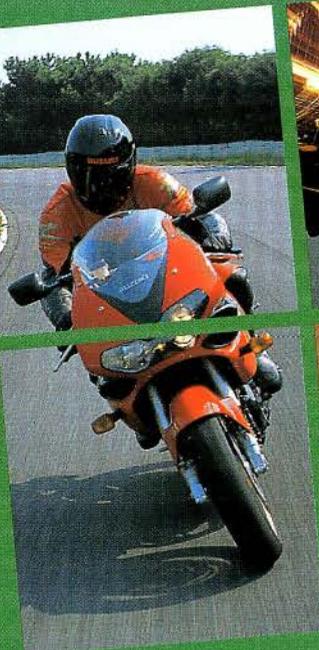
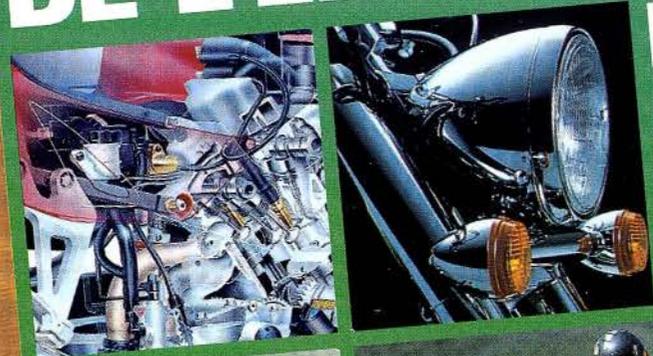
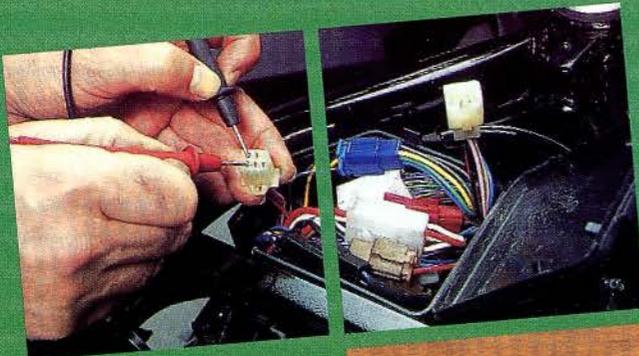
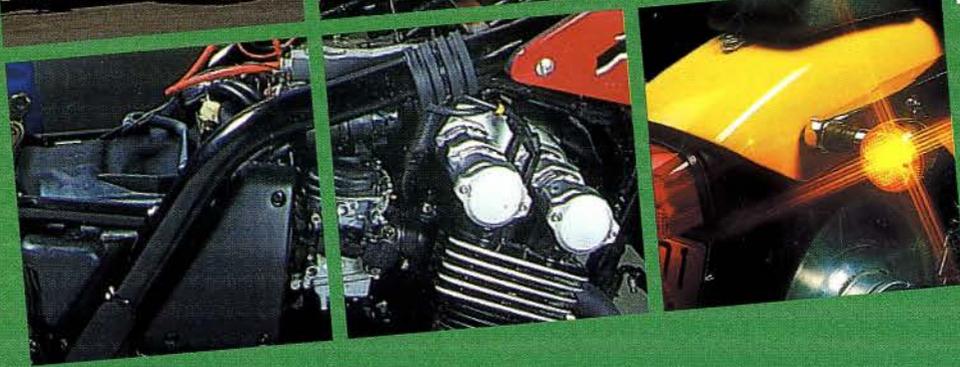


# PRATIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ MOTO



Daniel DUBOIS



E.T.A.I

20, rue de la Saussière - 92641 Boulogne-Billancourt Cedex  
Tél. 01 46 99 24 24 - Fax 01 46 03 95 67 - <http://www.etai.fr>

Revue  
**MOTO**  
Technique



# SOMMAIRE

## 1<sup>re</sup> PARTIE : LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

<b>1. Les mystères de l'électricité</b> .....	<b>10</b>	<b>5. Le circuit de démarrage</b> .....	<b>28</b>
Comment naît l'électricité .....	10	<b>Moteur électrique, relais de démarreur</b> .....	28
Les caractéristiques du courant .....	10	Principe du moteur électrique .....	28
Tension, intensité, résistance, puissance .....	10	Principe simple, réalisation complexe .....	28
Création d'un circuit simple .....	10	Deux familles de démarreurs .....	29
Lecture du schéma : décodage du chemin électrique, le b-a-ba .....	13	Relais de démarreur .....	31
Code des couleurs des fils .....	13	<b>6. Les secrets de l'électronique</b> .....	<b>31</b>
<b>2. La batterie</b> .....	<b>15</b>	<b>Le circuit de charge</b> .....	31
La réaction chimique .....	15	Création : force électromotrice induite, alternateur .....	31
La recharge .....	16	Définition de l'induction électromagnétique .....	31
Les caractéristiques .....	16	Le volant magnétique .....	32
<b>3. La bougie</b> .....	<b>18</b>	Volant magnétique monophasé et alternateur triphasé .....	32
Comment jaillit l'étincelle à la bougie .....	18	Aimant permanent ou rotor à excitation .....	33
Rôle et remplacement des bougies .....	18	Redresser du courant monophasé .....	33
La bonne bougie .....	19	Redresser du courant triphasé .....	34
Remontage précis .....	20	Le régulateur de tension .....	35
<b>4. Le circuit d'éclairage et de signalisation</b> .....	<b>21</b>	<b>Le circuit d'allumage</b> .....	36
<b>L'éclairage</b> .....	21	La bobine haute tension .....	36
Structure des lampes .....	21	L'allumage à rupteur .....	37
Lampe halogène .....	21	L'avance automatique à l'allumage .....	38
Application : relais électromagnétique pour lampe halogène .....	23	Le capteur d'allumage électronique .....	39
<b>La signalisation visuelle, applications</b> .....	24	Le capteur à impulsion magnétique .....	39
Le circuit de stop .....	24	Le capteur à effet Hall .....	39
Le circuit de clignotants .....	24	Le capteur optique .....	39
"L'antique" centrale électrothermique .....	25	Allumage à décharge de condensateur CDI .....	39
La centrale à relais et condensateur .....	25	Allumage TCI .....	40
La centrale électronique .....	25	Calculateur analogique, calculateur numérique .....	42
<b>L'avertisseur sonore</b> .....	26	<b>L'injection électronique</b> .....	43
Les avertisseurs de motos .....	26		
Application : relais électromagnétique pour avertisseurs puissants .....	26		

---

## 2<sup>e</sup> PARTIE : RECHERCHE ET DIAGNOSTIC

---

<b>1. Les appareils de contrôle : méthodes de recherche d'une panne électrique</b> .....	<b>46</b>
Lampe témoin et shunt .....	46
Multimètre .....	46
<b>2. Inventaire des pannes avec symptômes : causes possibles - remèdes</b> .....	<b>48</b>
Allumage (bougie, antiparasite, fil et bobine haute tension, capteur, boîtier électronique) .....	48
Bougie, antiparasite .....	48
Fils de la bobine haute tension .....	49
Bobine haute tension .....	49
Capteur d'allumage électronique .....	49
Boîtier d'allumage électronique .....	50
Allumage à rupteur .....	51
Récapitulatif de recherche de panne d'allumage .....	53
Batterie (mauvaise masse, ne tient plus la charge ou ne prend plus la recharge, fuite de courant) .....	54
Durée de vie d'une batterie .....	54
Mauvaise masse .....	54
Contrôle électrique .....	54

Pannes classiques du circuit de charge, méthodes de recherche (alternateur, régulateur-redresseur, câblage-connexions) .....	55
Circuit de charge .....	55
Contrôle de l'alternateur .....	55
Contrôle du redresseur-régulateur .....	55
Démarrreur, relais .....	57
Circuit de commande .....	57
Premier contrôle : le relais .....	57
Démontage du démarreur .....	58
Contrôles .....	58
Le démarreur type "automobile" BMW et Guzzi .....	60
Ventilateur du radiateur d'eau (moteur, thermostat, relais) .....	60
Témoin de température d'eau défaillant .....	61
Fusible qui saute à répétition, court-circuit .....	61
Éclairage .....	62
Problème de mauvaise masse .....	62
Clignotants .....	62
Éclairage défaillant .....	64
Faisceau électrique endommagé .....	64
Contacteur de béquille latérale .....	66

---

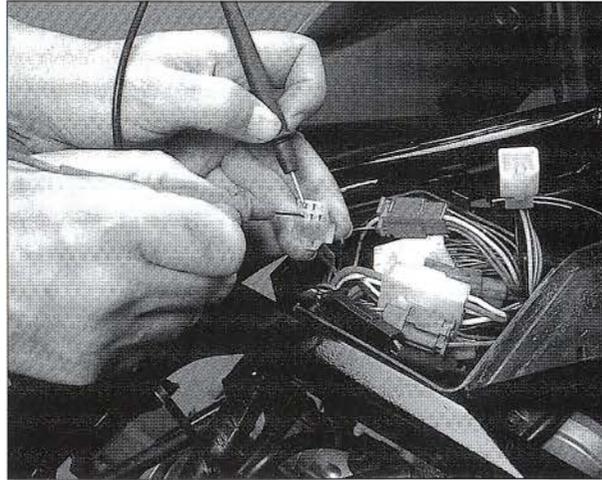
## 3<sup>e</sup> PARTIE : OUTILS ET MÉTHODES

---

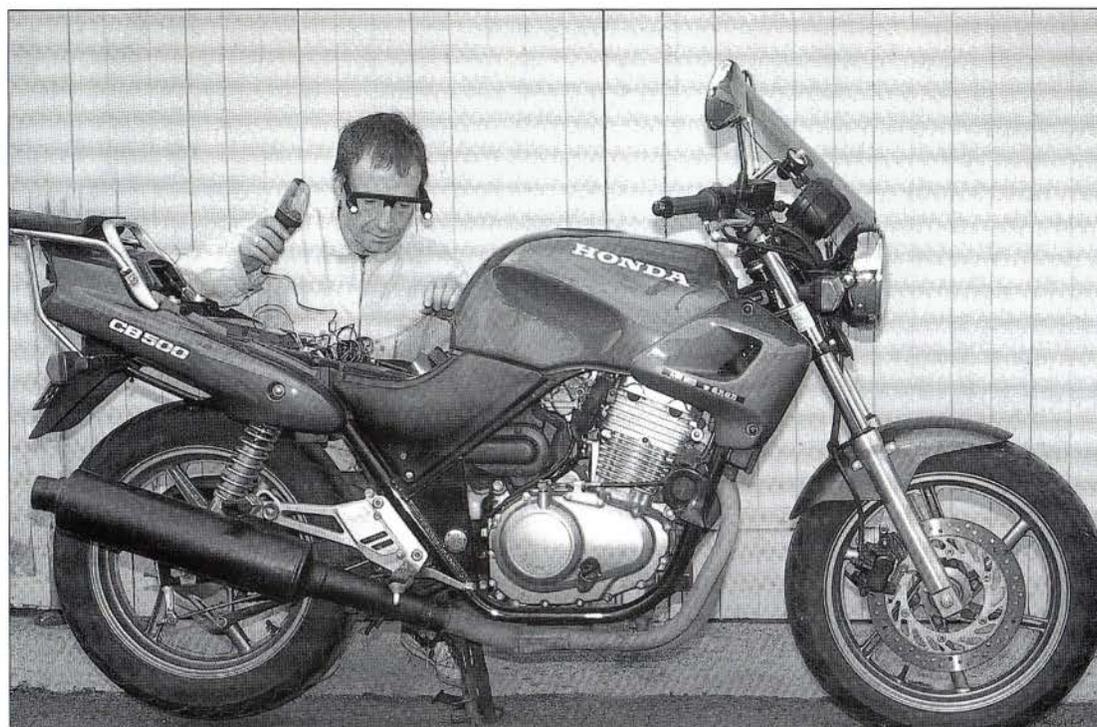
<b>1. Les instruments de mesures</b> .....	<b>70</b>	<b>2. Les chargeurs de batterie</b> .....	<b>72</b>
Lampe témoin et shunt .....	70	Chargeur prévu pour les batteries de voiture .....	72
Le shunt .....	70	Chargeur prévu pour les batteries de motos .....	72
Le testeur de charge .....	71	<b>3. Les connexions électriques</b> .....	<b>73</b>
Le multimètre .....	71	Le sertissage .....	73
		La soudure à l'étain .....	75

# PRÉFACE

Acquérir des connaissances en électricité moto est un plaisir enrichissant à condition de ne pas séparer la théorie de la pratique. En les associant systématiquement, on s'y intéresse immédiatement par des éléments concrets. De simple utilisateur on devient connaisseur et maître des nécessités de l'entretien électrique de prévoyance ainsi que des dysfonctionnements et pannes pouvant survenir. L'électricité reste mystérieuse pour beaucoup, étant à 90 % invisible de fonctionnement. Ses effets et fonctions sont pourtant utilisés au quotidien par n'importe quel conducteur. Mettre le contact fait jaillir des informations lumineuses au tableau de bord. Actionner le démarreur permet de lancer le moteur. Le premier organe, que personne n'ignore, s'est manifesté : la batterie qui fournit l'électricité dont a besoin la moto pour s'ébrouer. La batterie est capable aussi d'alimenter le circuit d'allumage du moteur, autrement dit de créer les étincelles aux bougies qui enflamment le mélange air/essence. Elle est aussi la source pour tout l'éclairage et la signalisation indispensables pour notre regard et ceux des



autres. Dès que le moteur tourne, il génère lui-même du courant électrique dont un des premiers rôles est de relayer celui de la batterie. Simultanément, il en profite pour la recharger afin qu'elle puisse assumer les prochains démarrages. L'alternateur, entraîné par la rotation du moteur, engendre un courant qui est redressé et régulé pour la batterie et la consommation d'électricité de toute la moto, y compris le moteur lui-même. De fait, celui-ci continue à en absorber par ses bougies d'allumage tout en étant créateur de courant par son mouvement. Dans la famille électricité, nous avons l'électronique, indissociable de l'ère moderne. Un peu comme les mathématiques, son domaine d'efficacité a su gagner ses amateurs tout en laissant sur le pas de la porte une majorité silencieuse et même allergique. L'électronique a pourtant envahi presque toute la moto depuis longtemps, tournant la page de l'électromécanique. Ses éléments magiques tels que diodes et diodes Zener sont les princes du régulateur/redresseur du circuit de charge de la batterie. L'allumage ne serait pas aussi puissant, fiable et indémodable,



sans les minuscules thyristors et transistors. Le boîtier d'allumage électronique est devenu un véritable petit calculateur qui améliore le rendement du moteur, économise le carburant, réduit la pollution. Ses capacités prennent de l'ampleur en pilotant le système d'injection qui porte bien son nom en remplacement des traditionnels carburateurs.

Assimiler les principes de l'électricité permet de transformer sa jungle en parc paysagiste, sans efforts, surtout dans le domaine de recherche et de diagnostic des pannes. Utiliser la lampe

témoin et même le multimètre devient un jeu méthodique pour recréer une belle étincelle à la bougie ou bénéficier d'une batterie toujours bien chargée. Le démarreur ne pourra plus se permettre de ne pas faire rugir le moteur en appuyant simplement sur son bouton. Les caprices de vos éclairages et signalisations ne rabaisseront plus votre sécurité et celle des autres. Un inventaire des pannes électriques, listant leurs symptômes, causes possibles et remèdes, est conçu pour vous guider en vous épargnant le tâtonnement exaspérant et la perte de temps.

1<sup>re</sup> PARTIE

---

# **LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES**

---

---

# 1. LES MYSTÈRES DE L'ÉLECTRICITÉ

## Comment naît l'électricité

Pour un motard bricoleur, les pannes électriques, qui se produisent même sur des motos récentes, deviennent rapidement un casse-tête décourageant. N'ignorons pas qu'une proportion de mécaniciens professionnels "pataugent" parfois aussi. Bref, les phénomènes électriques sont auréolés de mystères pour le "motardus vulgaris". Avant de se lancer dans la résolution d'un problème, il vaut mieux maîtriser un minimum les bases de la logique "comment ça marche". Le courant électrique vient de la structure de la matière elle-même, où peuvent se balader des petites bêtes baptisées "électrons". L'atome, structure élémentaire de toute matière, possède ces fameux électrons. Certains corps les conservent jalousement, ce sont les isolants. D'autres les laissent plus ou moins volontiers se promener, ils seront plus ou moins conducteurs. Pourquoi se promènent-ils ? Par exemple sous l'effet d'une réaction chimique, des corps se transforment mutuellement et ont besoin de prendre des électrons à leurs voisins. Cet échange domestiqué est exactement ce qui se passe dans une batterie : création d'un passage continu d'électrons entre le "plus" et le "moins". Une autre source de mouvement de ces particules est provoquée par la variation d'un champ magnétique. C'est la base : en faisant bouger rapidement un vulgaire aimant, les électrons d'un corps conducteur à proximité (pas par hasard un bobinage de fil de cuivre) vont répondre à cet appel invisible et se mettre à bouger. C'est ce qu'ils font dans un alternateur en rotation.

## Les caractéristiques du courant

### Tension, intensité, résistance, puissance

Le volume d'échange d'électrons dû aux forces en présence peut varier de faible à fort. Imaginez la différence entre une pile de poche et une batterie de camion. C'est la tension du système, symbole  $U$ , en volt, qui est dirigée par la source : le générateur. Maintenant si ces électrons découvrent une voie royale (un bon fil conducteur), ils vont s'y ruer instantanément s'ils ne rencontrent pas d'obstacle, leur "débit" peut être énorme. Ce débit se mesure en ampère, c'est l'intensité, symbole  $I$ . Le cas particulier d'échange violent est baptisé court-circuit. Dans le cas général, le flux rencontre des obstacles, bref une résistance, symbole  $R$ . Ainsi on peut le forcer à passer dans un mince fil conducteur d'une certaine résistance. Le fil va être porté à incandescence par le mouvement des électrons, c'est le phénomène discipliné dans une lampe. La résistance des matières se mesure en ohm. Une résistance minuscule d'un bon conducteur peut induire un court-circuit en cas d'erreur de branchement. Une résistance énorme tend vers l'isolant. La tension est donc le résultat de la résistance multipliée par l'intensité :  $U = R \times I$ .

Autre fait qui a son importance : la résistance peut varier avec la température. Plus il fait froid, plus la résistance augmente.

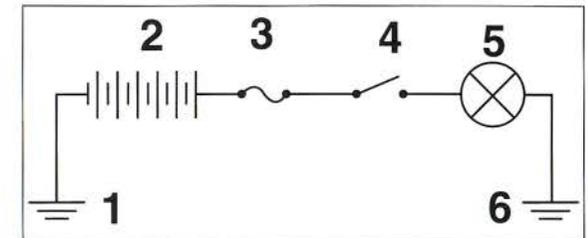
La puissance électrique, symbole  $P$ , est liée au travail des électrons. Le principe est simple : il a

été décidé que la puissance est le résultat de la tension multipliée par l'intensité. Le watt = le volt multiplié par l'ampère.  $P = U \times I$ .

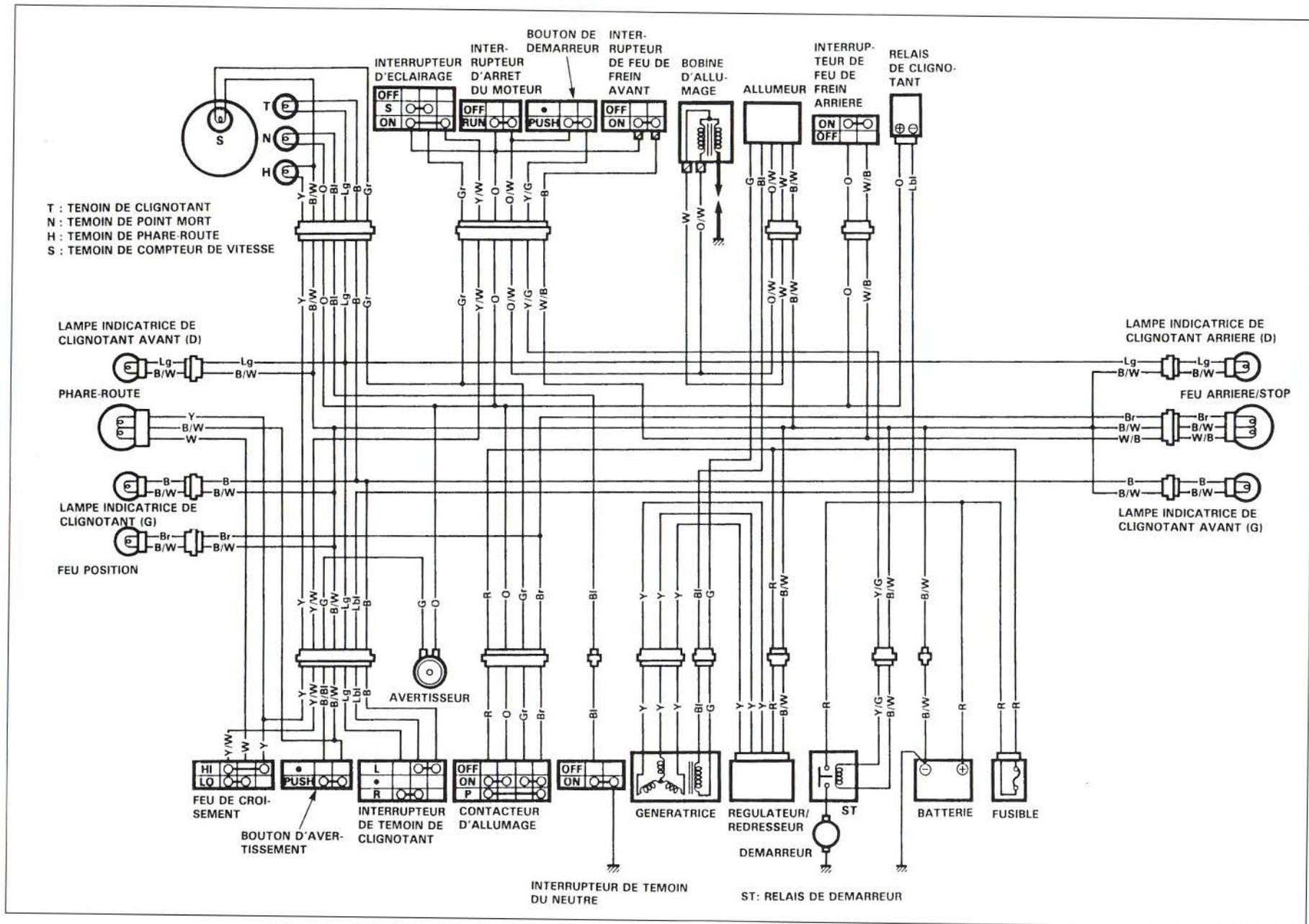
La caractéristique de la nature est fondamentale dans cette histoire : les métaux sont bons conducteurs mais leurs oxydes sont très mauvais conducteurs jusqu'à isolants !

## Création d'un circuit simple

Un circuit électrique répond toujours à la même structure simple : le générateur alimente le consommateur. Une batterie fait jaillir la lumière dans une lampe. Un contacteur de commande permet de l'allumer et de l'éteindre. Le courant part du "plus" de la batterie pour se rendre au contacteur. Dès la sortie de la batterie et avant le contacteur, un fusible est mis en place pour protéger l'installation des courts-circuits. Du contacteur, le fil part alimenter le "plus" de la lampe. Le filament qui est porté à incandescence par le passage



Principe d'un circuit électrique  
1 et 6 - Masses. 2 - Batterie  
3 - Fusible. 4 - Contacteur. 5 - Lampe



Le schéma électrique de la moto est le guide indispensable pour tout contrôle et vérification.

du courant est raccordé au "moins" de la batterie. Ce "moins" de la batterie est toujours raccordé à la masse métallique de la moto. Il suffit donc de relier le "moins" de la lampe à la masse de la moto, et le tour est joué.

**Exemple :** la lampe est de 21 watts, la batterie de 12 volts. La loi  $P = U \times I$  nous permet de calculer

l'intensité  $I = P : U = 21 : 12 = 1,75$  ampères. Un fusible de 5 ampères est donc installé par sécurité. Le fusible est constitué d'un fil conducteur très mince qui fondra instantanément s'il est victime d'un courant d'intensité plus forte. Nous pouvons aussi calculer la résistance de la lampe.  $U = R \times I$ , donc  $R = U : I = 12 \text{ V} : 1,75 \text{ A} = 6,86$  ohms. Si une connexion électrique de la lampe est victi-

me d'un point d'oxydation, ce point mauvais conducteur va introduire une résistance supplémentaire en série dans le passage du courant. La tension restant la même, l'intensité va donc baisser entraînant la baisse de puissance lumineuse de la lampe. Si l'oxydation est importante, le métal conducteur devient isolant et la lampe ne s'allume plus.

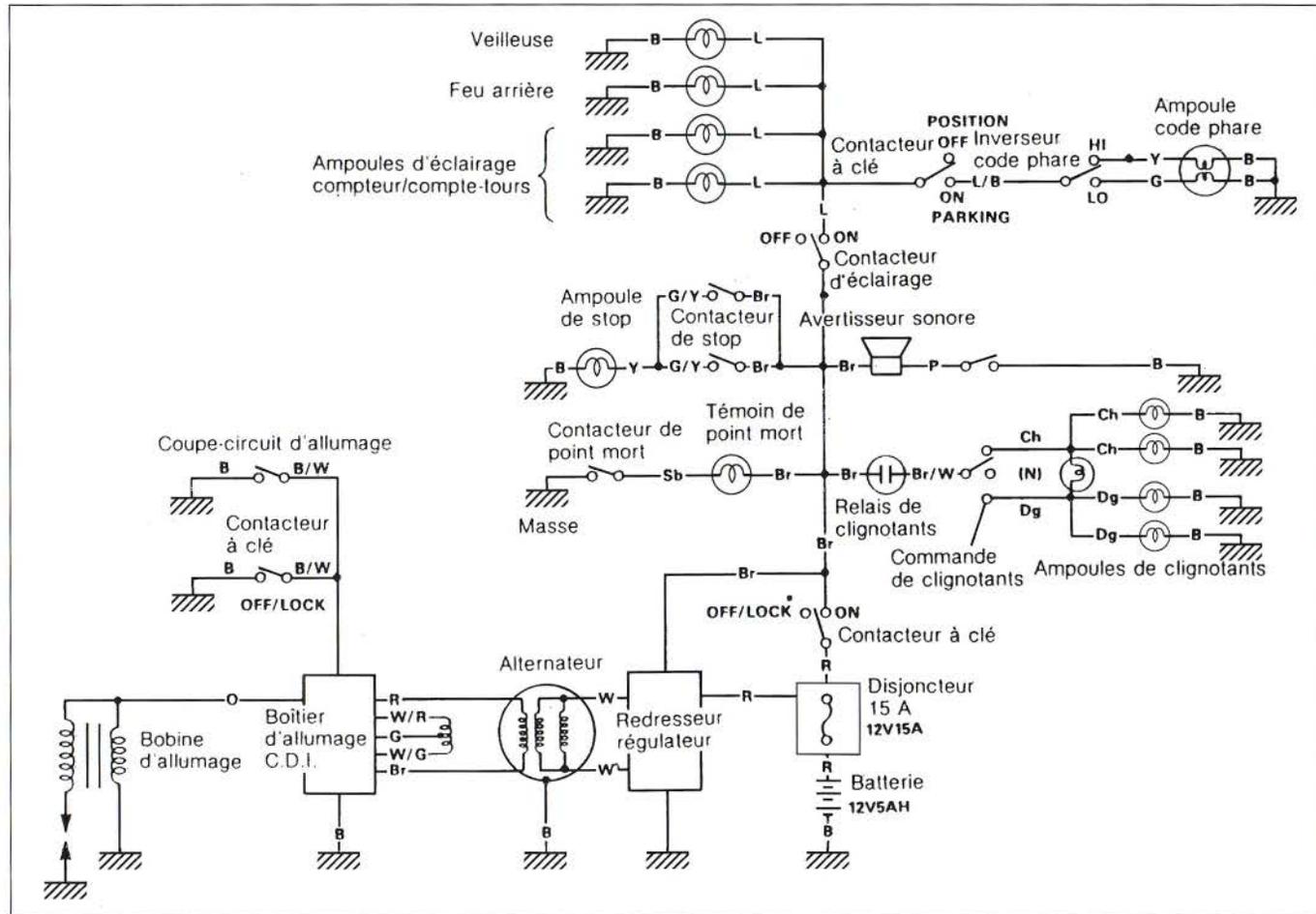


Schéma électrique simplifié.

## Lecture du schéma : décodage du chemin électrique, le b-a-ba

L'ensemble du câblage électrique d'une moto indique tous les instruments et consommateurs d'électricité, leurs câblages avec leurs connexions regroupant la portion du faisceau concerné, par exemple le commodo droit au guidon est raccordé par un connecteur de 7 fils. Les connecteurs sont souvent baptisés "sucres" dans les ateliers, par allusion à leur forme de parallépipède et leur couleur blanche. Les couleurs permettent d'identifier chaque fil et sa fonction. Pour ne pas se tromper en observant votre circuit, nettoyez le fil au chiffon pour bien voir sa couleur. Par exemple, votre lampe témoin de point mort au tableau de bord "N" est raccordée jusqu'à l'interrupteur de témoin du neutre sur la boîte de vitesses par un fil bleu sur cet exemple de schéma.

Pour vous faciliter le déchiffrement d'un schéma électrique, faites-en une photocopie agrandie au maximum et repérez dessus au feutre de couleur, type Stabilo, branchements et circuits qui concernent votre panne, et tout devient limpide.

Lorsque vous avez un schéma de ce type, les fonctions "off-on" des commandes sont

détaillées dans le petit dessin de chaque contacteur. Par exemple, l'interrupteur d'éclairage possède trois positions : éteint, veilleuse et code/phare, et trois fils d'alimentation : un fil + d'arrivée, une sortie veilleuse et une sortie vers la commande code/phare au guidon. Si vous lisez, vous voyez que sur "off" tout est coupé, sur S le + est raccordé au fil G de veilleuse, sur "on" le + est raccordé au fil Y/W de code/phare.

## Code des couleurs des fils

Sur les schémas électriques, les abréviations des couleurs sont simplement notées en anglais, dont voici la traduction :

B ou Bk : noir - Bl : bleu - Br : marron - Ch : brun foncé - Dg : vert foncé - G : vert - Gy : gris - Lb : bleu clair - Lg : vert clair - O : orange - P : rose - Pu : violet - R : rouge - Sbl : bleu ciel - W : blanc - Y : jaune.

Notons que les fils peuvent être de deux couleurs, exemple : noir et filet jaune. Sur le schéma, il est noté B/Y.

Les Japonais ont largement normalisé leurs branchements. Un rouge est toujours un "+"

direct. Les fils B ou B/W, noir ou noir/blanc sont des raccordements à la masse. Les clignotants gauches sont alimentés par un fil Ch ou Br, brun foncé ou marron, les clignotants droits par un fil Dg ou Lg, vert foncé ou vert clair. Bref, marron à gauche, vert à droite.

Pour les Harley-Davidson, quelques particularités :

BE : bleu - BN : brun - GN : vert - PK : rose - TN : havane - V : violet.

Pour les motos allemandes, telles les BMW, c'est de l'allemand :

BL : bleu - BR : brun - GE : jaune - GN : vert - GR : gris - RT : rouge - SW : noir - VI : violet - WS : blanc - TR : transparent.

Pour les motos italiennes, il n'y a pas forcément des codes mais le nom de la couleur, alors traduction :

Arancio : orange - Azzurro : bleu - Bianco : blanc - Giallo : jaune - Grigio : gris - Marrone : marron - Nero : noir - Rosa : rose - Rosso : rouge - Verde : vert - Viola : violet.

# APPRENEZ LES SYMBOLES

	Standard DIN.	Standards japonais	anglais
Courant continu. Courant Alternatif. Alternatif triphasé.			
Batterie. avec Nb éléments en norme DIN.			
Fils se croisant. Avec connexion.			
Masse.			
Contacteur : ouvert. Fermé.			
Résistance : Fixe. Variable.			
Bobine.			
Bobine avec noyau.			
Bobine d'allumage.			
Transistor.			
Diode redresseuse. Thyristor. Diode Zener.			
Condensateur.			
Fusible.			
Lampe.			
Lampe bifilament.			
Bougie.			
Aimant permanent.			
Démarrreur (en shunt).			
Dynamo (CC).			
Alternateur monophasé			
Alternateur triphasé avec rotor induit.			
Volant magnétique.			
Rupteur.			
Avertisseur.			
Contacteur de stop.			
Relais.			
Relais de clignotants.			

## 2. LA BATTERIE

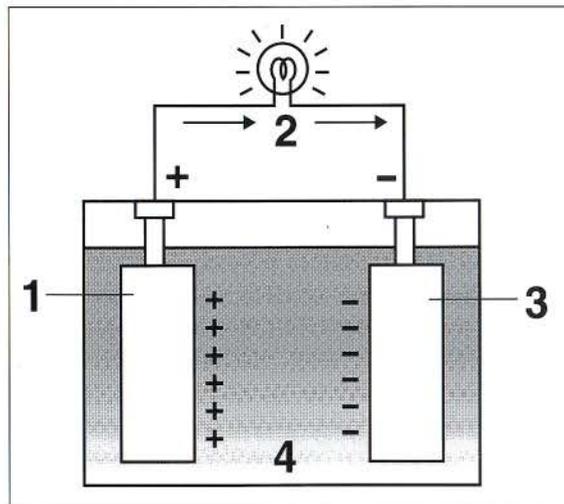
### La réaction chimique

Pour rester simple, la réaction chimique entre des plaques de plomb et de dioxyde de plomb baignant dans un mélange d'eau et d'acide sulfurique, baptisé électrolyte, provoque un échange d'électrons continu. Le sens du courant a été défini comme allant du "plus" vers le "moins", alors qu'en réalité les électrons vont dans l'autre sens.

Première évidence : il faut que le bain recouvre les plaques, sinon une partie de la réaction ne se fait pas. À mesure que se produit le courant électrique, les matières des plaques, de compositions différentes au départ, vont progressive-

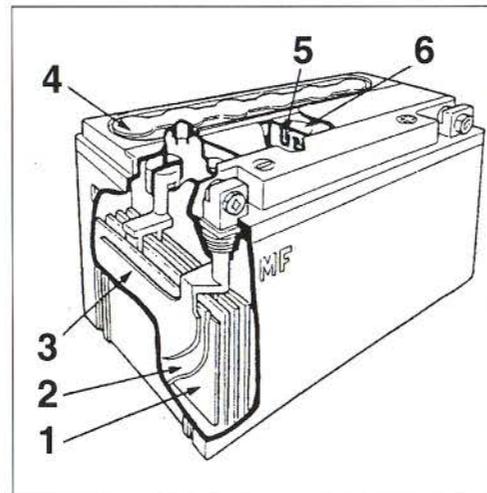
ment devenir semblables. Quand elles le sont, la réaction chimique s'arrête tout naturellement. Schématiquement, le composant "sulfurique" est passé du bain aux plaques, le bain n'est plus que de l'eau. La batterie est déchargée, mais un passage d'électrons en sens contraire va redémarrer la réaction chimique en l'inversant. Les

plaques vont retourner vers leur état d'origine en "fabriquant" de l'acide dans l'eau, la recharge s'effectue. Il est donc inutile de rajouter de l'acide dans une batterie déchargée. Celui-ci étant plus dense que l'eau, le degré de charge s'évalue avec un densimètre ou "pèse-acide" (plus c'est dense, mieux les boules flottent).



Principe d'une batterie

- 1 - Plaque de dioxyde de plomb. 2 - Sens du courant.
- 3 - Plaque de plomb.
- 4 - Électrolyte (eau + acide sulfurique).

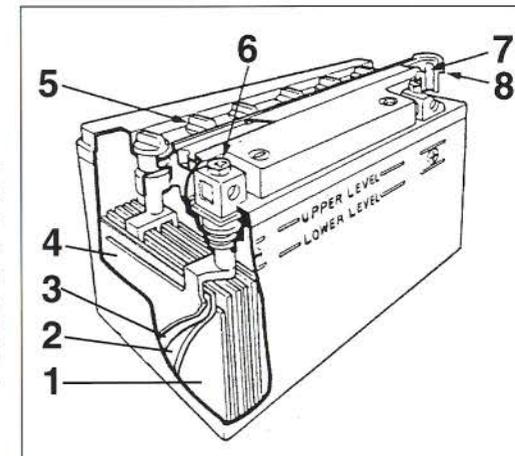


Composition d'une batterie dite "sans entretien"

- 1 - Plaque positive
- 2 - Séparateur
- 3 - Plaque négative
- 4 - Orifices de remplissage scellés
- 5 - Évent de sécurité
- 6 - Filtre

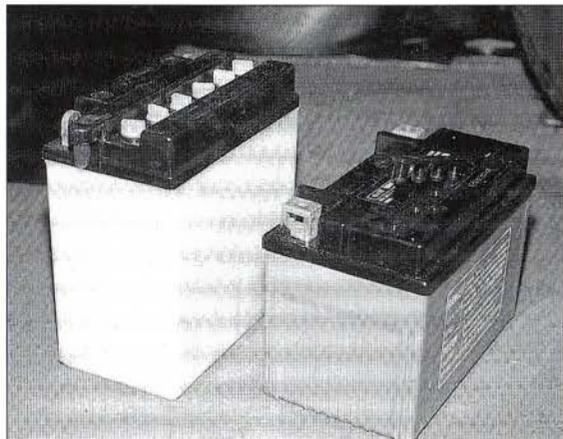
Composition d'une batterie classique

- 1 - Plaque positive
- 2 - Tapis de verre
- 3 - Séparateur
- 4 - Plaque négative
- 5 - Bouchons de remplissage
- 6 - Borne
- 7 - Reniflard
- 8 - Prise du tube de trop-plein



## La recharge

Le courant de charge ne doit pas être trop fort, sinon la réaction chimique est violente : température trop élevée, bouillonnement du bain, déformation des plaques, durée de vie réduite. La plupart des chargeurs automatiques prévus pour les automobiles sont méchants pour les petites batteries de motos. Leur intensité,



*Les deux types de batteries : traditionnelle (à gauche) et "sans entretien" (à droite). Si cette dernière comporte des bouchons, c'est uniquement pour le remplissage à la première mise en service. Une fois installés, ces bouchons ne doivent en aucun cas être retirés.*

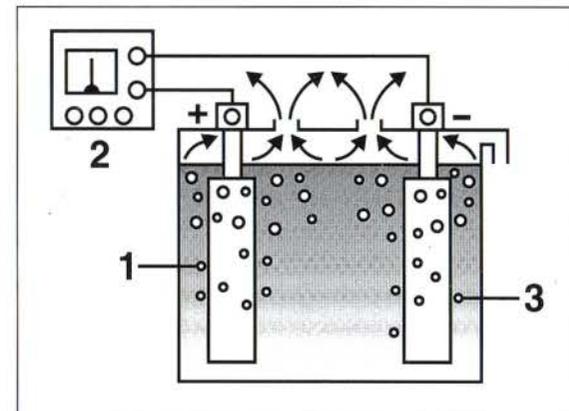
3 ou 4 ampères, fait que si vous n'avez pas le choix, vous devrez surveiller votre batterie pour qu'elle ne chauffe pas. Il existe des petits chargeurs pour motos (pas chers) ou des réglables plus sophistiqués (mais chers), le mieux étant de recharger le plus lentement possible. Exemple : pour moto ils peuvent être calibrés à 1 ampère, donc une batterie d'une capacité de 14 Ah aura



*Ce petit chargeur est spécialement étudié pour maintenir en forme les batteries "sans entretien".*

théoriquement besoin de 14 heures de charge. En principe, l'ampérage de charge ne doit pas dépasser le dixième de la capacité. Si le courant est fort, par précaution il vaut mieux enlever les petits bouchons de remplissage en raison du dégagement gazeux important. Évitez les flammes et les étincelles à proximité à cause du risque d'explosion par le dégagement gazeux d'oxygène et d'hydrogène. N'ouvrez jamais les bouchons des batteries dites "sans entretien", car vous rompez le recyclage intérieur qui épargne le contrôle des niveaux. Ces batteries sont facilement reconnaissables par le principe des bouchons qui ne sont plus individuels, vissés ou emmanchés, mais tous ensemble sur une plaque capotée et peu aisée à défaire. D'autre part, les batteries sans entretien n'ont pas de sortie de tuyau d'écoulement pour le dégagement gazeux. Une batterie sans entretien complètement déchargée peut refuser de reprendre

la charge. Avant de déduire qu'elle est morte, vous pouvez tenter de faire renaître la réaction chimique en augmentant la tension de charge quand le chargeur dont vous disposez en est capable par son équipement. Surveillez attentivement pendant quelques dizaines de minutes si elle accepte la recharge sous plus forte tension (exemple 24 V), puis revenez à 12 V pour éviter la surtension prolongée destructrice. Pour les batteries classiques, refaites le niveau, qui doit se situer entre mini et maxi inscrits sur son bac, avec de l'eau déminéralisée. Votre batterie vous remercie de l'absence de calcaire et de minéraux en vivant plus longtemps.



*L'action du chargeur de batterie (2) dégage un mélange gazeux oxygène (1) et hydrogène (3), explosif en cas de flamme ou d'étincelle à proximité.*

## Les caractéristiques

La tension en volt se reconnaît au premier coup d'œil par le nombre de bouchons de remplissage qui indiquent celui des compartiments séparés qui font chacun 2 volts, donc 3 ou 6 font 6 V ou 12 V, le 24 V ne se rencontre que sur les



*Les batteries conventionnelles sont munies d'un tube de mise à air libre des éléments qui doit être parfaitement branché et passer convenablement dans les guides prévus sur la moto.*

camions. Les bornes "plus" et "moins" sont indiquées, inverser leur branchement provoquera un malaise avec le circuit de charge et les équipements électroniques, pas d'erreur ! Retenez, pour les néophytes que le rouge c'est le "plus", le noir le "moins". La capacité d'une batterie est la quantité d'électricité qu'elle peut fournir, exprimée en ampère/heure (Ah). Exemple :

14 Ah signifie qu'elle peut théoriquement maintenir une intensité de 14 A pendant 1 h, ou 1,4 A pendant 10 h, ou 28 A en 1/2 h, etc. À prendre en compte, donc, pour la recharger. Sur les batteries plus puissantes (plus souvent pour les "quatre roues") est indiquée l'intensité de "démarrage", exemple 200 A, qui correspond au maximum qu'elle peut fournir sans dommage à



*Les constructeurs n'hésitent pas à user des avancées technologiques comme c'est le cas pour les batteries dites "sans entretien" qui peuvent être inclinées grâce à leur parfaite étanchéité.*



*L'accessibilité d'une batterie n'est pas toujours aussi aisée.*

basse température au démarreur. Au remplacement d'une batterie, n'achetez pas n'importe laquelle, les dimensions ou l'emplacement des bornes risquent de vous rendre le montage impossible. La capacité (Ah) peut être supérieure sans danger, mais jamais inférieure sous peine de difficultés de démarrage (donc de vie courte). Ne soyez pas tentés de remplacer une batterie de type sans entretien par une batterie classique, même par souci d'économie. Le système de régulation de tension de l'alternateur n'a pas les mêmes caractéristiques, ce qui peut entraîner un problème de recharge. Les dimensions extérieures des deux types de batterie ne sont pas aux mêmes normes, donc pas évident à installer. Et une batterie classique a besoin d'un tuyau d'écoulement pour éviter que l'acide ne corrode la moto, alors qu'une moto prévue pour recevoir une batterie sans entretien n'en possède pas.

## 3. LA BOUGIE

### Comment jaillit l'étincelle à la bougie

La combustion du mélange air/essence est déclenchée par le jaillissement d'un arc électrique entre les électrodes de la bougie. Cet arc, baptisé couramment étincelle, est un train d'électrons qui est capable de faire ce saut sans fil conducteur parce qu'il est soumis à une haute tension fabriquée par la bobine d'allumage, jusqu'à 30 000 V en électronique. Cette tension arrive dans la bougie par l'électrode centrale et saute à l'électrode de masse qui est soudée au culot fileté de la bougie. L'électrode centrale doit donc être parfaitement isolée de la masse

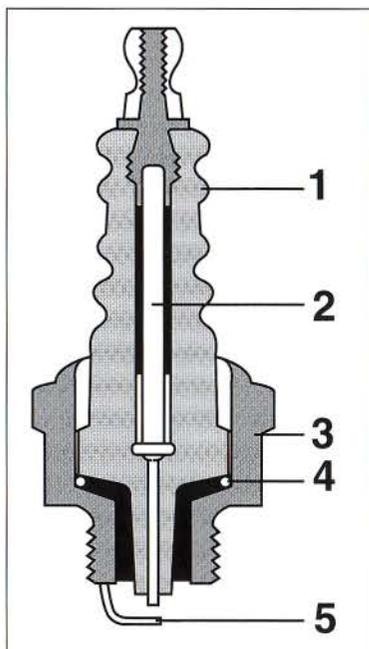
par sa céramique. De même, le fil d'alimentation en haute tension est isolé par son caoutchouc protecteur. Point de départ de la combustion, la bougie doit fonctionner entre une température de 300 °C et 800 °C. En dessous elle s'encrasse par les dépôts de combustion qui finissent par provoquer un court-circuit. La haute tension passe par cet encrassement plutôt que de sauter entre les électrodes. Au-dessus, la température des électrodes peut enflammer d'elle-même le mélange gazeux sans l'étincelle. À sa température de fonctionnement normale, la bougie est capable de se nettoyer en brûlant elle-même les résidus de combustion. C'est la forme et la structure de la bougie qui déterminent son degré thermique adapté à chaque type de moteur.

### Rôle et remplacement des bougies

Quelle est la durée de vie des bougies ? Parfois difficiles à remplacer, l'utilisateur les oublie, ce qu'elles pardonnent rarement. Les bougies vieillissent en travaillant. Les conditions de travail étant plus ou moins dures selon l'architecture du moteur, la préconisation constructeur du remplacement de bougie va de tous les 6 000 km sur une grosse cylindrée unitaire refroidie par air jusqu'à 24 000 km pour les multicylindres à refroidissement liquide (exemple Honda). Quand on roule avec un petit monocylindre deux temps, on a intérêt à toujours en avoir une neuve en réserve... Plusieurs choses les font souffrir : l'encrassement des résidus de combustion, l'importance des chocs thermiques qu'elles subissent, la corrosion et l'électroéro-



*Si l'accessibilité de la bougie est très bonne sur un monocylindre, il est autrement lorsque le nombre de cylindres augmente.*



*Coupe simplifiée d'une bougie*  
 1 - Isolateur  
 2 - Électrode centrale  
 3 - Culot  
 4 - Joint inférieur  
 5 - Électrode de masse

sion des électrodes. Ces phénomènes sont plus importants sur un 2T que sur un 4T, sur un refroidissement par air que sur un "liquide". L'écartement des électrodes augmente et l'étincelle finit par avoir des difficultés à "sauter" correctement de l'une à l'autre. Trop souvent, le motard peu soucieux de l'entretien va songer à les remplacer ou, à tout le moins, à les nettoyer et à régler l'écartement, quand les difficultés de démarrage surviennent ou quand le moteur refuse de fonctionner normalement.

Généralement, la clé à bougie de la trousse de bord suffit pour procéder à leur démontage. Celui-ci peut prendre quelques instants quand la bougie vous tend les bras ou plus d'une heure selon les motos. Il faut parfois déposer carénage, réservoir, même radiateur d'eau pour les atteindre. Ces difficultés peuvent amener à

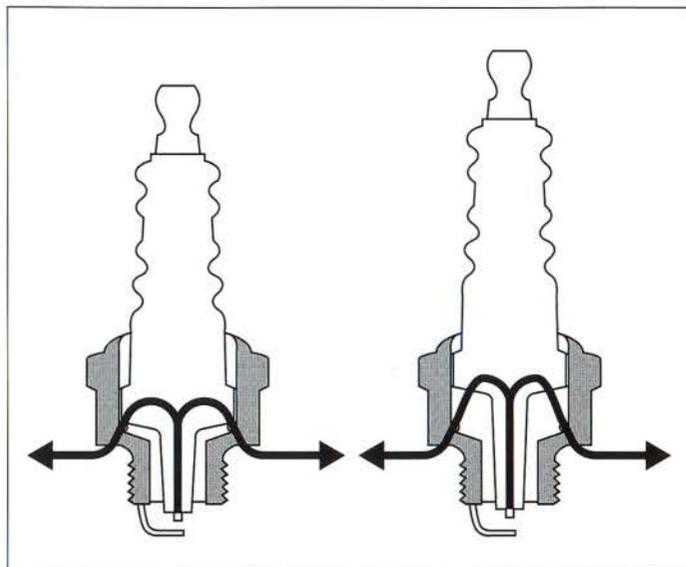
s'acheter une clé sophistiquée et plus efficace de maniement. Attention à en prendre une de la bonne dimension en prenant comme référence celle d'origine pour sa longueur, donc simplement une de vos bougies. La diversité des tailles de culot est importante aujourd'hui.

## La bonne bougie

Le choix des nouvelles bougies doit impérativement se faire en respectant scrupuleusement les préconisations du constructeur de la moto ou du fabricant de la bougie, lequel munit toujours ses détaillants d'un cahier de références par marque et par modèle. Une bougie d'indice thermique inadapté peut provoquer une casse moteur, tout comme une vieillissante encrassée d'ailleurs. Elle chauffe et fait "chalumeau", provoquant l'auto-allumage destructeur de piston (trou) et de tête de bielle. L'indice thermique fait "scientifique", mais vous entendrez souvent les mécaniciens parler plutôt de bougie "chaude" ou "froide". Cela signifie simplement que la première évacue moins vite ses calories que la seconde. En compétition ou en usage très intensif, des bougies plus froides sont donc montées, ce qui ne sert à rien en usage courant. Cela n'apporte pas le plus petit cheval supplémen-

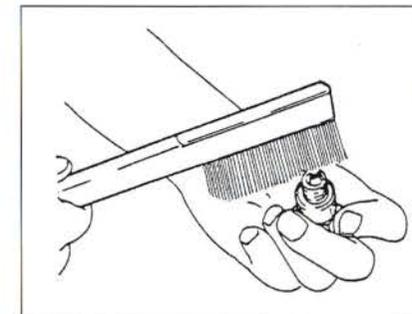


*Différentes sortes de bougies spéciales, type compétition (à gauche), à deux électrodes (au centre), à électrodes en platine (à droite) (documents NGK).*



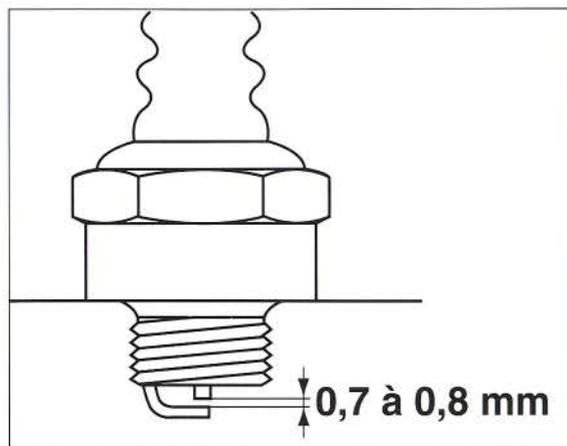
*Dans une bougie froide (dessin de gauche), la chaleur est rapidement évacuée. Dans une bougie chaude (dessin de droite), la chaleur est beaucoup plus longue à se disperser.*

re et provoque même un encrassement prématuré. La pauvrette n'arrive pas à atteindre sa température dite d'auto-nettoyage où elle est capable de brûler elle-même la majeure partie des résidus de combustion qui se déposent sur la partie entourant l'électrode centrale. L'écartement des électrodes est lui aussi fixé par le fabricant. Une fois la bonne bougie définie pour le remplacement, il faut se méfier de pièges classiques pour l'effectuer. Avant de démonter, il faut prendre garde sur certaines motos, en fonction de l'orientation et de la profondeur du puits de bougie, à la présence de crasse, notamment de gravillons qu'il faut chasser (l'air comprimé est alors bien pratique). Ces saletés peuvent empêcher d'installer correctement la clé dans un premier temps. Elles peuvent ensuite en profiter lâchement pour tomber dans la chambre de combustion une fois la bougie ôtée, entraînant des dégâts. Inspection : si les électrodes sont très sales, trop écartées, visi-



*Pour nettoyer la bougie, utilisez une bonne brosse à fils de laiton.*

blement usées par le phénomène d'électroérosion : poubelle. Si elle n'a pas l'air fatiguée et qu'elle est facile à changer, on peut toujours la prolonger en la nettoyant soigneusement et doucement avec une brosse spéciale à bougie et non pas n'importe quelle brosse métallique à "poils" trop durs qui peuvent faire des misères à la céramique de l'électrode centrale.



Exemple d'écartement d'électrodes.

Souvent les constructeurs conseillent d'inspecter les bougies, non de les nettoyer, certains l'interdisent même. Ensuite, il faut vérifier l'écartement des électrodes selon les préconisations fabricants à l'aide d'un jeu de cales en tapotant doucement sur la seule "réglable" : celle de masse qui dépasse. Si on les resserre trop, un tournevis mince permet de faire levier pour retrouver le bon écart. Brossez aussi soigneusement son filetage pour qu'il glisse bien.

Il faut également en profiter pour redonner sa blancheur virginale à la céramique extérieure exposée aux intempéries. Elle vous le rendra quand il fait humide en réduisant le risque de fuite du courant haute tension. Si par maladresse, il vous arrive de laisser tomber une bougie au sol, vous avez une chance pour que la céramique soit fendue et qu'elle refuse le service dès la première occasion.

### Remontage précis

Deux écoles existent : le remontage du filetage à sec, bien propre, s'oppose à celui avec la graisse spéciale haute température, graphitée ou au bisulfure de molybdène, repérable par sa couleur grise ou noire (pas de graisse ordinaire, pas d'huile).

Le plus important : engager toujours la bougie dans ses premiers filets tout en douceur, à la main quand c'est possible. Une résistance dès le début révèle que la bougie est entrée de travers, risquant de foirer le filetage de la culasse, danger ! Pas question de continuer à forcer. La remise en état demandera la compétence et le matériel d'un professionnel, entraînant parfois jusqu'au démontage de la culasse selon sa dispo-

sition dans le cadre, opération coûteuse. La force ne doit s'exercer qu'en fin de vissage. Celle-ci doit s'exercer sur la clé sans y ajouter de rallonge. Son bras de levier est suffisant pour une force humaine normale. Souvent le manuel du propriétaire précise le couple de serrage que l'on doit exercer à la clé dynamométrique, que tous les bricoleurs ne possèdent pas. Il existe même de telles clés, spéciales bougies, pré-régulées. Ordinairement, le principe consiste à amener la bougie au contact ferme de son plan de joint, puis d'effectuer un demi-tour à deux tiers de tour supplémentaire.

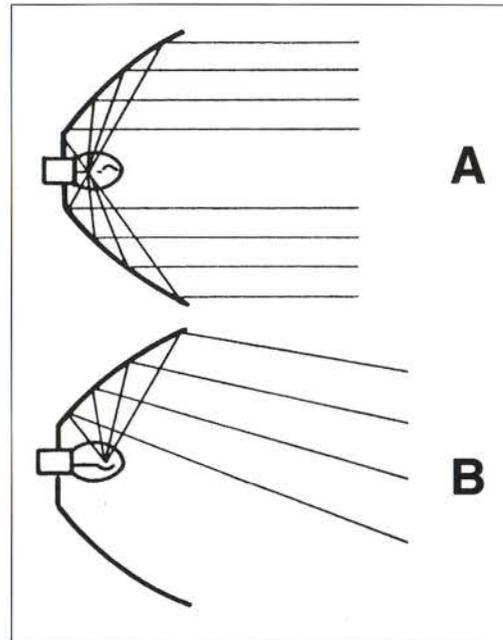
Si un doute subsiste sur le bon serrage, la desserrer immédiatement permet de se rendre compte de l'efficacité de son blocage, il suffit alors de recommencer l'opération. Enfin, le dernier piège qui attend le bricoleur consiste à faire la salade avec les branchements des fils haute tension en capotant les bougies. En principe, la longueur de ces fils et leur numérotation réduisent ce risque, mais précisons tout de même le branchement qui subit le plus souvent ce genre d'erreur : le quatre cylindres en ligne. Les deux bougies des cylindres extérieurs sont raccordées à la même bobine haute tension, les deux intérieures le sont à l'autre bobine, simple à vérifier.

# 4. LE CIRCUIT D'ÉCLAIRAGE ET DE SIGNALISATION

## L'éclairage

### Structure des lampes

Lampes de feux de position, de croisement, de route ou témoin au tableau de bord, toutes utilisent le même principe. Un filament enfermé à l'intérieur du ballon de verre est porté à incandescence par le passage de l'électricité. L'alimentation "+", protégée par un fusible, autorise le passage du courant par la commande manuelle. L'alimentation "-" est raccordée à la masse, soit directement, soit par un fil conducteur. Commençons par la première famille de lampes à puissance modeste : lampe témoin, veilleuse, stop, clignotant. Qu'elles soient à simple ou double filament (exemple veilleuse-stop), celui-ci est relié directement à la masse métallique du culot de la lampe, laquelle est en contact avec la masse de la moto. Sur les lampes d'éclairage plus puissantes, les filaments ne sont pas raccordés au



A = projecteur route. B = projecteur code

culot mais ont leur propre fiche de sortie isolée et raccordée à la masse par fil.

Dans le langage courant, une lampe est souvent baptisée "ampoule" du nom de son globe de verre. Tout le monde vous comprendra si vous parlez d'une ampoule, mais le vrai terme est "lampe".

### Lampe halogène

Dans une lampe classique, le filament en tungstène de feux de croisement est installé devant celui de feux de route. Cet emplacement

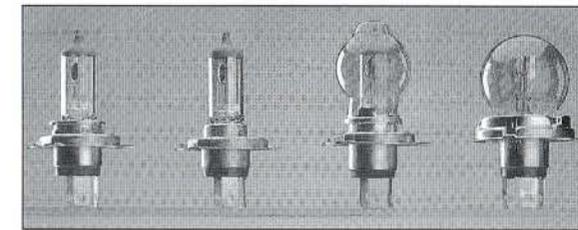
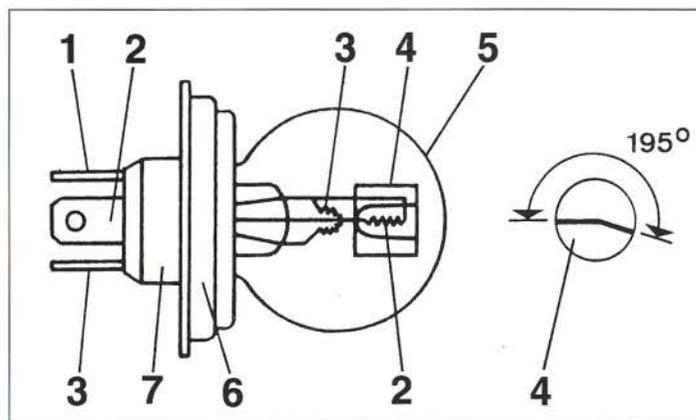
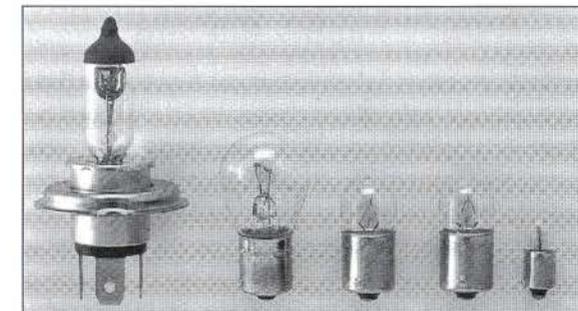
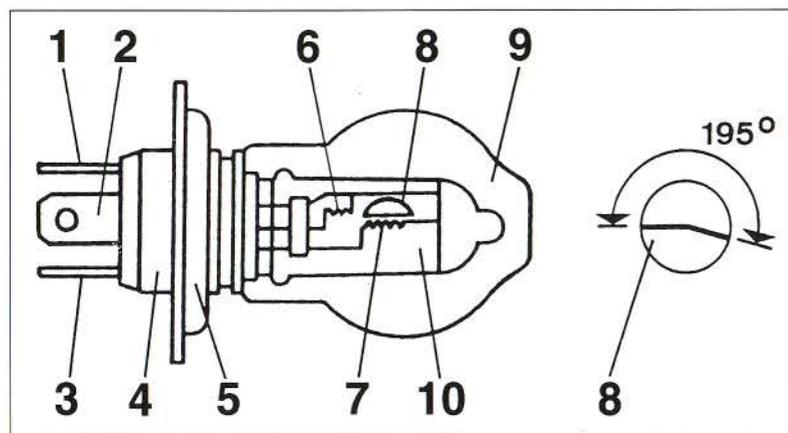


Tableau des lampes.

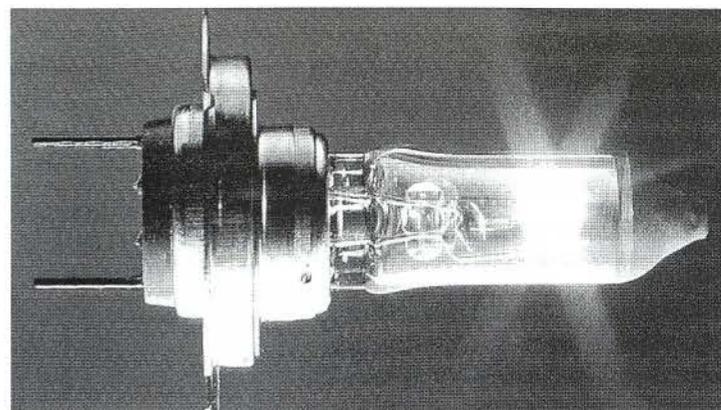


#### Code européen

- 1 - Masse
- 2 - Code
- 3 - Route
- 4 - Coupelle
- 5 - Ampoule en verre
- 6 - Collerette
- 7 - Culot



- Lampe H4**  
 1 - Masse  
 2 - Code  
 3 - Route  
 4 - Culot  
 5 - Colerette  
 6 - Route  
 7 - Code  
 8 - Coupelle  
 9 - Ampoule en verre  
 10 - Verre de silice



**Lampe H7.**



*Les optiques de phare ronds sont fréquemment utilisées sur les modèles "Roadster" comme c'est le cas de la Yamaha XJR 1200.*

permet d'utiliser la réflexion du foyer du miroir parabolique afin d'avoir une longue portée en route et une plus courte et plus large en croisement. Le filament de croisement est masqué par une coupelle qui fait un angle de 195° pour obtenir l'effet code "européen" afin de ne pas éblouir les véhicules venant en face et éclairer plus haut simultanément sur la partie droite de la chaussée.



*Les motos carénées récentes sont équipées d'optiques de phare qui épousent la forme du nez de carénage. Dans l'exemple de la Honda CBR 1100 XX, se sont deux optiques superposés avec cuvelages à surface complexe.*

Enfermé dans son ampoule de gaz neutre, le tungstène porté à incandescence se vaporise lentement mais sûrement. Il est donc obligatoire de ne pas le porter à trop haute température pour ne pas le

détruire vite. Cela limite la puissance d'éclairage. Pour pouvoir augmenter la température, donc l'éclairage, le cycle halogène a été mis au point. Le verre de silice de l'ampoule enferme des gaz particuliers : krypton et un mélange halogène iode, brome, fluor. Le secret de la réaction chimique est là. Sous l'action de la chaleur, les particules de tungstène s'échappent et se recombinent avec les halogènes pour retourner se déposer sur le filament, retardant sa destruction. La puissance électrique de la lampe passe de 40/45 W en classique à 55/60 W en halogène, dite H4. La relative augmentation de la consommation électrique permet de doubler la puissance lumineuse. Impératif : ne jamais toucher le verre d'une lampe halogène. Si elle vient d'être allumée, elle vous brûle. Même froide, le dépôt que laisse votre peau brûlera et ternira lampe et miroir. Les culots des lampes halogènes sont différents de ceux des lampes classiques, car elles ne doivent pas être accueillies par la même optique de phare. Les capacités de réflexion lumineuse et les stries de l'optique halogène sont étudiées pour ne pas provoquer d'éblouissement violent. À noter qu'il existe désormais des lampes halogènes 40/45 W homologuées

par la réglementation. Leur culot est celui des optiques classiques pour code européen, le gain d'éclairage est de 25 %. Par contre, non homologuées pour des raisons de risque d'éblouissement, il existe des lampes "pirates" sœurs jumelles de la H4 dont la puissance passe à 80/100 W. Les motards équipés d'une simple optique sont bien tentés de les monter pour retrouver une puissance d'éclairage digne d'une voiture. Elles sont vendues dans le commerce avec "interdit sur la voie publique" noté sur l'emballage. Elles sont réservées à la compétition. Quand on en installe une, ce qui ne nécessite aucune autre modification, il faut vérifier que le débit de l'alternateur soit suffisant pour que la consommation électrique ne conduise pas à vider la batterie. Par exemple, l'alternateur débite 17 A sous 14 V à 5 000 tr/min selon les chiffres constructeur, ce qui donne :  $P = U \times I = 14 \times 17 = 238 \text{ W}$ . La consommation étant augmentée de 40 W en plein phare, il reste 138 W pour les autres consommateurs, dont la recharge batterie, ce qui laisse une grande marge. Ce calcul est valable aussi si vous décidez de rajouter un éclairage longue portée à votre H4 d'origine.



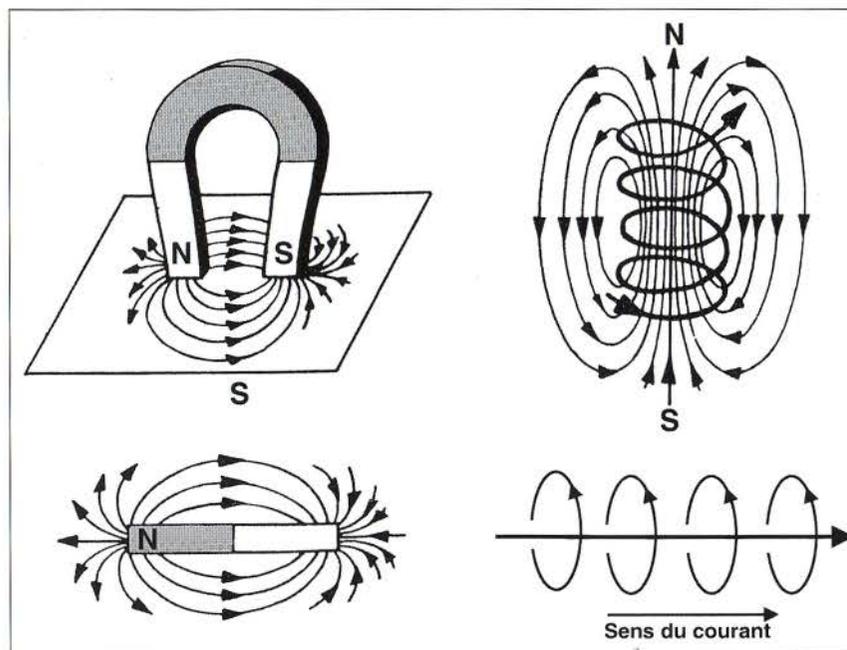
*Signe des temps, les feux arrière s'intègrent parfaitement dans la ligne des motos, même sportives comme c'est le cas, ici, pour la Yamaha YZF-R6.*

La dernière née des lampes halogène, la H7, est dite à "décharge". Elle n'utilise plus un filament à incandescence mais un arc électrique à l'intérieur d'un brûleur en quartz, augmentant la puissance lumineuse tout en réduisant la chaleur dégagée. Elle peut donc être installée dans une optique en matériau synthétique. Elle remplace la H1 pour la fonction longue portée sur des motos récentes à double optique.

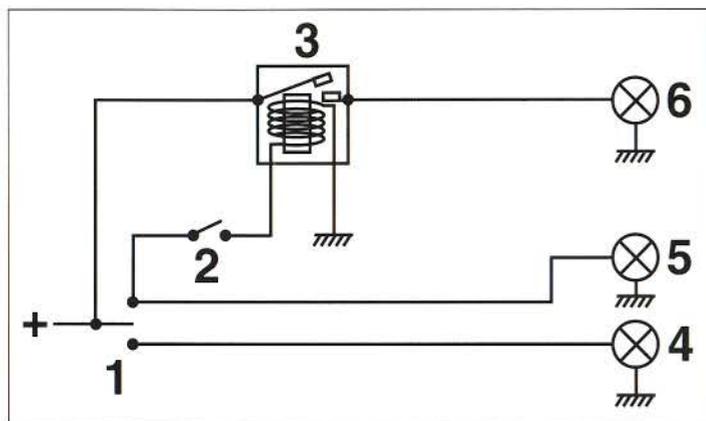
### Application : relais électromagnétique pour lampe halogène

Les lampes halogènes sont toujours installées dans le circuit électrique avec pour alimentation un relais électromagnétique entre elles et la batterie. Rappelez-vous le principe "puissance

égale intensité multipliée par la tension". La tension étant fixe, quand on augmente la puissance, l'intensité croît de même. Faites une expérience, allumez une lampe H4 directement sur une batterie avec un bout de fil comme contacteur, vous verrez les étincelles que cela provoque. Le principe du relais est simple : le passage du courant principal d'alimentation de forte intensité se fait par des contacts commandés par un électroaimant qui ne demande qu'un courant de faible intensité pour s'actionner. La mise en action des forces électromagnétiques étant incomparablement plus rapide qu'un pouce même très musclé, les étincelles ne détruisent pas les contacts, le "clac" est perceptible, façon simple de savoir si un relais fonctionne. Sans relais, les contacts de la commande au guidon seraient rapidement brûlés et ne laisseraient plus passer le courant.



*Création du champ magnétique par un aimant et par un solénoïde.*



- 1 - Commande d'inverseur code/phare
- 2 - Commande de phare longue portée
- 3 - Relais électromagnétique
- 4 - Lampe code
- 5 - Lampe phare
- 6 - Lampe longue portée

Le relais possède donc deux circuits électriques indépendants. Celui de commande, de faible intensité, alimente l'électro-aimant. Le "+" arrive à votre guidon puis repart sous votre action donner l'impulsion à l'électro-aimant qui ferme les contacts du circuit principal d'alimentation de la lampe halogène. Les fils sont d'ailleurs de section plus grosse pour ce circuit de puissance (1 à 1,5 mm<sup>2</sup>) afin de ne pas chauffer sous l'intensité importante.

Le relais est utilisé pour commander les consommateurs électriques de puissance tels les avertisseurs sonores et surtout les démarreurs électriques, nous y reviendrons dans ces chapitres.

## La signalisation visuelle, applications :

La signalisation visuelle de vos manœuvres concerne deux domaines qui ont chacun leur circuit : le stop lorsque vous freinez et les clignotants lorsque vous prévenez de votre changement de direction.

## Le circuit de stop est simple de construction

Un "+" arrive aux interrupteurs de commande au frein avant et au frein arrière. Lorsque vous actionnez le levier, le courant passe et alimente le "+" de la lampe stop de 21 W, laquelle comporte le deuxième filament de veilleuse de 5 W. Certaines motos sont équipées de deux lampes stop, ce qui est un mieux pour leur perception des véhicules suivants.

Pour la sécurité, cela évite de se retrouver sans cette signalisation quand une lampe grille. La particularité du circuit stop est d'avoir une double commande : levier de frein avant et pédale de frein. Sur le levier de frein avant, la commande peut être un contacteur mécanique intégré au guidon ou un contacteur installé sur un capteur de pression du circuit hydraulique de freinage. Il suffit de veiller à ce que chacune de ces commandes déclenche bien le stop. La percussion arrière est encore moins drôle en moto qu'en voiture.

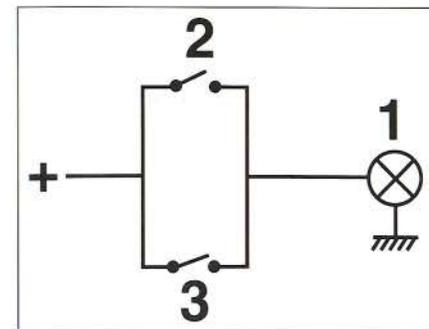


Schéma de principe du circuit de feu stop  
1 - Lampe stop  
2 - Commande au levier de frein  
3 - Commande à la pédale de frein

## Le circuit de clignotants est moins simple par les éléments qu'il relie

Ce circuit est composé de la centrale clignotante, nommée aussi relais de clignotants, de la commande au guidon, des 4 lampes latérales et de la ou des lampes témoins au tableau de bord. Un "+" arrive à la centrale clignotante, son mécanisme interne est relié à la masse, et le "+" ressort de la centrale sous forme d'impulsions brèves lorsque le courant passe. Ce passage du courant est décidé par la commande au guidon qui envoie le courant dans les lampes de clignotants reliées à la masse. Rien en position centrale, deux clignotants à droite ou deux clignotants à gauche. C'est donc de la commande au guidon que repartent les fils "+" qui vont alimenter les lampes de clignotants par côté. Selon la moto, une lampe témoin s'allume au tableau de bord pour chacun des côtés ou pour les deux à la fois.

Les différentes centrales qui existent ont donc toutes la même fonction. Les centrales électrothermiques ou à relais et condensateur sont concurrencées par les centrales électroniques.

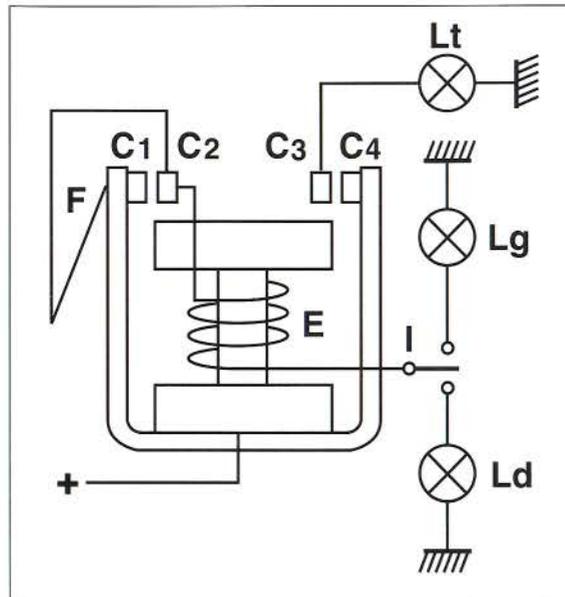


Schéma technologique.

F = fil chauffant. E = relais. I = inverseur.  
 Lt = lampe témoin. Lg = lampe gauche.  
 Ld = lampe droite. C1, C2, C3, C4 = contacts.

### “L’antique” centrale électrothermique porte bien son nom

Effectivement, elle repose sur le principe de l’intensité du courant qui chauffe le métal. Un contacteur laissant passer le courant est constitué d’une double lame de deux métaux différents. Leurs dilatations différentes font se tordre légèrement le “bilame” qui décolle les contacts, coupant l’électricité. Le bilame se refroidit aussitôt et refait contact. Le courant repasse, chauffe, et ainsi de suite : ça clignote.

Pour obtenir un clignotement plus précis, la centrale électronique à relais utilise un fil calibré qui chauffe, donc s’allonge sous l’intensité. Son allongement ferme le contact permettant

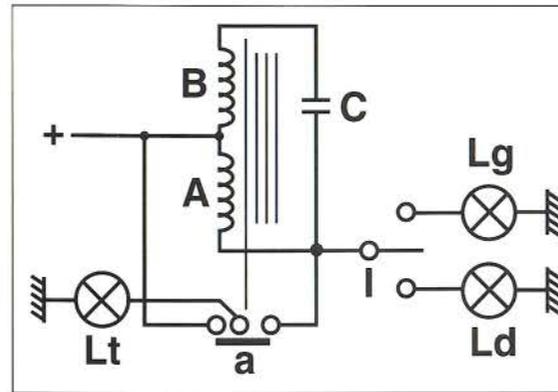


Schéma de centrale à relais et condensateur.

A et B = relais. C = condensateur  
 Lt = lampe témoin. Lg = lampe gauche.  
 Ld = lampe droite.

d’alimenter un relais électro-aimant, son champ magnétique ferme instantanément le contact, allumant les clignotants. Le fil refroidi et se rétracte, l’électro-aimant n’est plus alimenté, et éteint les lampes. Cette centrale est reconnaissable à l’oreille : clac-clac-clac du relais. Cette centrale clignote à un rythme précis à condition qu’elle alimente un nombre précis de lampes de puissance calibrée. Monter une lampe plus ou moins puissante modifie ou annule son rythme.

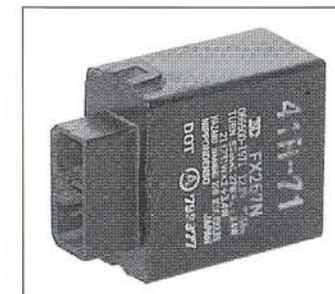
### La centrale à relais et condensateur se passe de la chaleur

Un condensateur est chargé par l’arrivée du courant. Dès qu’il atteint sa capacité maximale, il se décharge dans l’électro-aimant qui ferme le contact, allumant les lampes. Une fois déchargé, le contact s’ouvre, les lampes s’éteignent, le condensateur se recharge et le cycle recommence. Le rythme de clignotement est cette fois indépendant du nombre de lampes et de leur puissance.

### La centrale électronique garde le principe de la charge et décharge de condensateur

Mais cette fois par l’intermédiaire de transistors. Ils sont passants ou bloquants du courant au rythme de la valeur des condensateurs, commandant la fréquence du clignotement. La centrale électronique peut elle aussi être équipée d’un relais électromagnétique aux mêmes fonctions de contacts instantanés.

Remarquons que certaines centrales électroniques possèdent la fonction feux de détresse ou “warning”, très utile pour la sécurité dans la circulation. Malheureusement, seuls quelques modèles haut de gamme sont équipés d’origine de cette fonction. Sans doute un souci d’économie du constructeur pour les autres modèles. C’est d’autant plus frustrant lorsque l’on constate que des motos sont équipées d’une centrale clignotante pouvant faire le warning, mais que le circuit et la commande au guidon n’existent pas. Dans une autre perception, le buzzer sonore accompagnant le déclenchement des clignotants a disparu aujourd’hui. BMW avait installé ce “bip-bip” sur ses flat-twins il y a une vingtaine d’années, mais ce bruit agaçaït pas mal de clients qui le faisaient débrancher chez leur motociste. Cette bonne idée est passée de



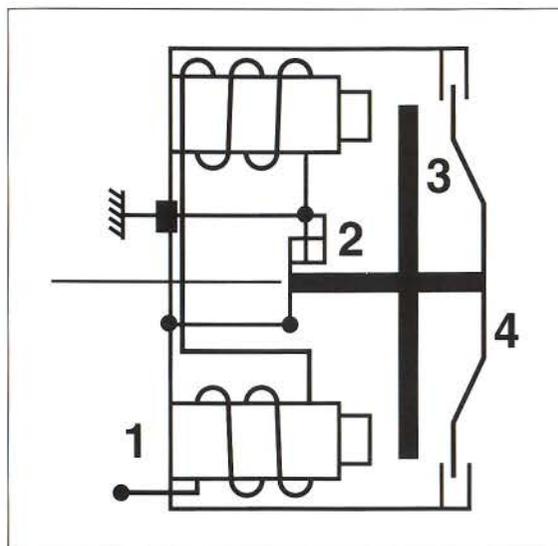
Centrale clignotante. La moto équipée de cette centrale clignotante à fonction feux de détresse n’a pas le circuit de commande utilisant cette possibilité.

mode aujourd'hui alors qu'elle est bien utile pour se faire entendre discrètement dans la circulation encombrée, par les automobilistes et les piétons distraits. Ceci dit, le buzzer existe en matériel adaptable, tout comme la centrale warning.

## L'avertisseur sonore

### Les avertisseurs sonores de motos sont simples et peu encombrants

Le son est une vibration de l'air, engendrée pour nos avertisseurs sonores par une membrane élastique, selon le même principe que les enceintes musicales. La membrane souple est mise en vibration sous l'action d'une armature métallique. Le déplacement de cette armature métallique est commandé par un électro-aimant. La ruse consiste à installer les contacts alimentant l'électro-aimant au déplacement de l'armature. Le contact mobile est fixé à celle-ci. Dès qu'elle recule, l'électro-aimant qui l'a attirée est coupé, donc elle avance et remet le contact qui recommence, et ça vibre. La quantité d'étincelles jaillissant au contact est énorme et rapide, donc pour éviter de brûler leurs surfaces, un condensateur, petit emmagasineur d'énergie, est raccordé à chaque contact. L'amplitude vibratoire de l'armature, donc la fréquence du son, est réglable par un petit système vis-écrou sur presque tous ces avertisseurs. En fonction de la puissance électrique du klaxon, un relais électro-aimant est installé sur le circuit de commande pour éviter de brûler les contacts au guidon. Les puissants avertisseurs à compresseur, encombrants et lourds, ne sont jamais montés d'origine sur les motos. À noter que leur moteur électrique a toujours besoin d'un relais d'alimentation. Les avertisseurs sonores sont cou-



*Avertisseur à membrane*  
1 - Électroaimant. 2 - Rupteur.  
3 - Armature. 4 - Membrane.



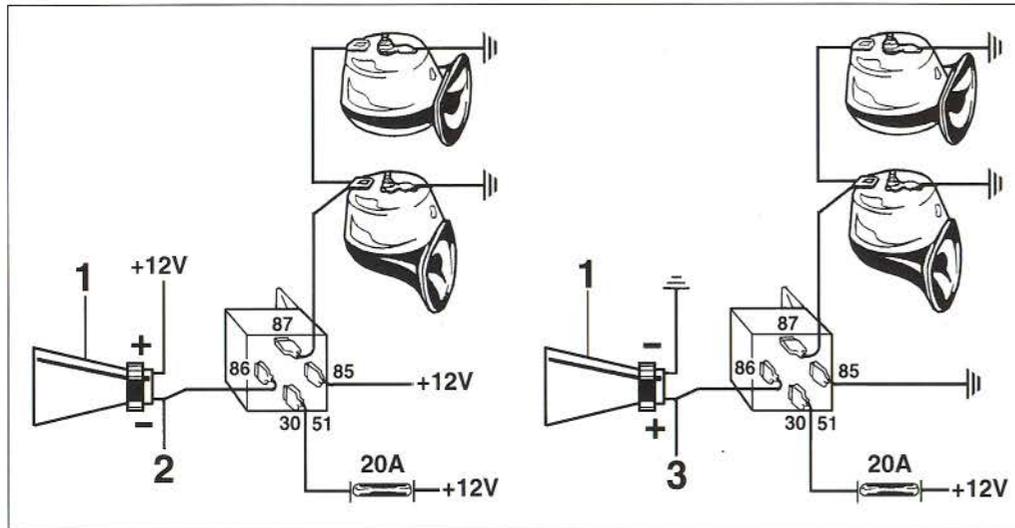
ramment nommés "Klaxons", du nom d'une firme américaine. C'est un nom propre devenu nom commun, comme "Carter", "Durit" ou "Diesel".

### Application : relais électromagnétique pour avertisseurs puissants

L'avertisseur d'origine est souvent symbolique, avec un son apte à ne pas provoquer de crise cardiaque aux vénérables qui traversent la chaussée sans précautions. Le montage de Klaxons additifs plus puissants nécessite un relais électromagnétique pour éviter de brûler les contacts du commodo, comme n'importe quel élément qui consomme beaucoup d'électricité : lampe H4, moteur électrique, etc.

### Deux exemples de montages d'avertisseur sonore en remplacement de l'équipement d'origine qui est souvent trop faible.

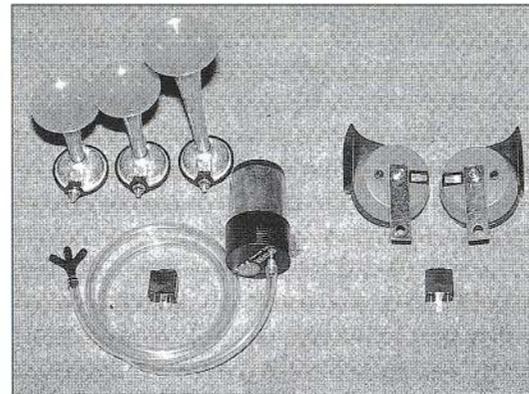




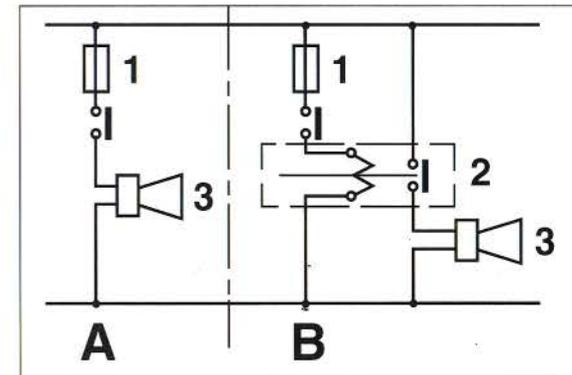
- 1 - Avertisseur d'origine
- 2 - Commande d'avertisseur d'origine par la masse
- 3 - Commande d'avertisseur d'origine positive

Vous trouverez facilement dans les magasins d'accessoires automobiles des kits de klaxon malheureusement incomplets, qu'ils soient à compresseur ou électroacoustiques (préférez ces derniers, leur puissance est suffisante et leur encombrement facilite l'implantation sur une moto). Il vous faudra racheter des cosses et du fil électrique de section 1 à 1,5 mm<sup>2</sup> pour réaliser le circuit d'alimentation. Munissez-vous d'une pince à sertir et à dénuder pour faire du travail propre. Les petites notices accompagnant ces kits étant parfois traduites d'une langue étrangère par les étrangers eux-mêmes, ce ne sont pas vos facultés qui seront à mettre en doute en cas d'incompréhension.

Dans tous les cas, protéger l'alimentation du circuit de puissance du relais par un fusible. Avec ces deux schémas, vous avez les deux cas de figures possibles : soit le commodo au guidon est un poussoir classique d'alimentation "plus", soit c'est un bouton de mise à la masse. Le plus simple est d'aller se raccorder avec une fiche volante sur les cosses de branchement de l'avertisseur d'origine.



*Si les avertisseurs sonores "à compresseur" ont eu leur heure de gloire, ils ont été rapidement remplacés par des modèles électro-acoustiques beaucoup moins volumineux.*



A - Circuit électrique sans relais.  
 B - Circuit électrique avec relais.  
 1 - Fusible. 2 - Relais. 3 - Avertisseur.

## 5. LE CIRCUIT DE DÉMARRAGE

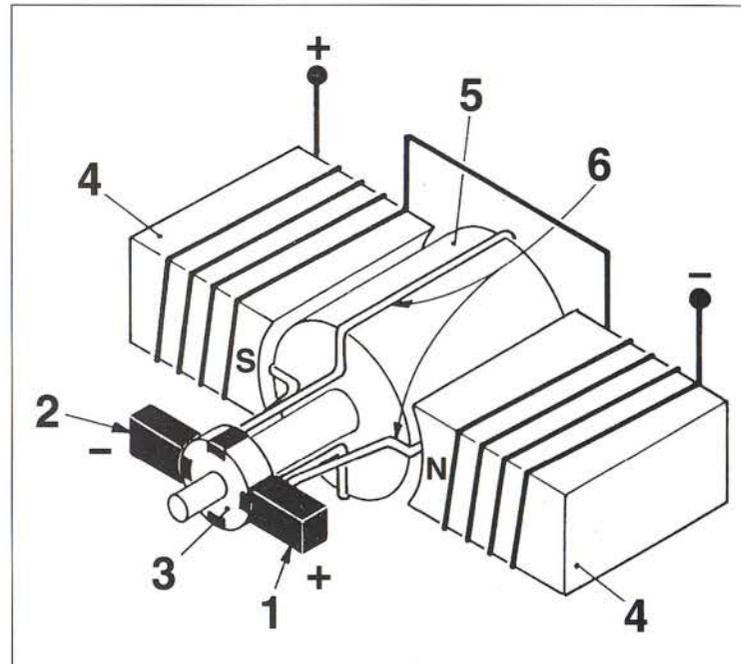
### Moteur électrique, relais de démarreur

#### Principe du moteur électrique

Un moteur électrique, qu'il serve de démarreur ou pour entraîner tout accessoire (pompe à essence, etc.), fonctionne toujours sur le même principe : la force des champs magnétiques qui s'attirent et se repoussent. Pour des raisons de pollution galopante dans les villes, on voit de plus en plus de réalisations de véhicules propulsés par un moteur électrique. En deux-roues, nous avons le scooter Peugeot, qui surprend d'ailleurs les piétons par son silence de fonctionnement : ils ne l'entendent pas venir. Oui, des champs magnétiques qui s'attirent et se repoussent, ça ne fait pas de bruit, on n'entend guère que le chant des balais et des roulements. Qui n'a jamais joué avec des aimants ? D'un côté ils s'attirent, comme ils attirent tous les métaux ferreux, de l'autre ils se repoussent fortement. Ce phénomène définit la polarisation : nord-sud, ça colle, nord-nord ou sud-sud, allergie complète. On sait créer un champ magnétique avec un noyau de fer doux entouré d'un bobinage de fil électrique. Le passage de l'électricité polarise l'électro-aimant, exactement comme l'aimant "naturel".

#### Principe simple, réalisation complexe

Pour créer le moteur électrique de base, des électro-aimants sont installés sur le corps cylin-



*Principe de base de l'architecture d'un moteur électrique*

*Dans la réalisation matérielle il y a "simplement" beaucoup plus de spires.*

*1 - Balais +*

*2 - Balais -*

*Ils sont appelés aussi couramment "charbons" bien qu'ils soient la plupart du temps à base de graphite.*

*3 - Collecteur*

*4 - Inducteur : électroaimant fixe, baptisé aussi stator*

*5 - Induit : électroaimant de l'arbre moteur, baptisé aussi rotor*

*6 - Spires*

drique fixe, afin de créer un champ magnétique fixe. Ce sont les inducteurs. Sur l'arbre moteur on installe aussi un champ magnétique orienté, en forme de spire, pour qu'il se fasse repousser en rotation dès qu'il reçoit du courant : c'est l'induit. Problème : une fois que les deux champs magnétiques se sont "accordés", l'induit ayant tourné pour se soumettre à la force de l'inducteur, le mouvement s'arrête. Pour obtenir un mouvement perpétuel, le principe est simple. Plusieurs circuits électriques indépendants les uns des autres sont disposés sur l'induit. Chaque circuit est alimenté par des "balais" fixes qui

appuient sur des lames conductrices reliées à chaque circuit, et isolées entre elles. Dès que l'induit tourne, les balais alimentent chacun leur tour les circuits électriques successifs qui leur passent devant, donc le champ magnétique généré est toujours orienté de façon à être soumis aux forces de l'autre champ magnétique fixe, et ça tourne ! Par contre, la réalisation technique, c'est une autre paire de manches. Pour un démarreur, le nombre de champs magnétiques fixes peut être augmenté, de bipolaire passer à quadripolaire pour un gain de puissance. De même, on peut installer une

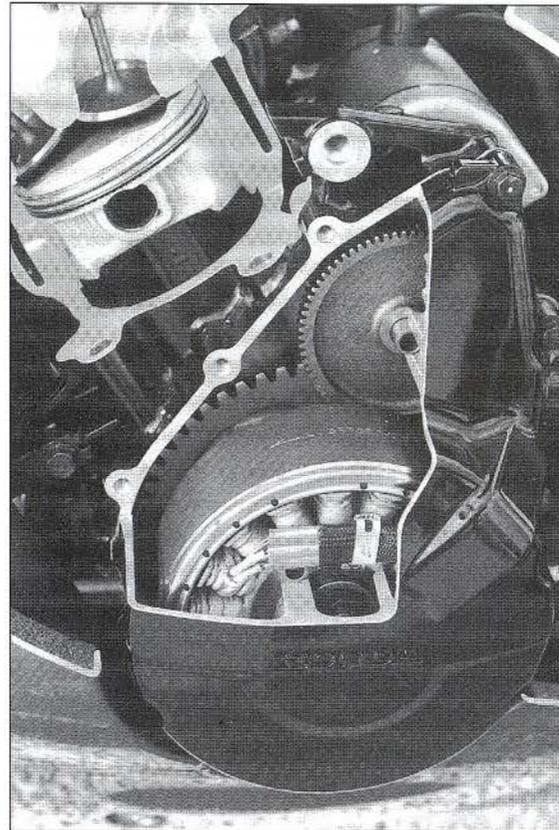
double alimentation des circuits de l'induit avec quatre balais au lieu de deux. Ne parlons pas de la forme tortueuse et de la complexité de la disposition de ces fameux circuits d'induits.

## Deux familles de démarreurs

Deux familles de démarreurs électriques existent sur les motos, présentant des caractéristiques différentes. Il s'agit du démarreur type automobile et du démarreur dit "à la japonaise".

Le démarreur n'est rien d'autre qu'un moteur électrique qui sert à lancer le moteur à combustion interne. C'est le plus gros consommateur d'électricité des véhicules, c'est d'ailleurs pour cette raison qu'en moto deux familles de démarreurs existent. Les démarreurs puissants, type automobile, qui sont montés sur les flat-twins BMW et les Guzzi, réclament une grosse batterie, et n'ont qu'un seul couple de pignons qui les relie à l'arbre moteur. Sur les démarreurs "à la japonaise" qui sont peu puissants et se contentent d'une petite batterie, la démultiplication de l'effort qu'ils doivent fournir est réalisée par plu-

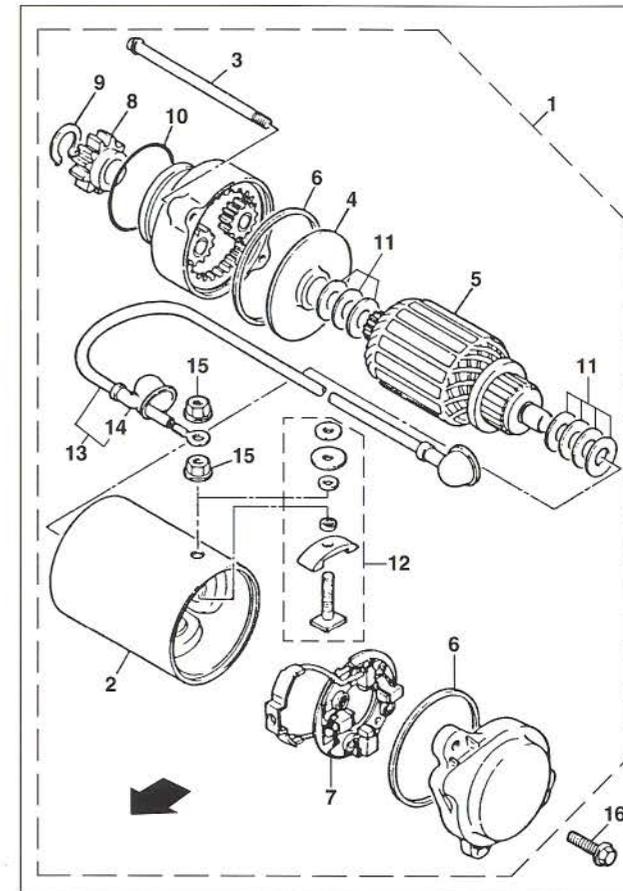
sieurs trains de pignons successifs. Un petit pignon entraîne un grand, lequel est solidaire d'un petit qui entraîne un grand, etc. C'est le principe du réducteur. Le petit moteur électrique tourne très vite mais n'a pas de couple. À la fin de la cascade de pignons, la rotation est beaucoup plus lente et le couple suffisant est là. Exactement comme un moteur sur la première vitesse, ça arrache.



Sur la plupart des motos, le démarreur électrique transmet son mouvement au vilebrequin via un pignon relais qui engrène sur le pignon de la roue libre, elle-même fixée à l'arrière du rotor d'alternateur.

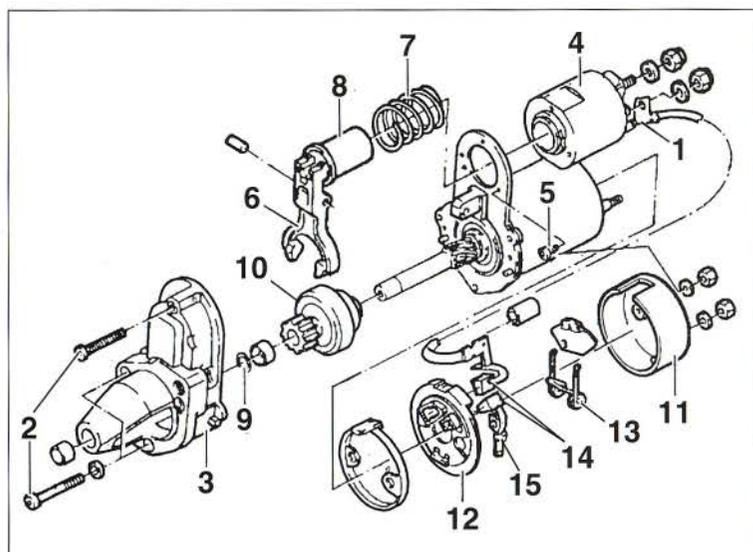


Démarreur électrique dit "à la japonaise".



### Démarreur électrique "à la japonaise"

- 1 - Démarreur complet. 2 - Stator (inducteur).
- 3 - Vis d'assemblage. 4 - Flasque. 5 - Rotor. 6 - Joints.
- 7 - Support des balais. 8 - Pignon. 9 - Circlip.
- 10 - Joint torique. 11 - Jeux de rondelles de calage.
- 12 - Ensemble de borne d'alimentation.
- 13 à 15 - Câble d'alimentation, cache en caoutchouc et écrous spéciaux.
- 16 - Vis de fixation diamètre 6 x 25 mm.



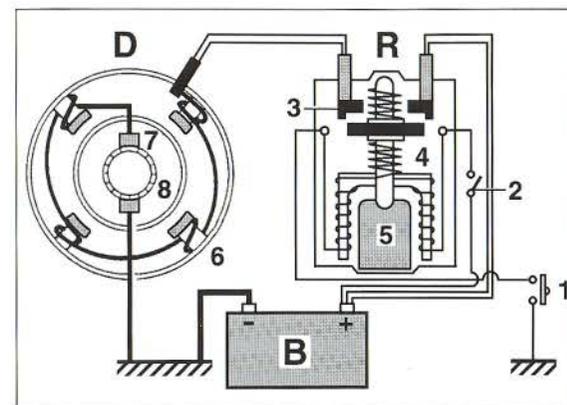
#### Démarréur électrique, type automobile

- 1 - Fil d'alimentation
- 2 - Vis d'assemblage
- 3 - Nez du démarrage
- 4 - Contacteur du solénoïde
- 5 - Vis de fixation
- 6 - Fourchette d'engagement
- 7 - Ressort
- 8 - Plongeur du contacteur du solénoïde
- 9 - Circlip
- 10 - Pignon d'engrènement
- 11 - Couvercle
- 12 - Porte-balais
- 13 - Ressorts des balais
- 14 - Balais
- 15 - Fil court

Sur certaines machines, l'emplacement du démarreur ou le choix de sa transmission, en particulier quand il s'agit d'une chaîne, fait que l'on installe un réducteur bien particulier à l'intérieur du démarreur : le train épicycloïdal. Sur le dessin du démarreur, les petits pignons "satellites" qui s'engrènent sur le rotor sont visibles. La transmission s'effectue par le plateau porte-satellite. À part cette particularité, le démarreur "à la japonaise" reste plus simple que le démarreur classique type automobile. Celui-ci possède un système de lanceur pour engrener son pignon sur celui du moteur, situé sur la couronne de l'embrayage. En appuyant sur le bouton de commande, on alimente en électricité un électroaimant à noyau plongeur. Il commande une "fourchette" articulée qui fait avancer le pignon pour qu'il s'engrène. L'électro-aimant sert aussi de contact pour laisser passer l'énorme intensité que dévore le démarreur, il agit comme un relais électromagnétique. Un démarreur de Guzzi a

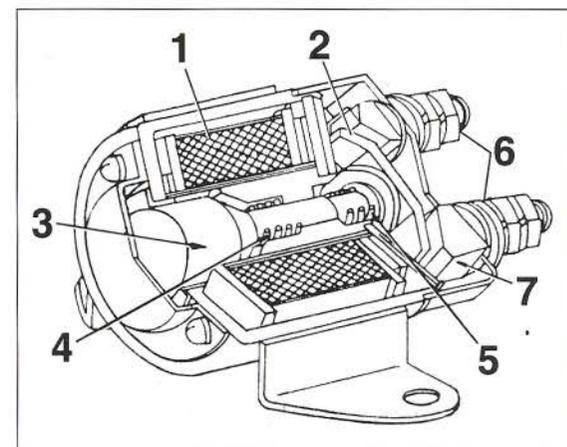
une puissance de 1 200 watts, en 12 volts cela donne une intensité de 100 ampères !

Avec un démarreur type automobile, le pignon vient s'engrener sur la couronne, il ne l'est donc pas en permanence comme sur un démarreur à la japonaise. Chacun a sa roue libre évitant d'entraîner le démarreur à des vitesses de rotation très élevées dès que le moteur tourne et que l'on accélère. Particularité du type japonais : la roue est en fonction permanente quand le moteur tourne alors qu'elle ne l'est plus avec le recul du pignon en type automobile. Le problème peut venir avec l'usure et la fatigue de cette roue libre quand elle se met à patiner dans les deux sens. C'est surtout son implantation dans le moteur qui joue un mauvais tour. Ce n'est plus du domaine de l'électricité mais de celui du mécanicien : pour changer une roue libre sur des modèles tels que Yamaha FJ 1200, Honda CBR 1000, il faut sortir le moteur du cadre, l'ouvrir en deux, car l'entraînement est au centre de la mécanique.



#### Schéma du circuit de démarrage

- 1 - Bouton de démarrage. 2 - Contact au tableau de bord.
- 3 - Contact de l'alimentation du démarreur.
- 4 - Électroaimant. 5 - Noyau plongeur. 6 - Inducteur.
- 7 - Balais. 8 - Induit.



#### Relais à solénoïde

Un courant de faible puissance alimente l'électroaimant 1, commande le passage d'un courant de forte puissance entre les bornes 6 par les contacts fixes 7 et mobiles 2. Ces derniers sont liés au mouvement du noyau plongeur 3 rappelé par les ressorts 4 et 5.

## Relais de démarreur

Les démarreurs "à la japonaise" sont environ trois fois moins puissants, mais cela fait quand même plus de 30 ampères, intensité coquette qui explique pourquoi les fils d'alimentation de la batterie sont aussi gros, sinon ils fondraient. Le relais électromagnétique, extérieur au démarreur pour cette famille "à la japonaise", est donc indispensable pour ne pas brûler les contacts. Il est bâti

selon le même principe que les relais pour lampe H4 ou klaxon puissant. Sa taille est plus importante, notamment celle de son électro-aimant et des contacts capables de supporter la forte intensité de démarrage. C'est un relais à "solénoïde" : le passage du courant dans le bobinage crée un champ magnétique qui pousse l'axe placé en son centre, baptisé noyau plongeur. D'autre part, il est très souvent équipé de son propre fusible, une plaquette simple vissée bien à l'abri.



*Relais de démarreur. Ce relais de démarreur a la particularité d'être muni de sa propre plaquette fusible de 30 A.*

# 6. LES SECRETS DE L'ÉLECTRONIQUE

## Le circuit de charge

### Création : force électromotrice induite, alternateur (volant magnétique)

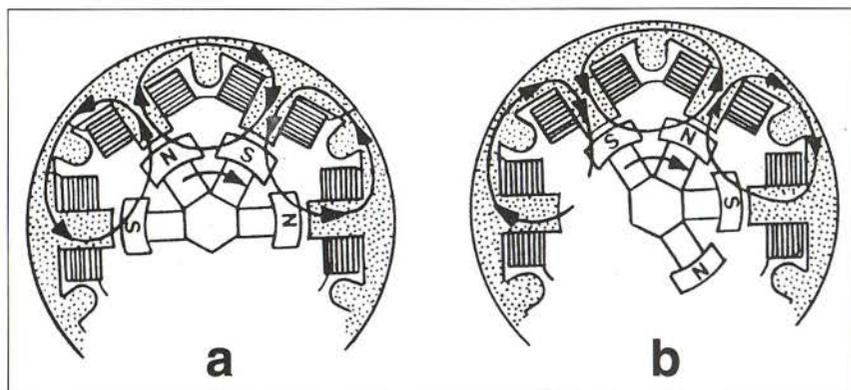
Volant magnétique, alternateur, même mission : créer du courant électrique pour les besoins de la moto. Le principe de base est simple. Presque toutes les motos d'aujourd'hui sont équipées d'une batterie, mais le générateur principal fournisseur d'électricité n'est pas celle-ci. Elle ne sert qu'au démarrage du moteur (sauf pour les motos à kick et volant magnétique) et aussi parfois au ralenti. C'est l'alternateur qui a la tâche de fournir l'électricité à tous les "consommateurs" installés sur la moto : lumières, klaxon, recharge de la batterie, allu-

mage... Certains vont dire qu'ils n'ont qu'un volant magnétique. Définition : un alternateur doit son nom au fait qu'il produit du courant alternatif. Le volant magnétique fournit lui aussi de l'alternatif, il fait donc partie de la famille. Les antiques dynamos créatrices de courant continu ont disparu il y a plus de vingt ans. Les batteries fabriquent du courant continu par réaction chimique : les électrons sont échangés, entre les différentes plaques d'oxydes de plomb plongées dans l'acide, toujours dans le même sens. C'est la définition même du courant continu. Avec l'alternatif, les électrons sont animés d'un infernal mouvement de va-et-vient. Première conclusion, pour recharger une batterie, il lui faut une charge de courant continu, que l'on fait passer dans le sens contraire à celui de la décharge. Il faut donc redresser le courant

de l'alternateur pour la batterie, les aller et retour des électrons doivent cesser, ils doivent tous défilier dans le même sens.

### Définition de l'induction électromagnétique

Le mouvement de ces particules, baptisées électrons, est provoqué par la variation d'un champ magnétique. En faisant bouger rapidement un vulgaire aimant, les électrons d'un corps conducteur à proximité (un bobinage de fil de cuivre placé judicieusement) vont répondre à cet appel invisible et se mettre à bouger. C'est ce qu'ils font dans un alternateur en rotation. N'oublions pas qu'un champ magnétique est orienté. Qui n'a jamais joué avec deux aimants,



*Création de l'induction électromagnétique dans l'alternateur.*

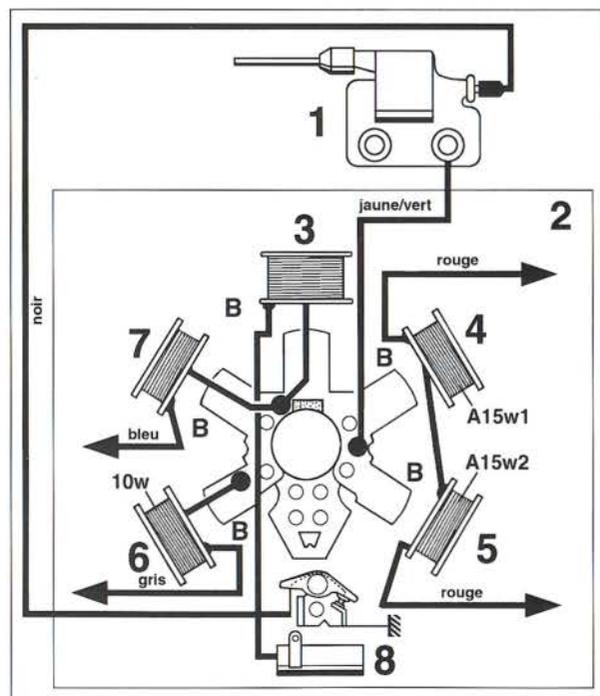
*Le rotor est une succession d'aimants qui, en rotation, créent un courant alternatif dans les bobinages fixes (stator). Entre position "a" et "b", en 1/6<sup>e</sup> de tour, la polarité des champs magnétiques s'est complètement inversée.*

les faisant se repousser ou s'attirer selon leur polarité ? Quand les aimants du rotor défilent devant le ou les bobinages du stator, les polarités nord-sud des champs successifs s'inversent sans cesse. Ainsi est créée une variation maximum de flux magnétique et c'est justement ce phénomène qui provoque inévitablement les inversions perpétuelles du courant ainsi "induit". L'amplitude de flux magnétique changeant de sens, les électrons aussi. Le courant électrique induit est alternatif. D'autre part, plus la rotation est rapide, plus les variations le sont et donc plus fort est le courant induit. Il ne faut pas qu'il le devienne trop pour ne pas griller les équipements électriques de la moto, on doit donc régler la tension de notre alternateur,

Nous avons décrit le rôle de nos trois éléments indispensables : alternateur, redresseur, régulateur.

## Le volant magnétique

Du plus simple au plus compliqué, voici la description des trois familles d'alternateurs que l'on rencontre sur les motos. Le volant magnétique est de la famille, il est différencié, car, bien qu'ap-



*Volant magnétique avec bobines séparées en étoile*  
1 - Bobine haute tension extérieure.

2 - Volant magnétique en étoile. 3 - Bobine d'allumage.

4 - Bobine clignotants. 5 - Bobine clignotants.

6 - Bobine avertisseur et stop. 7 - Bobine d'éclairage.

8 - Rupteur - condensateur.

paremment plus simple que les autres alternateurs, ses fonctions sont multiples. Celle d'un alternateur est unique, tous les bobinages sont couplés entre eux pour fournir du courant alternatif, lequel sera redressé et régulé pour être utilisé. Les bobinages d'un volant magnétique sont utilisés indépendamment les uns des autres. Une bobine sert à l'allumage, une autre à l'éclairage pour les modèles les plus simples (exemple cyclo-moteur et quelques 125 cm<sup>3</sup> utilitaires). Dès que la batterie apparaît, un bobinage est ajouté pour assurer sa recharge par l'intermédiaire d'un redresseur. D'autres bobinages peuvent être présents pour les fonctions complémentaires (ex : clignotants, klaxon) afin de préserver la puissance d'éclairage. Lorsque les bobines sont en nombre, elles sont montées en étoile face au rotor, construisant l'ensemble.

## Volant magnétique monophasé et alternateur triphasé

Sur un simple volant, un bobinage fournit du courant alternatif pour la lumière. On perçoit facilement la modulation de la puissance d'éclairage du phare quand le volant magnétique débite, moteur tournant au ralenti. L'installation d'une batterie impose de transformer ce courant alternatif en courant continu pour pouvoir la recharger. Il s'agit d'empêcher les électrons de retourner en arrière, ce qui produit un courant sous forme d'impulsion. Une seule "phase" du courant est redressée. Les alternateurs plus puissants ne peuvent pas se permettre de fonctionner ainsi, on s'en doute. Les bobinages vont être reliés entre eux en trois circuits distincts dont les phases sont décalées de 120°, triphasés donc. Pendant la rotation du volant, les impulsions vont donc se suivre à intervalles réguliers. Cela

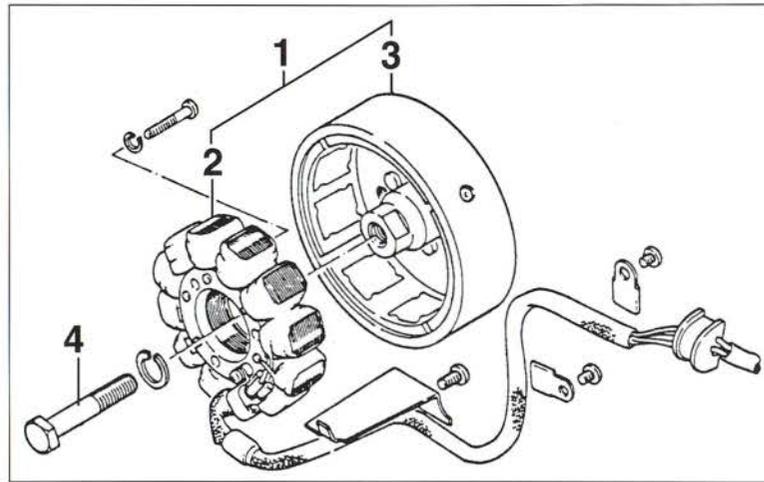
permet, une fois que l'on a redressé chacune d'elles, d'obtenir un courant continu régulier.

### Aimant permanent ou rotor à excitation

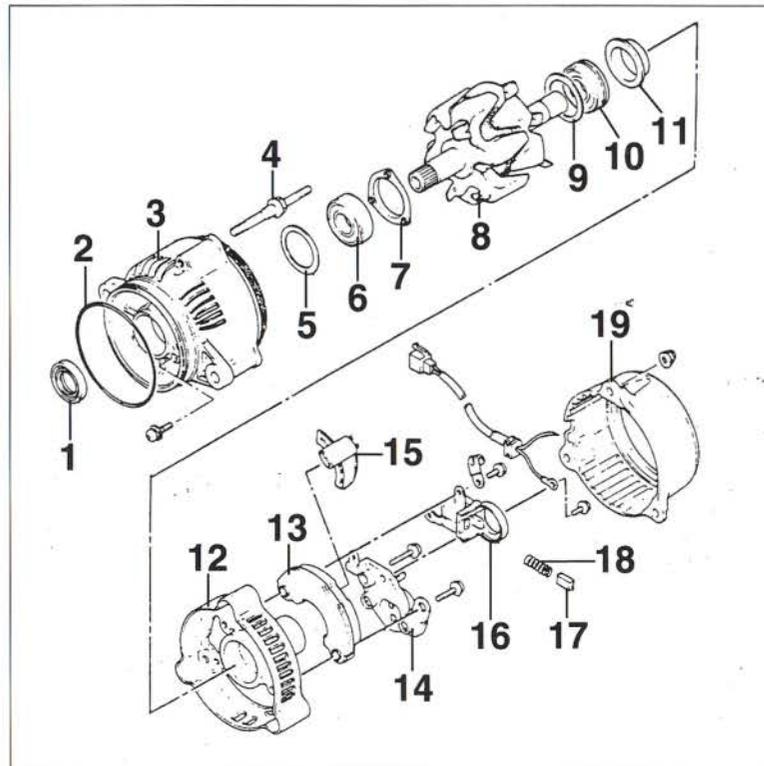
La puissance électrique fournie par un alternateur dont le rotor est un aimant permanent est un peu limitée. Pour l'augmenter, on a créé pour le rotor un champ magnétique plus puissant, sous la forme d'électro-aimants alimentés par la batterie. Un courant d'excitation est donc envoyé, que l'on peut moduler pour réduire ou augmenter la puissance selon les besoins. Là nous avons deux sous-familles. Pour l'une, le bobinage d'excitation est fixe, il magnétise les masses du rotor qui tournent autour de lui, les bobines créatrices d'électricité sont disposées à l'extérieur. L'autre solution, que l'on retrouve aussi sur les autos et qui donne l'alternateur le plus puissant, consiste à exciter un bobinage installé sur le rotor dont la forme est particulière ("en griffe"). Pour l'alimenter, des balais (ou "charbons") appuient sur des pistes circulaires reliées à chaque extrémité du bobinage.

### Redresser du courant monophasé

Redresser le courant alternatif est une nécessité pour la recharge de la batterie. Les diodes assurent ce rôle. La présence des petits schémas qui illustrent ce thème a dû dérouter plus d'un lecteur, pourtant l'électronique à ce niveau n'est vraiment pas complexe, presque un jeu. La diode est un composant électronique qui laisse passer le courant dans un sens mais pas dans l'autre. Si une diode est installée à la sortie d'un bobinage de volant magnétique, elle va jouer le



*Exemple d'alternateur avec rotor à aimantation permanente*  
 1 - Alternateur complet  
 2 - Stator  
 3 - Rotor  
 4 - Vis du rotor



*Type d'alternateur avec rotor à excitation et redresseur régulateur intégré.*  
 1 - Joint à livre  
 2 - Joint torique  
 3 - Carcasse avec enroulement induit (stator)  
 4 - Goujon  
 5 - Rondelle  
 6 - Roulement  
 7 - Tôle de maintien  
 8 - Rotor  
 9 - Rondelle  
 10 - Roulement  
 11 - Cache  
 12 - Partie intermédiaire de carcasse  
 13 - Redresseur  
 14 - Régulateur  
 15 - Porte-bornes du redresseur  
 16 - Porte-balais  
 17 - Balais  
 19 - Couvercle

rôle d'un sens interdit. D'ailleurs son symbole est explicite : une flèche et un mur. Les électrons dans le sens de la flèche passent, s'ils arrivent dans l'autre sens face au mur ils sont bloqués. Si on n'en met qu'une seule, on perd la moitié du mouvement des électrons. Alors un genre de tourniquet

"magique" est mis en place pour récupérer toute l'énergie des électrons. Leur va-et-vient va entrer dans un labyrinthe, comme un sens giratoire, pour n'en sortir que dans un seul sens. Les quatre diodes disposées ainsi forment un pont de diodes ou redresseur, ou encore cellule redresseuse.

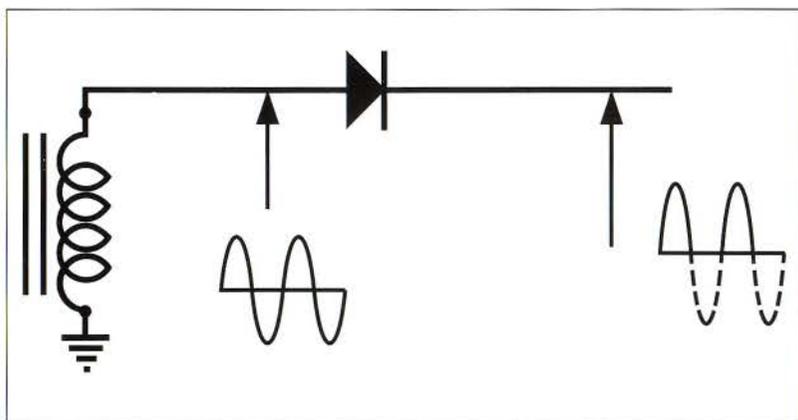
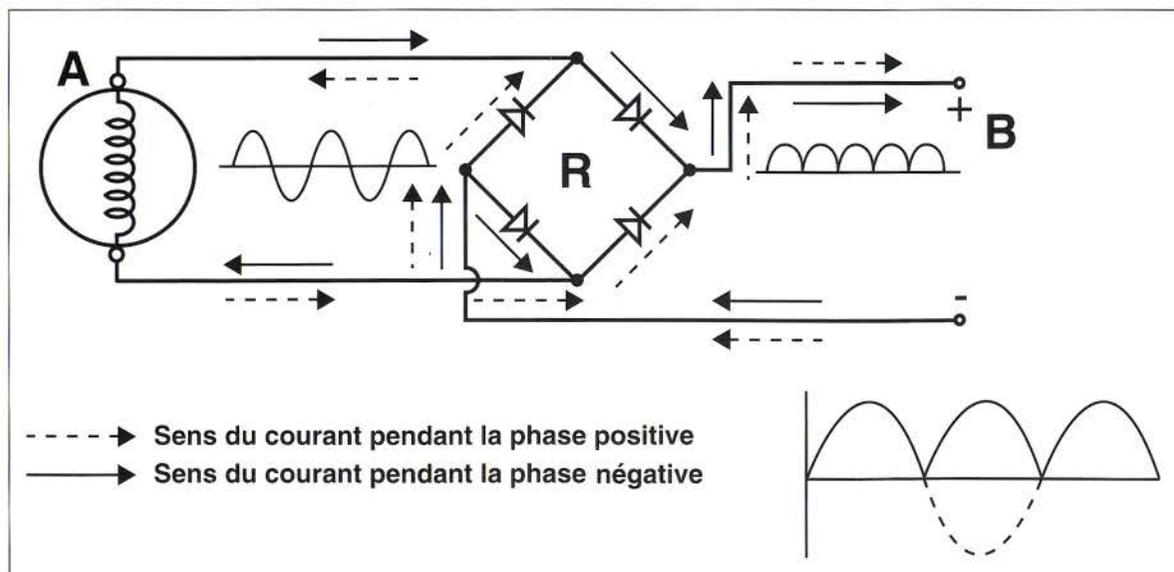
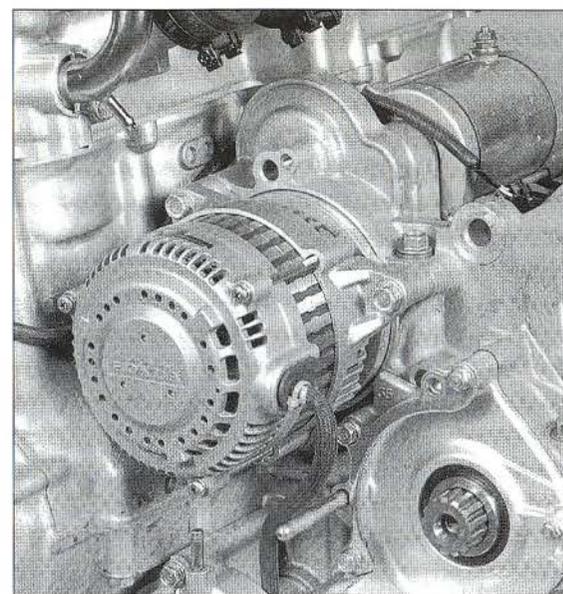


Schéma de principe d'une diode redresseuse.



Courant alternatif monophasé redressé.  
A = alternateur. B = batterie. R = redresseur.

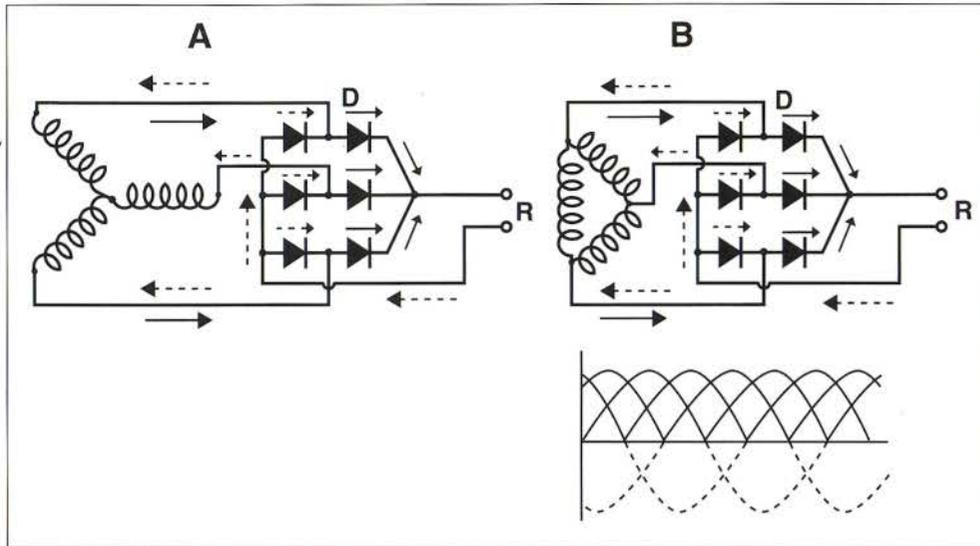


Le plus souvent en bout du vilebrequin, l'alternateur peut être situé à l'arrière du bloc-cylindres, comme sur le moteur Honda CBR 1000 F.

## Redresser du courant triphasé

Avec nos quatre diodes nous avons redressé du courant monophasé, il nous faut maintenant faire la même chose pour du triphasé. Remarquons que deux diodes sont couplées de chaque côté de la jonction avec une sortie de bobinage, orientées de façon à ne laisser passer le courant que dans le sens de recharge de la batterie. Il suffit donc de faire la même chose avec chacune des trois sorties de groupes de bobinages de l'alternateur triphasé, qu'ils soient raccordés en étoile ou en triangle. Et nous voilà avec six diodes, rien de bien compliqué.

Deux points à connaître sur les redresseurs : les diodes bloquent des électrons, elles subissent une



*Courant alternatif triphasé redressé.  
A = alternateur branché en étoile.  
B = alternateur branché en triangle.  
D = pont de diodes.  
R = sortie du courant redressé.*

énergie donc elles chauffent. Si elles chauffent trop, elles claquent. Elles sont donc intégrées à une platine favorisant la ventilation. Ensuite, si une diode reçoit un courant trop fort, elle le laisse passer mais perd ses capacités et laisse circuler dans les deux sens. Il faut réguler la puissance de l'alternateur pour éviter ça.

### Le régulateur de tension

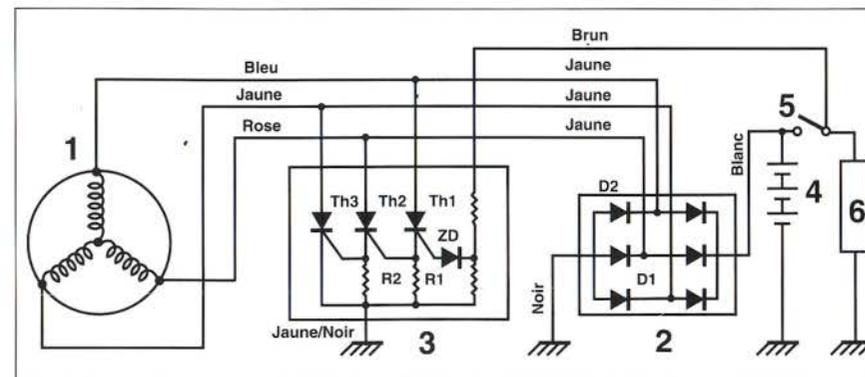
Chaînon indispensable au circuit de charge, le régulateur de tension est certainement l'élément qui cause le plus de souci quand il se met en grève-surprise. Réguler le courant électrique fourni par l'alternateur est une nécessité absolue, sinon la batterie trop rechargée en souffrirait, ainsi que les autres "consommateurs" électriques, par exemple les lampes claquent sous la surtension. Cette fois nous voilà dans l'électronique jusqu'au cou, les régulateurs électromagnétiques étant en voie de disparition pour les alternateurs disposant d'un bobinage d'excitation. Les régulateurs électroma-

gnétiques possèdent des électro-aimants pour réguler la tension, ceux-ci se déclenchant lorsqu'elle monte trop. Inconvénient : ils possèdent des contacts électriques qui s'usent et s'oxydent. La majorité des motos sont équipées d'alternateur à aimants permanents, l'électronique permet de réguler leur puissance. Il en résulte un gain de fiabilité, même si celle-ci n'a pas atteint la perfection, car aujourd'hui, les pannes ne sont, hélas, pas si

rares. Voyons un des principes de fonctionnement de ces régulateurs électroniques, attention, le principe seulement, laissons le reste aux électroniciens que nous ne sommes pas.

Rappelons que la simple diode sert à redresser le courant alternatif en courant continu. La particularité de la diode dite "Zener" est de ne laisser passer le courant qu'à partir d'une certaine tension précisément calibrée. Elle est donc disposée comme un itinéraire bis à la sortie du redresseur, de façon à délester la batterie lorsque la tension grimpe trop, un peu comme dans les embouteillages de la circulation automobile. Cette dérivation va aboutir au thyristor (ne pas confondre avec le transistor) qui est une diode, lui aussi, encore plus particulière. Comme sa sœur, il ne laisse pas passer le courant, mais possède un branchement de commande qui, lorsqu'il reçoit une impulsion électrique, ouvre la porte et permet le passage. Sur un alternateur triphasé, un thyristor est relié à chaque sortie de bobinage, les trois thyristors sont commandés par la diode Zener, et enverront le courant à la masse chaque fois que la tension dépassera le seuil fatal.

Les alternateurs à bobines d'excitation, plus puissants, ont un principe différent pour leur régu-



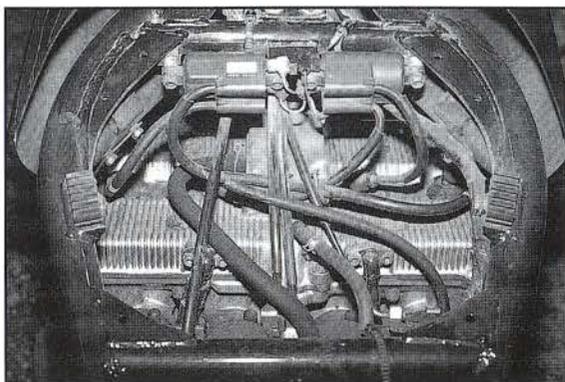
*Exemple de régulateur à 3 thyristors et une diode Zener. Sous la surtension, la diode Zener ZD envoie le courant à la base des thyristors Th 1, Th 2, Th 3 qui s'ouvrent et laissent fuir à la masse la surtension créée par l'alternateur.  
1 - Alternateur triphasé  
2 - Redresseur. 3 - Régulateur  
4 - Batterie. 5 - Contacteur  
6 - Consommateurs du circuit électrique*

lation. Il suffit d'agir sur le courant d'excitation : plus ou moins fort, il engendre un champ magnétique qui suit ces variations, et le courant induit dans les bobinages en dépend directement. Le régulateur électronique qui pilote cette excitation comporte lui aussi une diode Zener, et surtout des transistors, mais nous allons nous arrêter là dans sa description sous peine de maux de tête. D'autant que ces alternateurs, lorsqu'ils sont installés derrière les cylindres, comportent souvent tous leurs systèmes de redresseur et de régulation intégrés. Ces pièces ne sont pas toujours détaillées à la vente. Bref, quand une est hors service, le tout est perdu. On trouve les pièces détachées disponibles pour ce type d'alternateur plus facilement quand il est monté en bout de vilebrequin.

## Le circuit d'allumage

### La bobine haute tension

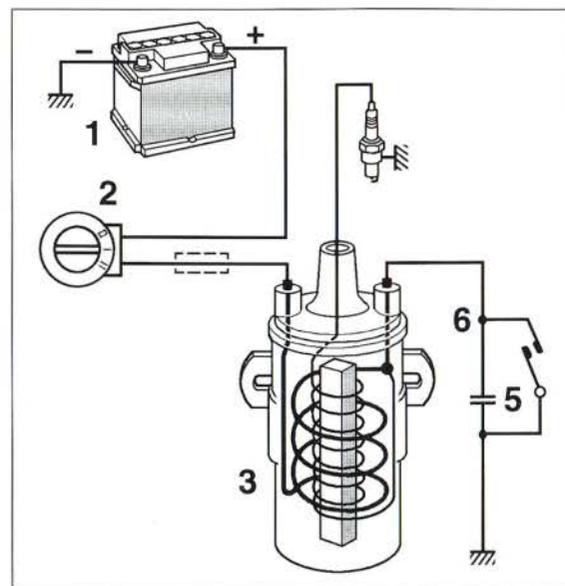
Le but du circuit d'allumage est de faire jaillir l'étincelle à la bougie à chaque fin de course du piston en compression. Pour que les électrons



*Emplacement traditionnel des bobines d'allumage et des fils haute tension.*

soient forcés de sauter plusieurs dixièmes de millimètres d'une électrode à l'autre dans une atmosphère comprimée afin d'y enflammer le mélange combustible, il faut qu'une tension énorme les y pousse. La bobine haute tension est un transformateur capable de fabriquer jusqu'à 30 000 volts à partir des 12 petits volts de la batterie. C'est fort, mais nous allons voir qu'il n'y a rien de magique là-dedans. La constitution d'une bobine haute tension est relativement simple, son principe de fonctionnement l'est un peu moins. Il repose sur l'auto-induction électromagnétique. Dans un électroaimant, le passage du courant dans le bobinage de fil autour du noyau de fer transforme celui-ci en aimant. Le déplacement des électrons engendre un champ magnétique, et l'inverse se produit aussi. Le déplacement d'un champ magnétique près d'un bobinage de fil oblige les électrons à se mouvoir. Précisons que c'est la variation de flux magnétique qui induit le courant électrique. C'est l'induction électromagnétique qui est exploitée dans un alternateur. L'énergie électrique créée est proportionnelle à l'importance de la variation de flux magnétique et au nombre de spires de fil conducteur.

Reprenons : un courant électrique dans un bobinage engendre un champ magnétique qui peut à nouveau créer un courant électrique. C'est l'auto-induction. Les deux bobinages qui se font face ont un nombre de spires radicalement différent. La ruse est là : la tension recueillie dans l'enroulement secondaire peut ainsi être beaucoup plus élevée que dans l'enroulement primaire. Mais n'oublions que c'est la VARIATION de flux qui induit le courant. Simple : à chaque fois que l'on établit puis coupe le courant dans le primaire, on fabrique et on détruit un champ magnétique, donc une variation de flux maximum. Reprenons notre bobine, remplissons-la avec du 12 V dans le primaire, puis coupons-lui l'alimentation (rôle du boîtier

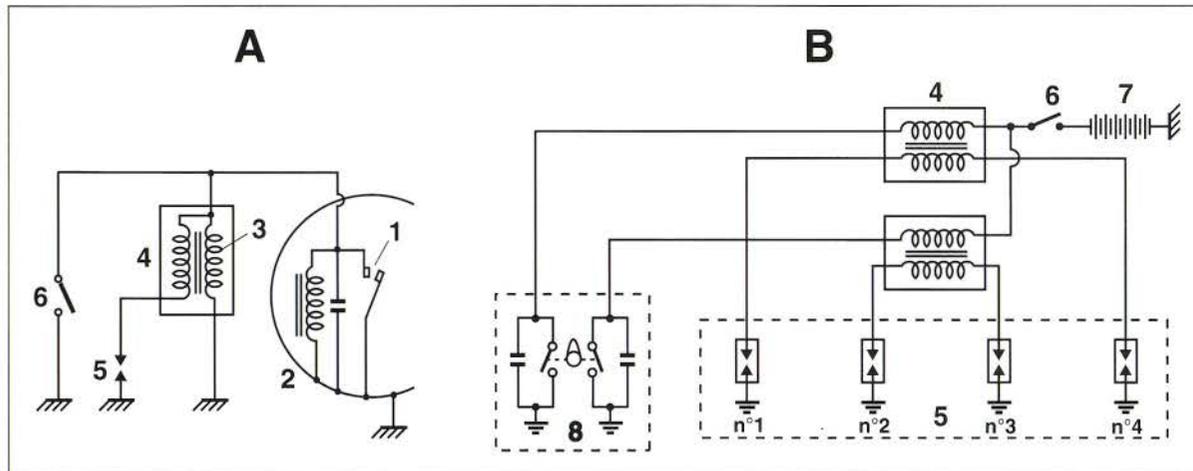


*Allumage batterie-bobine*

- 1 - Batterie. 2 - Contacteur. 3 - Bobine d'allumage.  
4 - Bougie. 5 - Condensateur. 6 - Rupteur

électronique ou du rupteur). La chute du champ magnétique induit un courant de haute tension (jusqu'à 30 000 V) dans le secondaire qui est raccordé à la bougie. Les électrons sont féroceusement excités et sautent entre ces deux électrodes formant un bel arc, baptisé un peu improprement étincelle, train d'étincelles est plus juste. Ne craignez pas cette haute tension, car son intensité est très faible, la puissance électrique restant la même. Elle donne une bonne châtaigne mais est bien incapable de vous brûler.

La particularité des bobines d'allumage des motos à 4 cylindres est de posséder deux sorties haute tension pour alimenter chacune une bougie. Quand l'enroulement primaire se décharge, il crée un arc dans la première bougie et simultanément un autre dans la deuxième par le retour du



A. Schéma d'un volant magnétique avec allumage par rupteur. À l'ouverture des contacts du rupteur (1), le bobinage d'allumage (2) du volant magnétique débite à travers le primaire (3) de la bobine haute tension, induisant un courant de plusieurs milliers de Volts dans le secondaire (4), ce qui se traduit par une étincelle à la bougie (5).

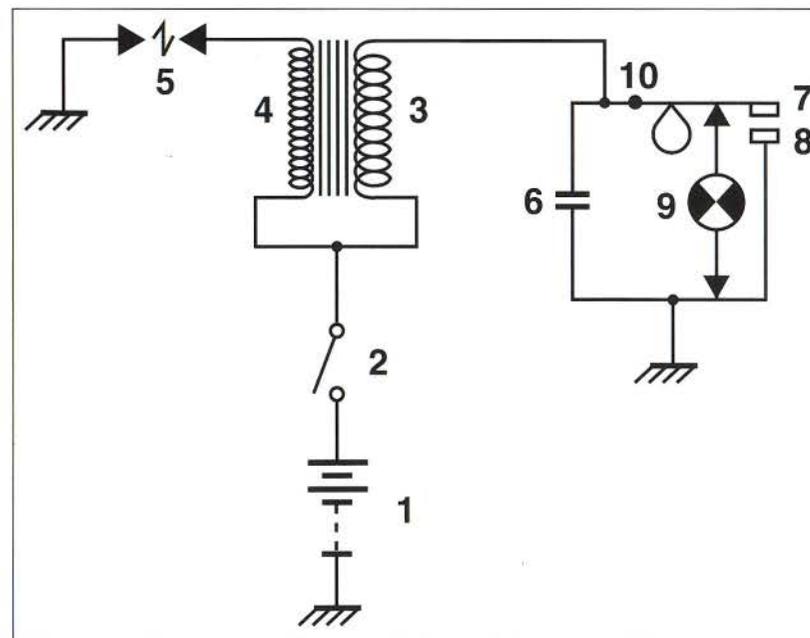
B. Schéma d'un allumage batterie-bobine à rupteur utilisé sur un moteur quatre cylindres en ligne. Pour chaque paire de cylindres (1-4 et 2-3), on n'utilise qu'un seul rupteur et une seule bobine d'allumage.

n° 1 à n° 4 = cylindres.  
6 = contact. 7 = batterie. 8 = plateau d'allumage.

courant par la masse de la culasse, le fil haute tension retournant à la bobine. Nous avons décrit là un allumage batterie-bobine, mais le principe du volant magnétique est le même, on utilise simplement l'énergie électrique d'un bobinage du volant au lieu de celle de la batterie. Le primaire reçoit une décharge du volant, le secondaire le transforme en haute tension.

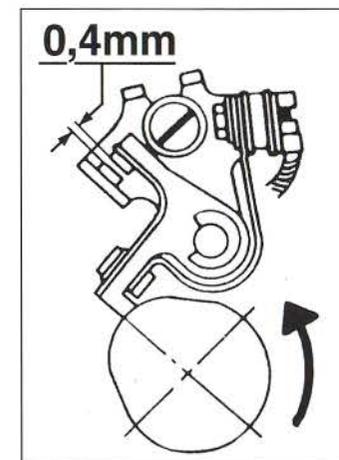
### L'allumage à rupteur

Les allumages électroniques ont fait disparaître sur les machines actuelles les classiques et maintenant anciens allumages à rupteur dits "vis platinées". Cependant, il circule encore un grand nombre de modèles pas si anciens que ça (exemple Yamaha XT 500) qui en sont équipés. Il s'agit de couper mécaniquement l'alimentation de l'enroulement primaire de la bobine haute tension. Cet enroulement reçoit à son entrée le "plus" en provenance de la batterie et sa sortie est reliée directement au rupteur, précisément au linguet mobile du rupteur, isolé de la masse. Le linguet fixe est monté



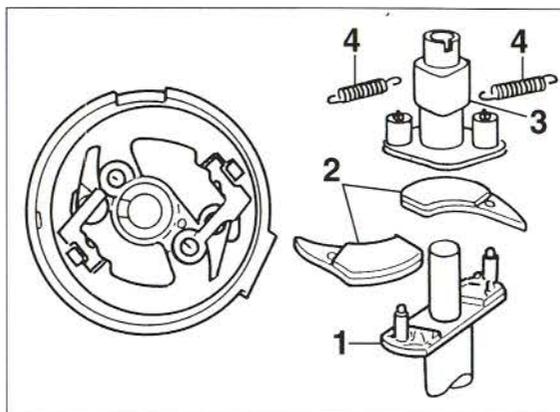
Allumage à rupteur

- 1 - Batterie. 2 - Contacteur. 3 - Enroulement primaire.  
4 - Enroulement secondaire. 5 - Bougie. 6 - Condensateur. 7 - Contact mobile.  
8 - Contact fixe. 9 - Lampe témoin. 10 - Articulation



Réglage du rupteur.

à la masse. Quand les deux faces du rupteur (vis dites "platinées") sont en contact, le courant passe. Entraînée par le vilebrequin, une came en tournant pousse sur le linguet mobile du rupteur, les contacts s'ouvrent, coupant ainsi le passage du courant dans la bobine d'allumage. C'est cette rupture qui déclenche la décharge haute tension à la bougie. Que ce soit en allumage batterie-bobine ou volant magnétique, même combat, c'est à l'instant précis où les contacts s'écartent que correspond le jaillissement de l'étincelle à la bougie. L'ouverture du rupteur est impérativement complétée par la présence d'un condensateur relié au linguet mobile. Pour schématiser, disons qu'il est là pour éviter le jaillissement destructeur de l'étincelle entre les contacts du rupteur. Le condensateur est un "emmagasineur" d'énergie, un peu comme une petite batterie, capable d'absorber, puis de se décharger instantanément. Branché entre la masse et le linguet, il absorbe l'énergie et évite la naissance d'un arc électrique entre les contacts. Dès que ceux-ci se referment, il se décharge.



1 - Pivot. 2 - Masselottes.  
3 - Came. 4 - Ressort de rappel.

L'ouverture du rupteur va se décaler au fur et à mesure que l'usure va faire son œuvre sur le patin du linguet mobile qui subit les frottements de la came. L'état de surface des vis platinées finit pas se creuser d'un côté et faire une petite "bosse" de l'autre à force de voir passer des électrons toujours dans le même sens, d'où la nécessité de refaire le réglage régulièrement. Rupteur à son ouverture maximum, une cale de 0,40 mm doit passer tout juste sans forcer entre les contacts.

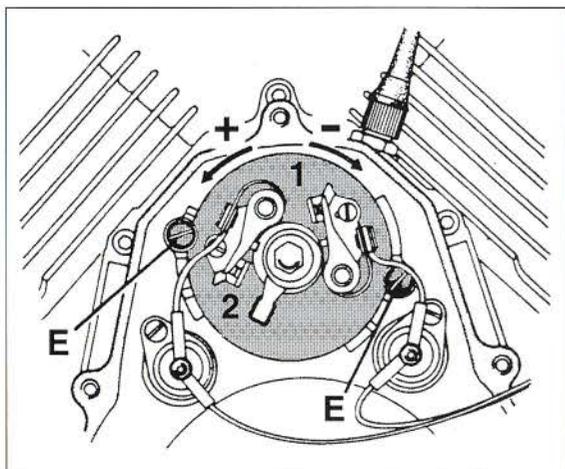
Cet écartement maxi n'est pas tout, ce qui importe surtout c'est le moment de l'ouverture grâce aux repères de calage. Sur la plupart des motos, à un trait fixe sur le carter moteur on doit faire correspondre le repère "F" sur la partie mobile (pour "fire", feu en anglais). À côté et avant ce repère F dans le sens de rotation du moteur se trouve un repère "T" (pour "top", sommet, c'est le point mort haut du piston), ne pas confondre. Lorsque le F passe devant le repère fixe, les contacts doivent s'ouvrir. Le contrôle peut s'effectuer à la lampe témoin qui

se branche entre le contact fixe et le linguet mobile qui lui est raccordé à la bobine et au condensateur.

## L'avance automatique à l'allumage

La fonction d'avance à l'allumage détermine le moment où l'on déclenche l'étincelle avant la fin de la course ascendante du piston. Une combustion progresse à une certaine vitesse, disons 40 m/s. Il faut déclencher le début de combustion suffisamment tôt pour que son maximum d'énergie repoussant le piston s'exerce au moment où celui-ci développe le meilleur bras de levier sur la bielle du vilebrequin. Du ralenti du moteur à la montée en régime, l'avance doit être augmentée, car le piston se déplace de plus en plus vite alors que la vitesse de combustion reste chimiquement identique. La came d'allumage est donc installée sur son arbre par l'intermédiaire d'un système de masselottes articulées et retenues par des ressorts. Avec la vitesse de rotation, la force centrifuge écarte les masselottes et décale l'angle d'attaque de la came, avançant ainsi le point d'allumage, qu'il soit à rupteur ou à capteur.

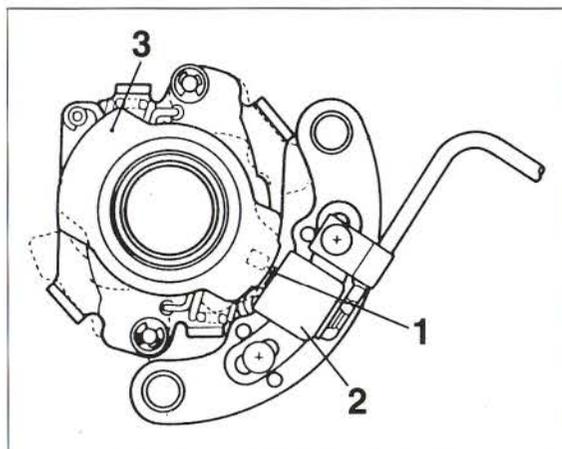
Les pannes classiques de ce dispositif sont : les ressorts détendus ou cassés, produisant trop d'avance dès que le moteur tourne (cliquetis) ; les articulations grippent à cause de l'oxydation, l'avance ne varie plus (moteur asthmatique, surchauffe). L'électronique a fait disparaître l'avance mécanique, des capteurs se chargent de recueillir les informations nécessaires. Ils envoient des impulsions qui sont décodées par le boîtier, ou plutôt le mini-ordinateur programmé, qui en fonction de la vitesse de rotation, ouverture des gaz, etc., va modifier en conséquence le point d'allumage.



Le point d'allumage provoqué par l'ouverture des rupteurs 1 et 2 est réglable par les vis E.

## Le capteur d'allumage électronique

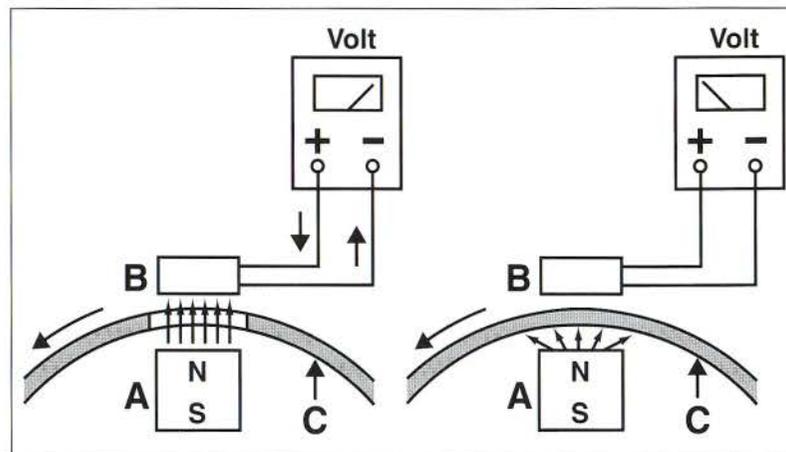
L'électronique a commencé par être utilisée pour augmenter la puissance de l'allumage en conservant le rupteur mécanique, puis celui-ci a disparu pour être remplacé par un capteur ne subissant plus ni frottement ni usure. Le rôle du capteur, comme celui du rupteur, est d'envoyer un signal précis au boîtier d'allumage.



1 - Aimant. 2 - Capteur. 3 - Rotor.

## Le capteur à impulsion magnétique

Le capteur le plus couramment utilisé en moto est basé sur la création d'une impulsion magnétique. Reprenant le principe de l'alternateur, celui-ci n'est autre qu'une petite bobine installée face à un rotor capable de provoquer une variation de flux magnétique. Lorsque le "doigt" du rotor passe devant lui, cette variation génère une impulsion électrique. Plus de frottement, plus d'usure, le réglage est à faire une fois pour toutes.



Sur la Kawasaki Z 1300 A3 utilisant un allumage à effet Hall, les capteurs d'allumage sont en forme de U, comportant d'un côté un électroaimant (A), et de l'autre un semi-conducteur à effet Hall (B). Lorsque l'une des fenêtres du rotor (C) démasque l'espace entre A et B, l'effet Hall peut se former (dessin de gauche). Il cesse dès que le rotor masque l'espace (dessin de droite).

## Le capteur à effet Hall

Couramment utilisé en automobile, plus rare en moto, le capteur à effet Hall repose sur le même principe de l'utilisation de l'impulsion magnétique. La cellule de Hall est un semi-conducteur placé devant un champ magnétique fixe créé par un petit électro-aimant. Entre lui et la cellule Hall passe le rotor qui masque le champ magnétique, sauf la petite fenêtre qui est aménagée dans ce rotor. Au passage de la partie découpée, la tension de Hall créée déclenche l'allumage électronique.

## Le capteur optique

Ce déclencheur n'utilise pas la variation d'un champ magnétique mais celle d'une source lumineuse éclairant une cellule photo électrique ou "photodiode". Reprenant le même principe que le rotor du capteur à effet Hall, la fenêtre démasque la lumière qui agit sur la photodiode. Celle-ci envoie l'ordre au boîtier d'allumage.

## Allumage à décharge de condensateur CDI

L'électronique permet d'augmenter de plus du double la haute tension de la bobine, jusqu'à 30 000 V, favorisant bonne combustion, performances et réduisant la pollution. Le premier allumage électronique de moto de série était à décharge de condensateur sur les légendaires Kawasaki 500 H1, il y a plus d'un quart de siècle. Ce principe d'allumage est bien présent aujourd'hui puisqu'il équipe toutes les motos qui utilisent directement l'énergie de l'alternateur pour l'allumage, sans passer par la batterie (sauf quelques exceptions). Cela concerne par exemple presque tous les trails du marché. Ce type de boîtier, baptisé CDI, pour Condenser Discharge Ignition (décharge de condensateur), reprend toujours le même schéma de principe. Un condensateur, préalablement alimenté par un bobinage de l'alternateur, va se décharger dans la bobine H.T.

Sans faire un cours d'électronique, précisons simplement les fonctions de base des composants

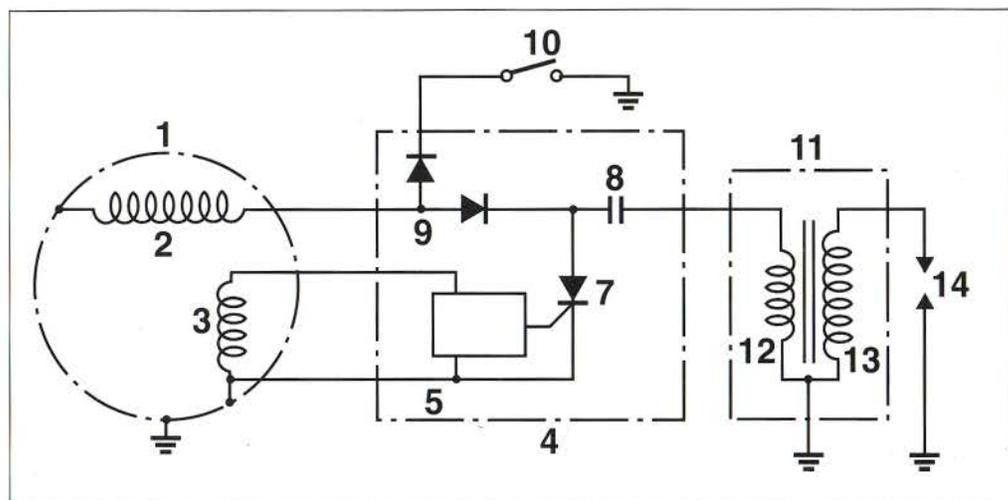
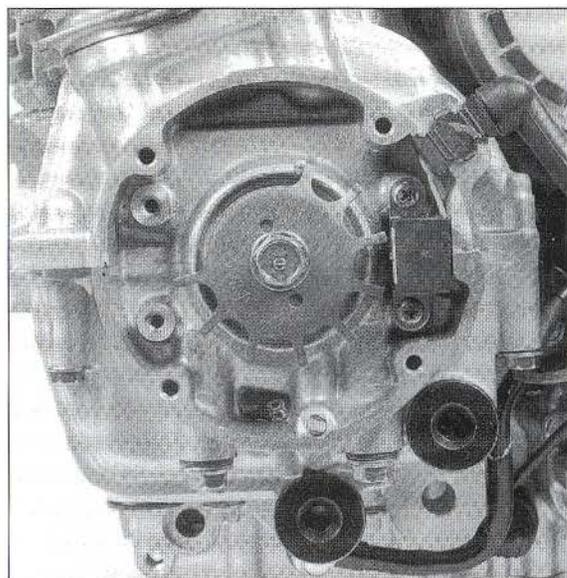


Schéma de principe d'un allumage électronique par décharge de condensateur (CDI).

1 - Volant magnétique. 2 - Bobinage de charge du condensateur d'allumage. 3 - Capteur. 4 - Boîtier CDI. 5 - Circuit du boîtier commandant le déblocage du thyristor. 7 - Thyristor. 8 - Condensateur d'allumage. 9 - Diodes. 10 - Contacteur à clé. 11 - Bobine d'allumage haute tension. 12 - Enroulement primaire. 13 - Enroulement secondaire. 14 - Bougie.

Première phase : le courant de l'alternateur 2 est redressé par la diode 9 permettant ainsi la charge du condensateur 8.

Deuxième phase : l'impulsion générée par le capteur 3 ouvre le thyristor 7 et permet la décharge du condensateur 8 dans l'enroulement primaire 12 de la bobine haute tension 11 (par la masse), l'enroulement secondaire 13 fabrique une décharge haute tension qui n'est autre que l'étincelle à la bougie 14.



Exemple d'un allumeur en bout du vilebrequin avec son capteur électro-magnétique et son rotor à multi-picots propre au système d'allumage électronique Digital.

qui nous intéressent. Les semi-conducteurs portent bien leur nom puisqu'ils ne conduisent le courant que sous certaines conditions. La diode laisse passer les électrons dans un sens mais pas dans l'autre. Son symbole est éloquent puisque d'un côté on a une flèche, de l'autre un mur : suivez la flèche ! Le thyristor est une diode commandée : le courant ne passe que si une impulsion électrique sur sa "gâchette" lui ouvre la porte. La diode est donc installée entre la bobine d'alternateur (qui fournit du courant alternatif, comme son nom l'indique) et le condensateur. Elle va permettre la charge du condensateur en empêchant les électrons de s'enfuir dans l'autre sens. C'est le thyristor qui va autoriser les électrons à filer dans la bobine haute tension, dès qu'il reçoit une impulsion créée par le capteur magnétique. Ce qu'il faut bien saisir, c'est le chemin qu'emprunte les électrons : par la masse, c'est-à-dire le métal du moteur et du cadre. Le principe n'est pas si compliqué.

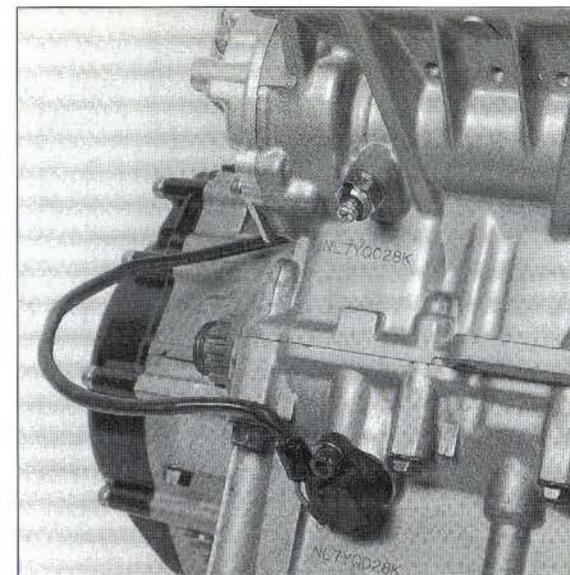
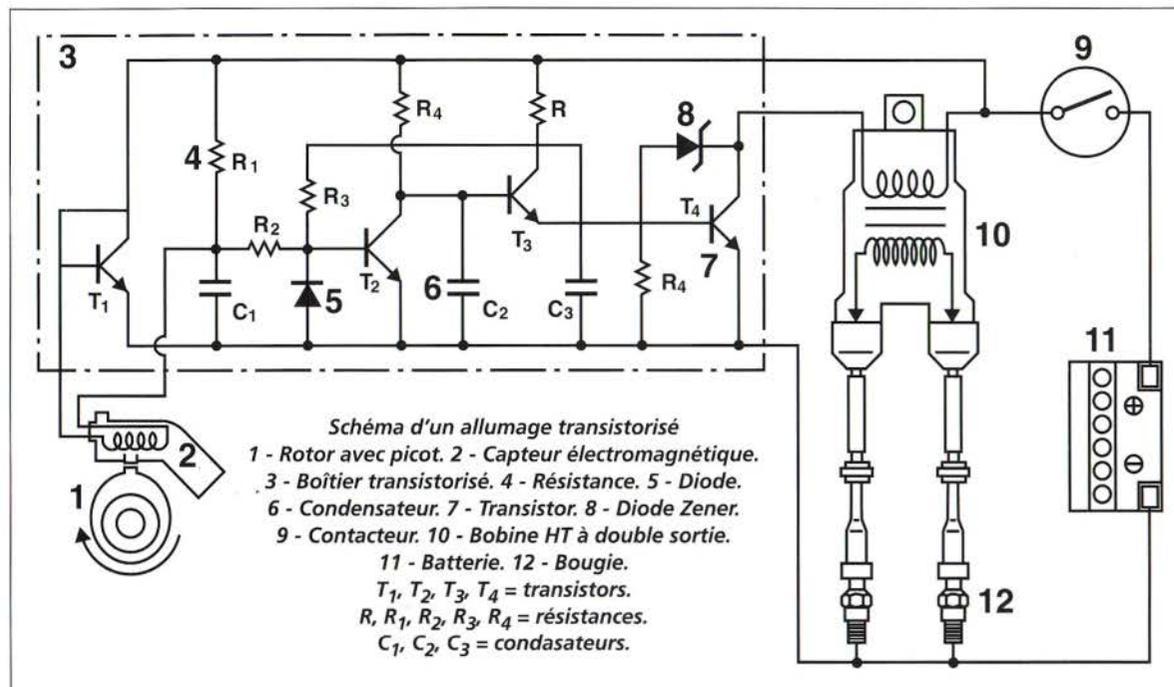
Ne confondez pas thyristor avec transistor, les bougres se ressemblent un peu. Il suffit

d'une impulsion au thyristor pour qu'il s'ouvre, il se referme après le passage du courant principal, alors que l'alimentation à la base du transistor doit être permanente pour qu'il fonctionne.

## Allumage TCI

Les allumages électroniques entièrement transistorisés, dits "TCI" pour Transistor Control Ignition, ont vécu plusieurs générations. La dernière est équipée d'un microprocesseur dont les puces sont en train de voler la vedette à leur grand frère le transistor.

Le transistor est tout petit et très efficace. Son arrivée a divisé la taille des appareils par 10, de façon spectaculaire sur les radios pour le grand public, si bien que le poste à transistor est devenu le transistor. Il peut amplifier le courant électrique, l'interrompre et le redresser éventuellement. Très solide, il ne consomme presque rien. La puce électronique est sa minuscule sœur

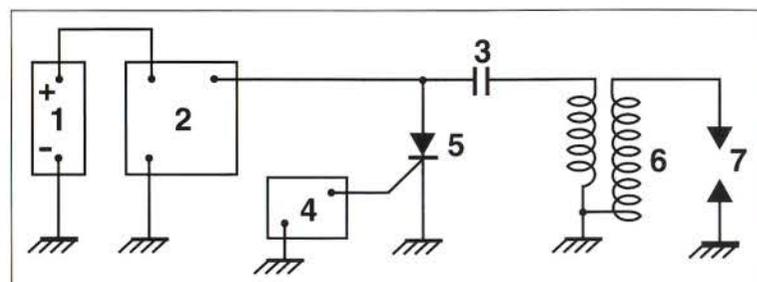


Sur les moteurs les plus récents (ici celui de la YZF-R1), un capteur en regard d'un pignon de boîte de vitesses envoie les signaux au compteur de vitesses et au boîtier d'allumage.

rette. Comme elle (et son faux frère, le thyristor), il possède trois branchements. Lorsqu'un courant électrique de faible intensité arrive à sa base, il laisse passer le courant de forte intensité entre émetteur et récepteur. Il existe en deux versions selon les besoins, base positive ou base négative. Dans le boîtier électronique, il est ins-

tallé en cascade avec ses frères pour jouer le rôle d'amplificateur. Expliquer en détail tout ce qu'il y a autour d'eux dans ce boîtier, relève d'un cours d'électronique et risque fort de vous gratifier d'une bonne migraine ou de vous faire sauter ces lignes. Vous pouvez vous référer au descriptif sommaire se trouvant sous le schéma ci-contre.

Retenez que c'est lui l'acteur principal dans l'allumage TCI, pour Transistor Control Ignition (qui utilise l'énergie de la batterie) et ne confondez plus avec le CDI, Condenser Discharge Ignition (décharge de condensateur) qui fonctionne sur l'alternatif. N'oublions pas une exception que l'on trouve par exemple chez Honda : le DC-CDI. Le "DC", c'est pour Direct Current (courant continu). Un transformateur du courant de batterie alimente un CDI "traditionnel" (exemple Transalp).



**Schéma de principe de l'allumage DC-CDI**

1 - Batterie  
 2 - Élément de transformation en moyenne tension (oscillateur, transformateur et redresseur)  
 3 - Condensateur d'allumage  
 4 - Capteur de déclenchement  
 5 - Thyristor  
 6 - Bobine d'allumage  
 7 - Bougie

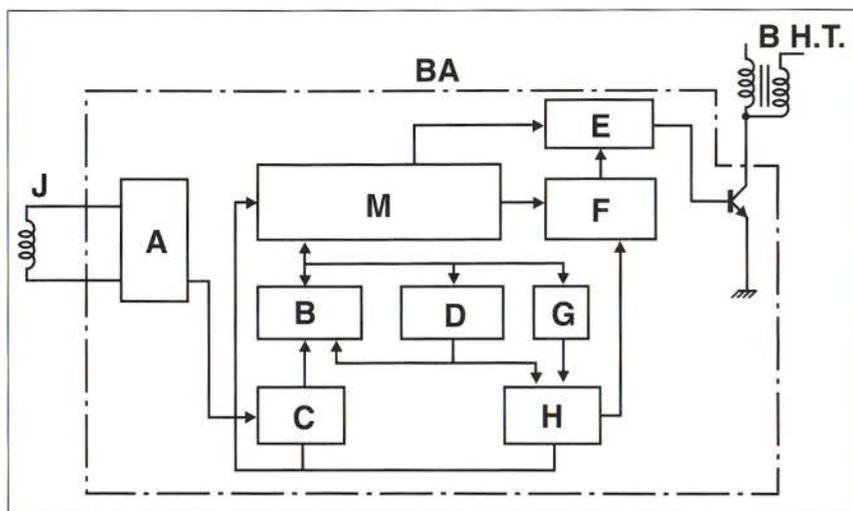


Schéma d'un allumage digital

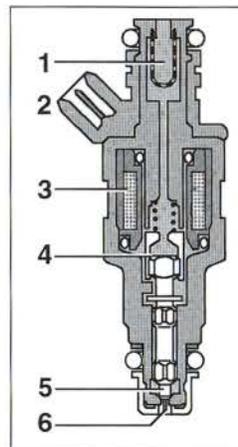
- A - Circuit de mise en forme des signaux du capteur
- B - Circuit de blocage
- C - Circuit d'écrêtage
- D - Circuit de l'horloge
- E - Circuit de puissance
- F - Circuit de bascule
- G - Compteur
- H - Circuit de comparaison
- J - Capteur
- M - Mémoire
- BA - Boîtier d'allumage
- B.H.T. - Bobine haute-tension

### Calculateur analogique, calculateur numérique

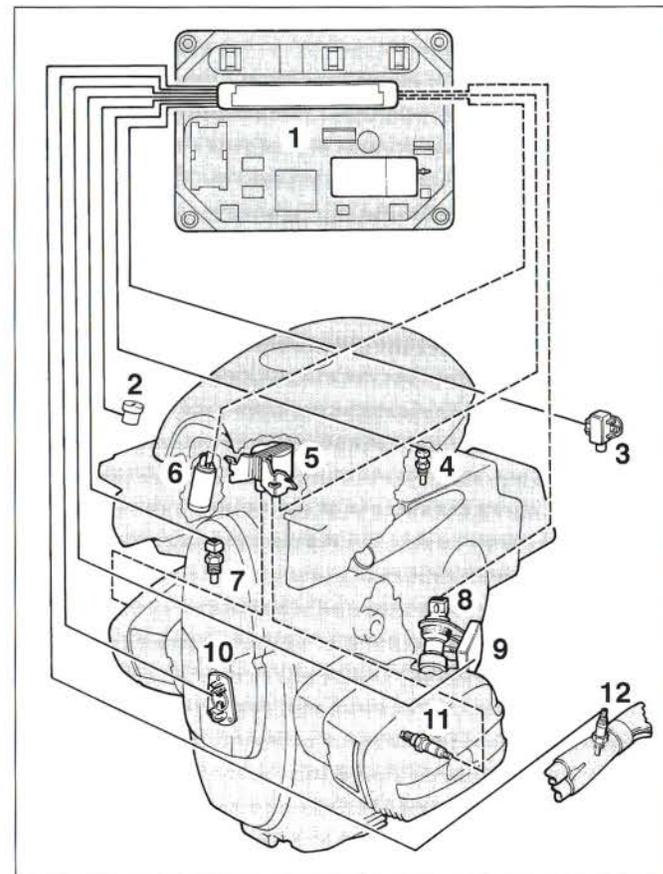
Transistor, puce, même combat : les allumages électroniques de dernière génération sont équipés d'un microprocesseur garni de puces qui sont en train de voler la vedette au transistor. Pensez donc, elles permettent, grâce au langage binaire et à leur programmation, de gérer intelligemment l'avance à l'allumage au mieux des intérêts du moteur. Les signaux informatiques n'utilisent que deux mots : oui-non. Le courant passe ou ne passe pas, c'est tout ou rien : off - on. Numériquement, c'est codé 1 ou 0, et cela permet de passer les informations voulues. C'est le langage des ordinateurs. À la vitesse de rotation du moteur s'ajoutent des capteurs de température, de dépression, de position d'ouverture des gaz, de cliquetis. Avec le calculateur analogique, la mémoire intégrée réagit directement aux informations qui lui sont fournies par les capteurs "en suivant le modèle", autrement dit la programmation fixe dont elle

est dotée. Le calculateur numérique prend en compte les valeurs des données, il travaille comme une calculatrice de poche et donne un résultat plus précis. La mémoire de ce petit ordinateur prend en compte des paramètres de plus en plus nombreux pour s'approcher d'une combustion idéale permettant d'augmenter la puissance, de réduire la consommation et la pollution. L'unité de traitement calcule en particulier l'avance à l'allumage grâce à son vibreur en céramique. Ce vibreur émet un signal vibratoire jusqu'à 4 millions de fois par seconde. C'est un

- Constitution d'un injecteur
- 1 - Filtre
  - 2 - Connexion électrique
  - 3 - Enroulement de l'électroaimant
  - 4 - Noyau
  - 5 - Aiguille
  - 6 - Téton d'injecteur



- Gestion moteur électronique digitale Motronic
- 1 - Boîtier de commande.
  - 2 - Contact principal à clé.
  - 3 - Potentiomètre CO (seulement sur modèles sans catalyseur).
  - 4 - Sonde NTC de température d'air.
  - 5 - Bobine d'allumage.
  - 6 - Pompe à essence.
  - 7 - Sonde NTC de température d'huile.
  - 8 - Injecteurs.
  - 9 - Capteur de position.
  - 10 - Capteur d'allumage à effet Hall.
  - 11 - Bougies d'allumage.
  - 12 - Sonde lambda (seulement sur version avec catalyseur)



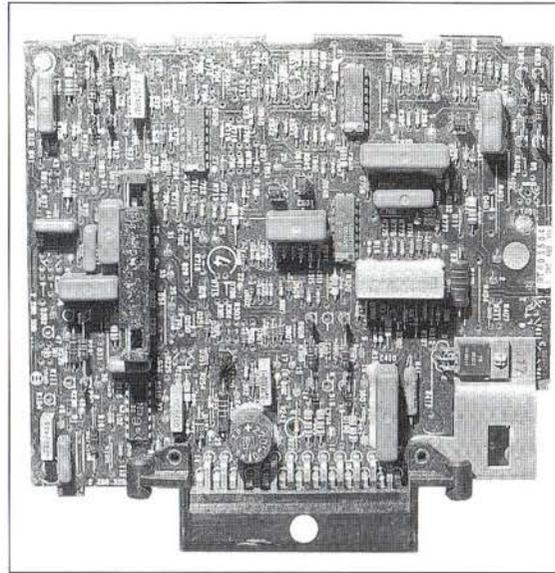
jeu d'enfant pour cette horloge à vibration constante de décrypter les signaux des capteurs du vilebrequin.

Le boîtier électronique est de robuste santé, mais craint trois choses. La première, pas fatale, l'empêche de fonctionner normalement : quand on ne lui donne pas assez d'énergie (une batterie qui n'a plus ses 12 V). La deuxième est mortelle : ce sont les vibrations engendrées par le mauvais état des fixations de son boîtier ou de ses Silentbloc. La troisième est la plus banale et la plus simple à éviter : les méfaits du nettoyeur haute pression capable de faire pénétrer l'eau aux endroits en principe étanches.

## L'injection électronique

L'injection électronique est une sophistication technique justifiée sur les motos. Son coût élevé la cantonne actuellement aux motos de hauts de gamme, risque-t-elle de supplanter un jour les carburateurs ?

Le carburateur est une véritable petite usine à gaz qui arrive plutôt bien à faire son travail, mais de façon imparfaite. Il ne peut avoir qu'un certain degré de précision dans les quantités d'essence qu'il mélange à l'air. Comme on le sait, un mélange trop pauvre est dangereux, et les mises au point sont donc plus riches par sécurité. C'est contraire à la lutte anti-pollution, car aujourd'hui on a tendance à appauvrir. Dans une combustion équilibrée, les atomes de carbone s'allient naturellement chacun avec deux atomes d'oxygène pour produire du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) non toxique, à condition bien sûr qu'il ne remplace pas trop l'oxygène vital. Dans

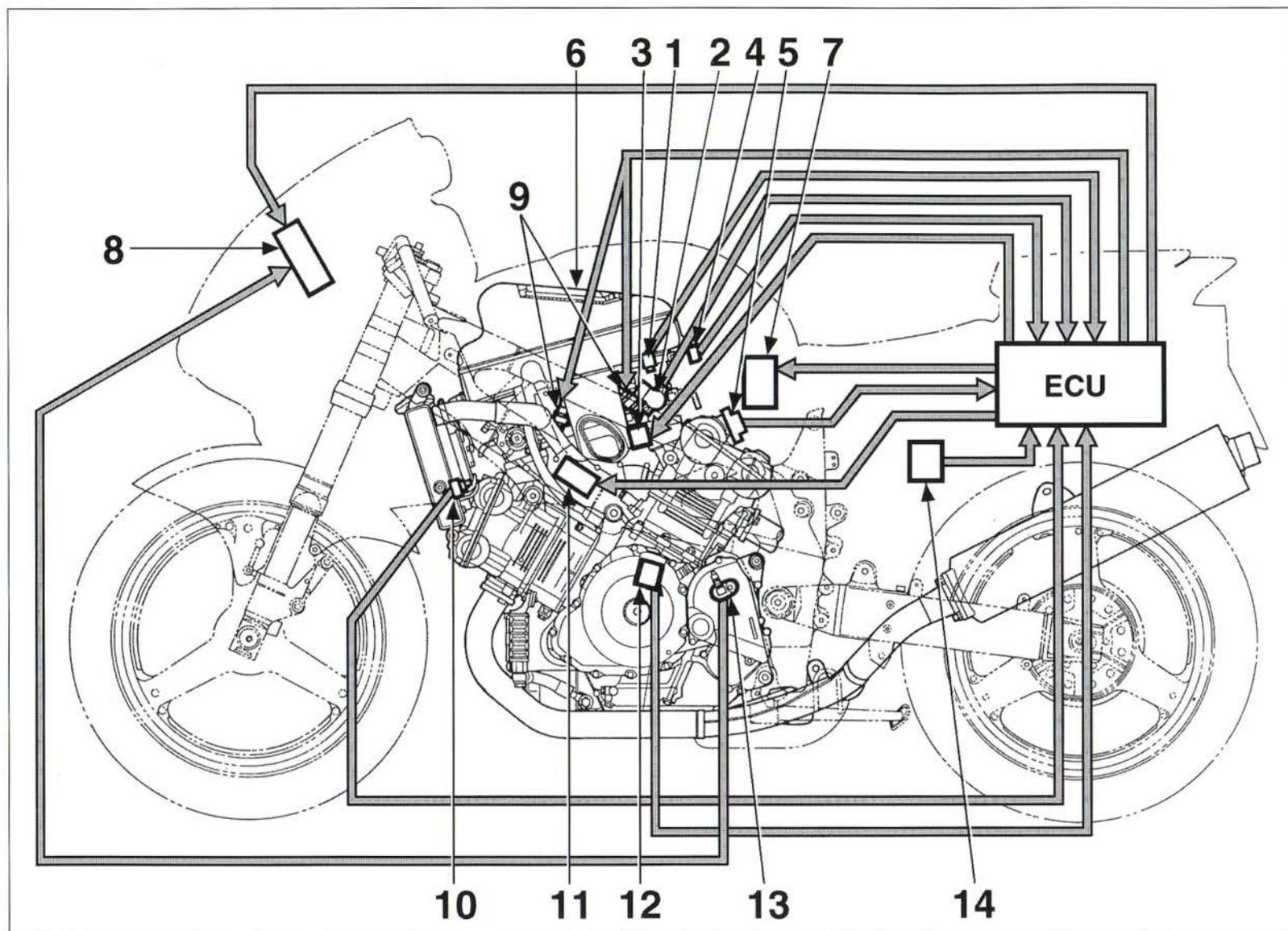


*Les composants électroniques du boîtier d'injection Bosch "LE Jectronic". Ne s'y aventurer qu'en cas d'extrême compétence.*

le moteur, à haute température et à haute pression, s'il y a trop de carbone et pas assez d'oxygène, les atomes vont s'allier un à un pour former l'oxyde de carbone (CO), un vrai poison qui a pour caractéristique quand on le respire de se fixer sur les globules rouges du sang à la place de l'oxygène. Résultat, l'empoisonnement arrive, entraînant la mort si l'intoxication est trop forte ou pas décelée à temps. Bref, moins on produit d'oxyde de carbone, mieux on se porte. Le problème est qu'en France circulent environ 24 millions de voitures particulières, d'où les normes anti-pollution à respecter. Question pollution, les USA et le Japon nous ont précédés de quelques longueurs et leurs normes sont plus

sévères que les nôtres, et pour l'instant la moto n'y est pas encore soumise dans l'hexagone, mais cela va arriver.

Le carburateur est un système mécanique un peu "passif", ses dispositifs internes se laissant "sucer" le carburant. Avec le principe d'injection, c'est une action extérieure commandée qui envoie la quantité nécessaire dans la veine d'air à l'admission. Le cerveau électronique à mémoire qui gère l'opération a été programmé pour faire le dosage en fonction des divers paramètres que les capteurs auxquels il est relié lui fournissent : température moteur, vitesse de rotation, ouverture du papillon des gaz, etc. L'injecteur en lui-même est assez simple : comme une petite vanne à commande électromagnétique, il laisse passer par impulsion précise l'essence envoyée par une pompe électrique. Chaque phase de fonctionnement du moteur a été disséquée au banc d'essai afin que le rythme et le temps d'ouverture des injecteurs soient aussi proches que possible du dosage idéal pour un rendement maximum accompagné d'une économie de carburant. L'implantation d'une sonde capable d'analyser les gaz d'échappement rejetés dans le pot fournit des indications au boîtier électronique, lequel modifie le dosage pour que le moderne pot catalytique ne soit pas surchargé donc incapable d'oxyder les rejets polluants (exemple Yamaha GTS 1000). Cette sophistication trouve toute son utilité dans la baisse de la consommation qui va de pair avec une baisse de la pollution. L'injection rend possible, entre autres, la coupure complète pendant la décélération : il n'y a plus que de l'air qui rentre rafraîchir le moteur. En dessous d'un certain régime la livraison reprend, afin de ne pas caler.



ECU = Engine control unit = Unité de contrôle du moteur

- 1 - Sonde de température d'air. 2 - Capteur de position de papillon de gaz. 3 - Solénoïde de valve d'entrée d'air.  
4 - Capteur de pression d'admission d'air. 5 - Capteur de position d'arbre à cames. 6 - Filtre à air. 7 - Pompe à essence. 8 - Compteur de vitesse. 9 - Injecteur.  
10 - Sonde de température d'eau. 11 - Bobine d'allumage. 12 - Capteur de position du vilebrequin. 13 - Capteur de vitesse. 14 - Capteur de pression atmosphérique.

## 2<sup>e</sup> PARTIE

---

# **RECHERCHE ET DIAGNOSTIC**

---

---

# 1. LES APPAREILS DE CONTRÔLE : MÉTHODES DE RECHERCHE D'UNE PANNE ÉLECTRIQUE

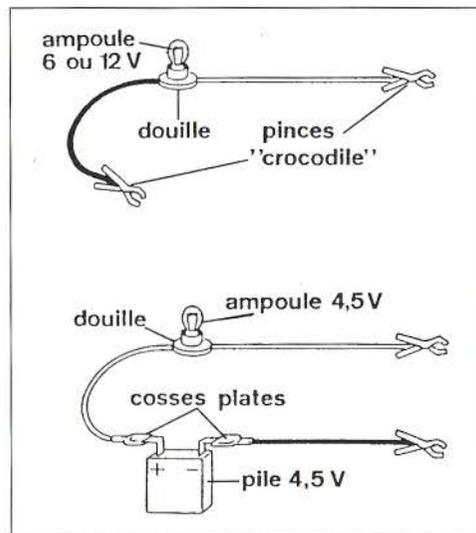
## Lampe témoin et shunt

La lampe témoin est votre alliée simple et indispensable pour une recherche de présence ou de coupure du passage du courant électrique. Cette lampe possède ses deux fils de raccordement à votre disposition, lesquels sont raccordés entre un "plus" et un "moins". Elle vous informera immédiatement par le jaillissement de la lumière née du passage du courant.

Prenons un exemple simple pour le manie- ment de la lampe témoin. Tout semble en ordre et cette lampe de feu arrière pourtant neuve refuse de s'allumer. Peut-être un fil est débranché, coupé ou une cosse dessertie, oxydée. Il faut chercher à faire jaillir la lumière en testant les contacts et les branchements avec l'indispensable lampe témoin.

L'achat direct est sans problème chez le premier sérieux marchand d'outillage automobile. Vous pouvez la fabriquer vous-même avec un vieux clignotant (qui finira sa carrière utilement) en lui greffant, à chaque extrémité de fil, deux petites pinces "crocodiles" faciles à trouver dans le commerce. Prenez donc deux pinces crocodiles de plus, que vous fixerez à chaque extrémité d'un fil d'un mètre de longueur. En langage d'électricien, c'est un "shunt" qui vous permettra d'alimenter en direct ou de raccorder provisoirement à la masse pour démasquer la coupure traîtresse. Si vous avez une machine capricieuse avec l'électricité, n'hésitez pas à conserver lampe témoin et

shunt en permanence dans la boîte à outils. De plus, en cas d'ennuis dans la pénombre vous pourrez vous éclairer sans problème. Rechercher une panne électrique c'est conserver les idées claires. Le plus simple est la lampe grillée. À l'œil nu vous voyez le filament cassé, c'est donc évident. Si vous ne voyez rien, ça n'est pas pour autant que la lampe est bonne : vous devez la tester. Tout le secret de la recherche de pannes électriques tient dans ce mot : tester ! Pour la lampe, directement sur les bornes de la batterie avec le shunt. Faites simplement attention à ne pas faire de faux mouvement (court-circuit).



*La lampe témoin avec sa propre pile et le shunt permet de vérifier le bon passage du courant, la coupure ou la bonne isolation.*

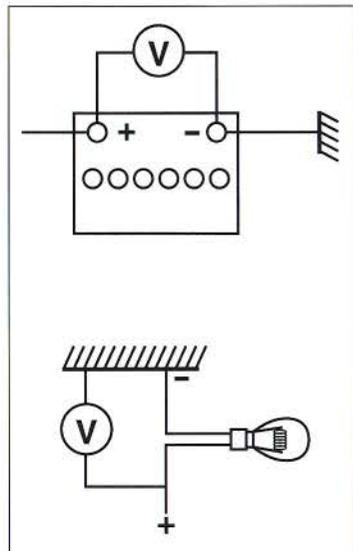
## Multimètre

Le multimètre ou contrôleur multifonctions n'est pas une affaire de spécialiste mais est bien à la portée de tout un chacun. La présence de cette instrumentation dans les rayons des grandes surfaces est là pour le prouver. La motivation est suffisante, et surtout la simple connaissance des valeurs électriques que l'on doit contrôler. Si les notions de tension, intensité, résistance se mélangent dans votre tête, retournez de suite réviser notre descriptif simple au début de cet ouvrage "caractéristique du courant". Les multimètres sont à affichage digital comme les calculatrices de poche. Comme elles, il suffit de se positionner sur le bon bouton pour connaître la valeur recherchée. Le choix du multimètre dépend de vos finances, allant de quelques centaines de francs à



*Deux types de multimètres de contrôle. Celui de gauche, à aiguilles, manque cruellement de précision pour mesurer de très faibles résistances. L'autre, à affichage digital, offre une meilleure lecture. Leur précision est toujours tributaire du prix.*

plus d'un millier selon son origine de fabrication et ses capacités de fonction. Un testeur Facom de qualité professionnelle, le 711, coûte 1 549 F en 1998. L'essentiel pour l'amateur est de l'acheter pour ses fonctions de base. Voici un bon minimum d'ordre idée pour un appareil : il est capable de contrôler la tension de 200 mV à 600 V, l'intensité de 200 mA à 10 A, la résistance de 0,1 ohm jusqu'à 2 000 kilo-ohms. Pour le maniement de l'appareil, les règles à retenir sont peu nombreuses. D'abord le testeur possède deux sondes pour les contrôles : une rouge à raccorder sur les alimentations "+" de la moto, une noire à raccorder sur les "-", donc les masses. Sur le corps de l'appareil lui-même, ces fiches sont à introduire dans l'échelle et la valeur des mesures à effectuer : V continu, V alternatif, ohm, kilo-ohm, A, mA. Simultanément vous sélectionnez et positionnez le bouton-cadran sur la même échelle. En premier lieu, faites l'effort de lire complètement le mode d'emploi de votre appareil, puis apprenez à le diriger par la pratique. Les tests qui suivent sont de bons exemples.

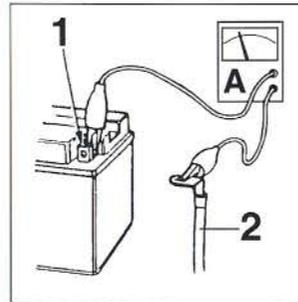


Deux exemples de branchement en parallèle d'un voltmètre :  
- aux bornes d'une batterie  
- entre l'alimentation d'une ampoule et la masse

V = volt

Premier test : la tension de la batterie. Testeur raccordé en parallèle et positionné sur V continu, vous mettez la fiche rouge sur le "+" de la batterie et la fiche noire sur le "-". Pour une batterie en état, vous lirez par exemple 12,6 V.

Deuxième test : l'intensité. Restons avec une batterie qui présente la fâcheuse maladie de se vider toute seule quand elle reste immobilisée quelques jours. Pour savoir si une fuite pirate de courant existe contact coupé, débranchez la cosse "-" de la batterie et intercalez entre 1 et 2 les fiches du testeur positionné sur A. Si 1 A s'affiche (par exemple) cela signifie qu'un appareillage ou un contact électrique défectueux pompe 12 W puisque  $P = U \times I$ . Si vous contrôlez ensuite sur mA, vous pouvez voir un petit chiffre s'afficher, révélant un mini-consommateur. N'oubliez cependant pas que la montre de bord et le boîtier d'alarme, quand la moto en est munie, consomme un tout petit peu.



Contrôle d'une éventuelle fuite de courant avec un ampèremètre branché entre pôle - (1) et le câble de masse (2).

A = ampère

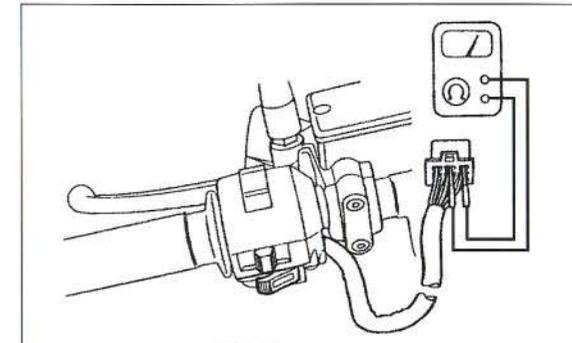
Troisième test : la résistance. C'est la manipulation que vous devez maîtriser et dont vous devez comprendre les effets pour régner sur les circuits et appareils électriques. Exemple : un contacteur de commande au guidon marche quand il veut bien, il est d'humeur changeante. Cela peut être le bouton de démarreur, d'appel de phare ou de klaxon. Prenons le klaxon. Identifiez sur le schéma élec-

trique de votre moto la couleur du fil faisant sonner le klaxon au commodo. Débranchez-le sucre de raccordement du commodo sur le faisceau. Très majoritairement, le klaxon est dirigé par une mise à la masse que le bouton réalise au guidon (pour klaxonner même contact coupé). Le fil de masse est noir ou blanc/noir. Positionnez le testeur sur ohm et raccordez ses fiches sur les deux branchements du sucre des deux fils concernés. Si le contact est bon, il n'y a pas de résistance ou très peu, juste celle du fil conducteur. Si la résistance est importante ou varie très irrégulièrement selon la façon dont vous appuyez sur le bouton, cela signifie que l'oxydation des contacts métalliques, mauvaise conductrice d'électricité, s'est installée. Elle crée une résistance qui fait chuter l'intensité du courant ( $U = R \times I$ ) et ne laisse plus assez d'intensité pour déclencher le klaxon.

Gardez en mémoire les principes :

Résistance d'un bon conducteur : nulle ou très faible.

Fil coupé, débranché, contacts oxydés ou cassés : résistance énorme, jusqu'à plusieurs kilo-ohms ou "infini" affiché au multimètre.



En cas de mauvais contact à l'intérieur d'un commodo, l'ohmmètre permet de vérifier l'état des contacts à partir du connecteur du faisceau.

## 2. INVENTAIRE DES PANNES AVEC SYMPTÔMES : CAUSES POSSIBLES - REMÈDES

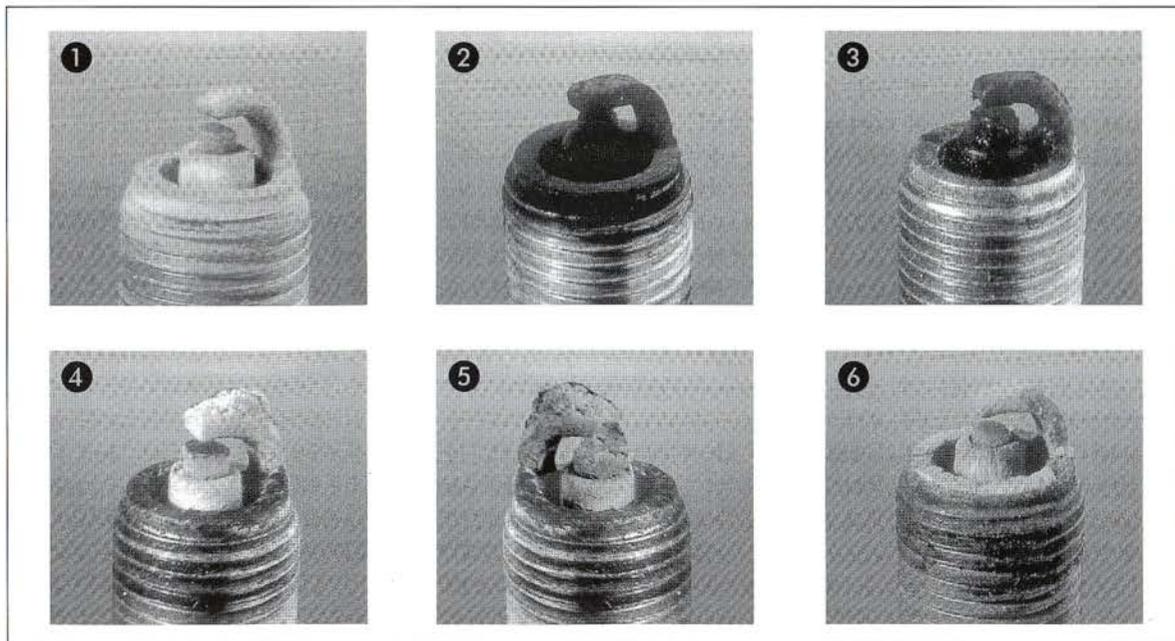
### Allumage (bougie, antiparasite, fil et bobine haute tension, capteur, boîtier électronique)

#### Bougie, antiparasite

La panne d'allumage peut avoir comme origine des problèmes simples jusqu'à compliqués à découvrir. Commencez par vérifier la présence de l'étincelle à la bougie. Pour cette opération, la bougie démontée, capuchonnée par son antiparasite raccordé au fil haute tension, est mise à la masse métallique du moteur. Méfiez-vous ne pas toucher de vos mains simultanément le corps de la bougie avec la masse de la moto, la haute tension vous gratifie d'une belle secousse désagréable. En l'absence d'étincelle, la bougie, ou son capuchon antiparasite, peut être hors service. Vous pouvez tester l'antiparasite à l'ohmmètre pour vérifier sa résistance. Exemple : un antiparasite de Yamaha TDM 850 doit faire 10 kg-ohms. Sinon, continuez en enlevant ce dernier et testez de nouveau. Si la bougie ne produit pas d'étincelle, faites jaillir l'arc électrique sans bougie ni antiparasite entre le fil haute tension et le moteur pour vérifier que ce n'est pas l'allumage lui-même qui est en panne. Ecartez le fil de la masse pour allonger l'étincelle qui doit pouvoir faire sans problème 1 cm de long. Si elle ne peut pas faire plus de 0,5 cm, il faut chercher en amont, bobine, capteur, boîtier.

La défaillance de la bougie n'est pas exceptionnelle. Sur un monocylindre, vous n'avez plus qu'à la remplacer par une neuve. Sur un multicylindre, vous pouvez repérer l'élément défaillant en le changeant de cylindre, la panne suivra le mouvement. Vous pouvez vérifier quel est le cylindre qui ne donne pas en sondant la température des sorties d'échappement, en faisant attention à ne pas vous brûler. Respectez toujours la référence constructeur pour la bougie que vous installez. Les bougies d'allumage électronique

peuvent avoir un indice thermique semblable à celles d'un allumage à rupteur, sauf qu'elles ont une résistance interne différente prévue pour la haute tension plus importante. Chez NGK par exemple, une B8ES est pour rupteur, une BR8ES pour allumage électronique, le R en est le symbole. De même, en allumage électronique, ne remplacez pas l'antiparasite, craquelé ou plus étanche, par n'importe quel capuchon étanche, son absence de résistance interne peut provoquer des troubles au boîtier électronique.



Aspects de la bougie d'allumage

- 1 - Aspect normal. 2 - Dépôt de suie. 3 - Dépôt huileux. 4 - Formation de cendres.  
5 - Soudure des électrodes. 6 - Forte usure de l'électrode de masse.

## Fils de la bobine haute tension

En l'absence d'étincelle, recherchez si le fil haute tension ou un des deux fils d'alimentation de bobine n'est pas débranché ou coupé. Inspectez le fil haute tension qui peut avoir été usé par un mauvais passage près du moteur, supprimant son isolation et entraînant une fuite d'étincelle à la masse. Vieillissant, il peut être craquelé et poreux avec le même effet. Les deux petits fils de bobines sont rarement malades, mais vérifiez l'état de leur cosse. Un démontage-remontage précédent peut avoir été fait approximativement.

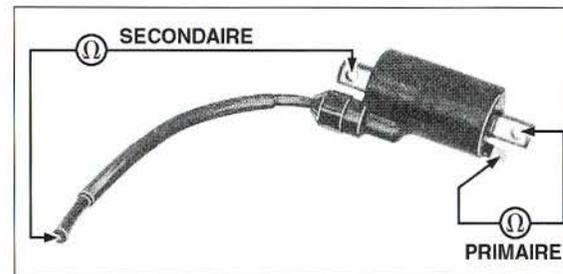
## Bobine haute tension

Le contrôle rigoureux des enroulements internes primaire et secondaire s'effectue à l'aide d'un multimètre positionné en ohmmètre. Sans multimètre, vous pouvez faire un contrôle à l'aide d'une simple lampe témoin, cela vous donne des renseignements. La lampe témoin, le shunt et la batterie ou une simple pile vous indiquent si le courant passe dans ces enroulements. Branchez une fiche de la lampe témoin et une fiche du shunt aux bornes de la batterie, puis raccordez leurs deux autres fiches successivement. Pour l'enroulement primaire, c'est sur les deux petites alimentations. Pour l'enroulement secondaire, c'est entre la petite alimentation "+" de la batterie et la sortie du fil haute tension. Pour les bobines à doubles sorties haute tension, c'est entre elles deux. Si la lampe reste complètement éteinte, un fil est coupé à l'intérieur, la bobine est morte.

Avec un ohmmètre, faites les mêmes branchements des fiches sur le primaire et le secondaire de la bobine, sans batterie puisqu'il s'agit de mesurer la résistance électrique de ces enroule-

ments. Le constructeur précise toujours la résistance de ces enroulements, par exemple pour une Kawasaki 1000 RX, la valeur est de 1,8 à 2,8 ohms entre les petites cosses et de 10 à 16 kilo-ohms entre les fils haute tension (sans antiparasite). Si l'appareil vous indique une résistance infinie, c'est que le circuit est coupé.

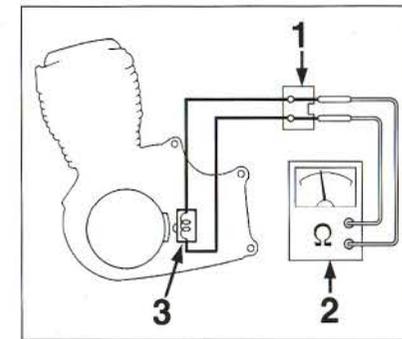
Ces contrôles sont identiques en allumage électronique ou à rupteur.



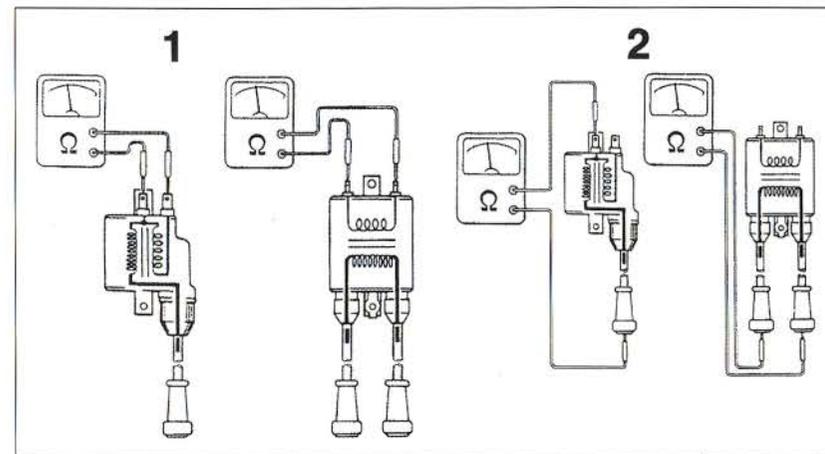
*Les enroulements primaire et secondaire se contrôlent à l'ohmmètre de cette façon sur une bobine à simple sortie haute tension. Sur une bobine à double sortie, le contrôle de l'enroulement secondaire s'effectue entre les deux fils haute tension.*

## Capteur d'allumage électronique

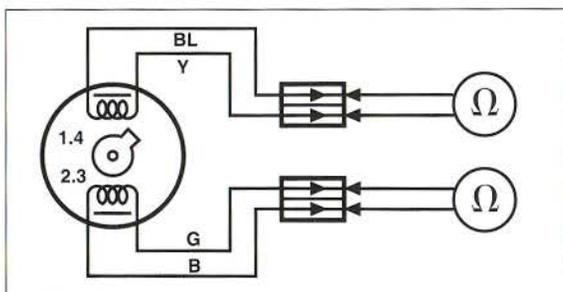
Commencez par repérer sur la revue technique où se trouve le capteur ou les capteurs qui génèrent les impulsions électriques au boîtier électronique. Il peut être en bout de vilebrequin ou d'arbre à cames. Suivant la même méthode que pour la bobine, vous pouvez tester à la lampe témoin et shunt si le courant passe entre ses deux fils de raccordement. Le contrôle à l'ohmmètre est, là encore, rigoureux. Toujours pour une Kawasaki 1000 RX, le résistance des enroulements



*Contrôle du capteur d'allumage à l'ohmmètre. La lecture de l'ohmmètre 2 raccordé au connecteur 1 du capteur 3 doit être proche de la valeur indiquée par le constructeur.*



*1 - Contrôle de l'enroulement primaire sur une bobine à simple allumage à gauche, à double allumage à droite  
2 - Contrôle de l'enroulement secondaire sur une bobine à simple allumage à gauche, à double allumage à droite*



Qu'ils soient un ou deux, les capteurs d'allumage électronique se contrôlent de la même façon à l'ohmmètre pour révéler si leur résistance correspond bien aux données constructeurs.

des capteurs est de 360 à 440 ohms. Contrôlez aussi la bonne isolation du capteur en raccordant les fiches du multimètre entre le capteur et la masse : la résistance doit être infinie.

### Boîtier d'allumage électronique

Vérifiez l'état des tous les branchements et cosses du boîtier électronique avant d'aller plus loin. La difficulté des boîtiers électroniques, outre



Boîtier électronique TCI

La taille du boîtier électronique permet de le reconnaître à côté des autres relais, comme celui de la centrale d'ignition.

		Connexions fil (+) multimètre										
		n° bornes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Connexions fil (+) multimètre	1			D	D	D	D	D	D	D	D	∞
	2	D			D	D	D	D	D	D	D	∞
	3	C	C			B	B	B	B	B	B	∞
	4	∞	∞	∞								∞
	5	∞	∞	∞	∞							∞
	6	C	C	B	A	A			A	0	0	∞
	7	C	C	B	A	A	A			A	A	∞
	8	C	C	B	A	A	0	A			0	∞
	9	C	C	B	A	A	0	A	0			∞
	10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

Valeur (kohm)	
0	Zéro
A	0,3 - 4,2
B	6,6 - 21,4
C	25 - 75
D	125 - 375
∞	infini

n° bornes

Tableau des résistances internes du boîtier d'allumage. Exemple de la Kawasaki GPZ 1000 RX.

leurs coûts élevés, vient de leur relative complexité interne. De plus, ils ne sont pas démontables ni réparables. Défectueux, ils sont "simplement" à remplacer. Ils sont contrôlables dans le réseau constructeur par des appareils spécifiques au branchement étudié. Ils peuvent être vérifiés au multimètre réglé sur ohmmètre uniquement.

Un contrôle hasardeux au voltmètre ou à l'ampèremètre peut mettre hors service un boîtier pourtant en bon état. La revue technique précise, par un tableau de branchement sur le boîtier d'allumage, les fiches à contrôler respectivement, les valeurs des mesures à effectuer à l'ohmmètre. La manœuvre la plus sûre et la plus simple quand tout le reste de l'allumage est en ordre, y compris le circuit électrique et la batterie, consiste à tester si l'allumage reprend ses fonctions normales en remplaçant le boîtier par un autre, neuf, pour un essai. Encore faut-il pouvoir s'en procurer provisoirement un.

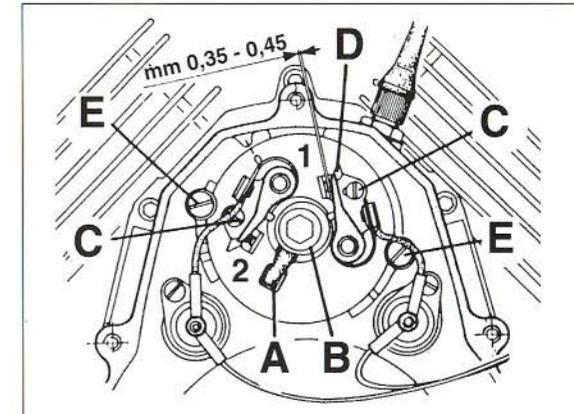
## Allumage à rupteur

La première chose à vérifier est l'état des contacts du rupteur : il faut les nettoyer au besoin, soit avec une petite lime fine spéciale, soit du papier à poncer la carrosserie, du 400 ou du 600, puis dépoussiérer et dégraisser avec de l'essence, un chiffon propre. Ensuite en faisant tourner le moteur à la main, chercher à l'œil à ouvrir le rupteur au maximum, puis glisser une cale de 0,40 mm entre les contacts, elle doit passer tout juste sans forcer. Pour effectuer ce réglage, le contact fixe doit être légèrement desserré. Souvent, une encoche étudiée pour la lame du tournevis permet en douceur de modifier la position et d'obtenir les 0,40 "glissant juste". Une fois cet écartement effectué, ce qui importe surtout c'est le moment de l'ouverture

du rupteur. Pour cela, il faut faire tourner le moteur et trouver les repères de calage. Sur la plupart des motos, à un trait fixe sur le carter moteur on doit faire correspondre le repère "F" sur la partie mobile (pour "fire", feu en anglais).

### Écartement maximum du rupteur

- A - Feutre de graissage
- B - Came
- C - Vis de réglage de l'écartement des rupteurs
- D - Encoche pour glisser une lame de tournevis et modifier l'écartement
- E - Vis de fixation de la platine



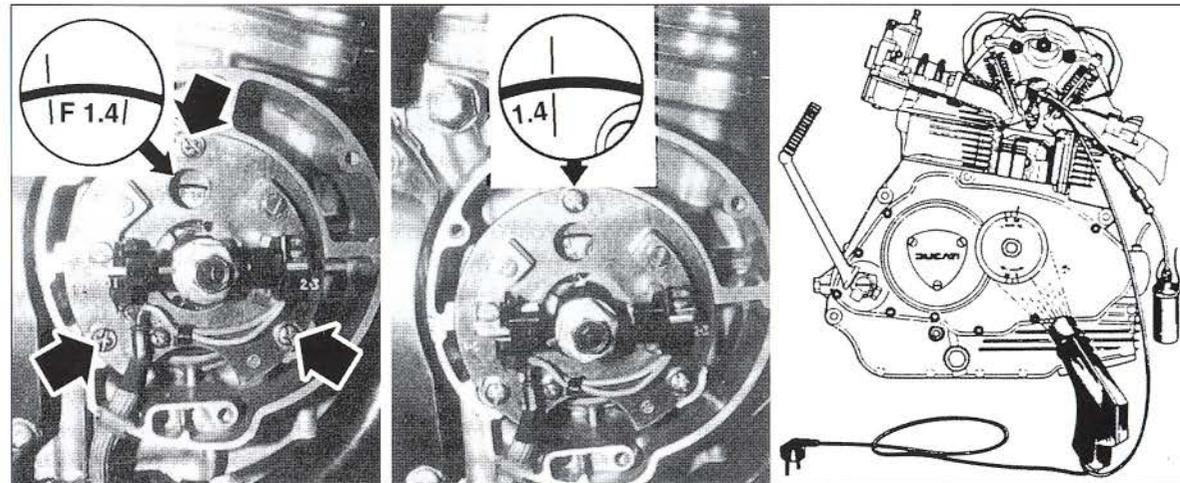
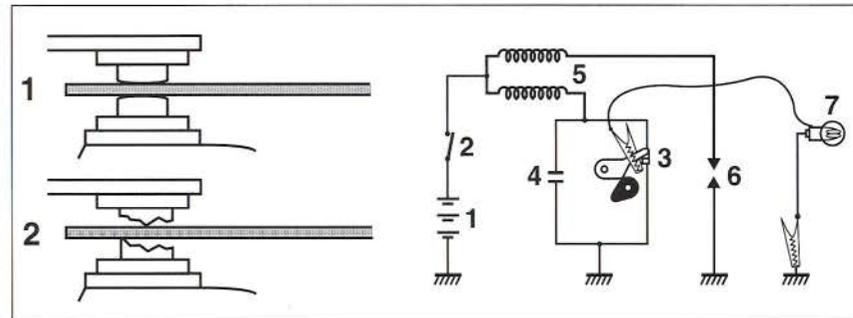
(1<sup>er</sup> dessin)

1 - Les contacts sont en bon état et l'on peut faire un contrôle de leur écartement.

2 - Les contacts détériorés interdisent tout contrôle valable : une rectification s'impose.

(2<sup>e</sup> dessin)

- 1 - Batterie. 2 - Contact.
- 3 - Rupteur. 4 - Condensateur.
- 5 - Bobine. 6 - Bougie.
- 7 - lampe témoin.



Repères d'avance initiale (F 1.4) et d'avance maximale (trait à droite de l'inscription 1.4).

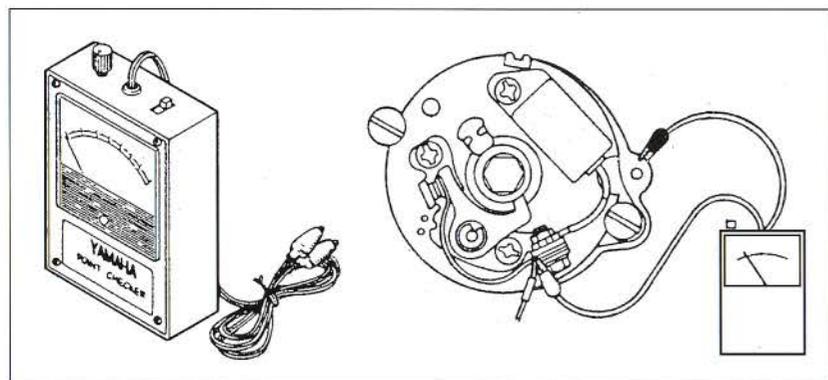
À côté et avant ce repère F dans le sens de rotation se trouve un repère "T" (pour "top", sommet, c'est le point mort haut du piston), ne pas confondre. Sur l'écrasante majorité des motos, le sens de rotation du moteur est le même que celui des roues. Lorsque le F passe devant le repère fixe, les contacts doivent juste commencer à s'ouvrir. Impossible à l'œil ! On utilise donc une lampe témoin que l'on va brancher entre le contact fixe (à la masse donc) et le linguet mobile qui lui est raccordé à la bobine et au conden-

sateur. Contact mis, le courant électrique passera par la lampe lorsque le rupteur est ouvert, sinon il prend le chemin direct le plus facile. La lumière doit donc jaillir pile au moment où, en tournant, on aligne les deux traits. Pour obtenir ce réglage, ce sont les vis du plateau qui supportent le rupteur que l'on desserre, et qui peut donc tourner dans un sens ou dans l'autre. Vous constaterez souvent que le resserrage des vis modifie l'instant d'allumage de la lampe, ne vous énervez pas, tenez-en compte et recom-

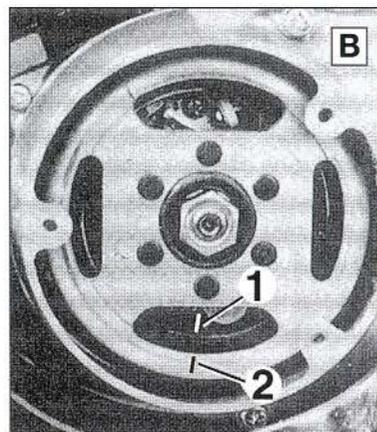
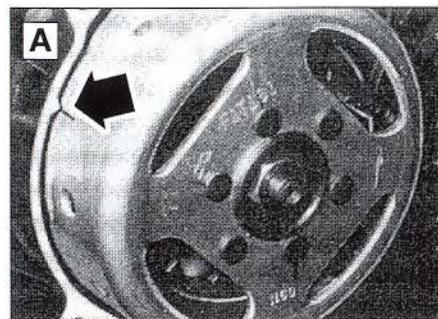
mencez. Il n'est pas nécessaire de bloquer ces petites vis comme un forcené, elles s'abîment facilement, et trop serrées elles foirent leur filetage.

Ce que nous venons de décrire s'appelle le réglage d'avance statique. Pour le réglage "dynamique", moteur lancé, il s'agit de vérifier la pleine avance au régime moteur élevé indiqué par le constructeur. Il faut disposer d'une lampe stroboscopique. Elle se branche sur le fil haute tension de la bougie et aux bornes de la batterie. La lampe envoi un éclair à chaque jaillissement de l'étincelle, moteur tournant. Vous pouvez donc voir, par ce flash, la position relative des repères mobile et fixe de réglage de pleine avance et les modifier si nécessaire.

Pour un allumage à volant magnétique, comme sur la XT 500, c'est un peu plus compliqué : contact mis, il n'y a pas de courant au rupteur puisque celui-ci n'est alimenté que lorsque le moteur tourne. Il faut donc alimenter la lampe témoin avec une pile et elle s'allumera à l'inverse quand les contacts se fermeront, à la seule condition de débrancher le contact mobile du rupteur. Le réglage se fait quand la lampe s'éteint à l'ouverture du rupteur. Le contrôle de l'ouverture du rupteur se fait aussi à l'ohmmètre raccordé entre le linguet mobile et la masse. La résistance passant de 0 à 2 ou 3 ohms indique précisément l'ouverture. À la lampe stroboscopique, les repères sont sur le rotor du volant magnétique. À noter : la lampe stroboscopique peut aussi servir pour vérifier les réglages d'avance d'allumage électronique qui peuvent s'avérer nécessaire après un démontage et remontage de l'allumage, ou pour vérifier si le système d'avance automatique centrifuge est en état de marche.



*Utilisation d'un ohmmètre très sensible pour contrôler l'ouverture du rupteur.*



*Deux exemples de repères d'avance sur des volants magnétiques.*

*Photo A*

*C'est une arête du carter qui sert de repère fixe*

*Photo B*

*Le rupteur doit s'ouvrir quand le repère de rotor (2) est en face d'une languette tôle (1).*

## Récapitulatif de recherche de panne d'allumage

Pour mémoire, voici un récapitulatif des contrôles à effectuer pour mener votre recherche de panne totale ou d'anomalie de fonctionnement de votre allumage.

Symptômes	Causes possibles	Remèdes
Fusible principal et fusible d'allumage	Fondu	Recherchez la cause du court-circuit et réparez.
Batterie	Niveau d'électrolyte, état de la charge (contrôlez au voltmètre), serrage et propreté des cosses.	Remettez en état, rechargez ou mettez une batterie neuve.
Étincelle	Bougie débranchée, contrôlez la présence et la longueur de l'étincelle entre le fil et le moteur.	Vérifiez les données constructeur. Exemple, moins de 6 mm sur une Yamaha TDM 850.
Bougies	Bougie démontée, branchée et mise à la masse, présence de l'étincelle, état d'encrassement de la bougie, écartement des électrodes.	Nettoyez, réglez, ou montez des bougies neuves.
Antiparasite	État des caoutchoucs (secs, craqués, plus étanches).	Enlevez-le pour contrôler si l'étincelle revient. Mesurez sa résistance à l'ohmmètre selon les données constructeur (exemple Yamaha 850 TDM : 10 kg-ohms).
Fil haute tension	État de l'isolant en caoutchouc : sec, craqué, plus isolant, court-circuit, laisse filer la haute tension de la bobine directement à la masse.	
Bobine haute tension		Contrôlez les enroulements primaire et secondaire à la lampe témoin, ou mieux à l'ohmmètre en vérifiant les chiffres constructeurs. Si les valeurs sont fausses, remplacez la bobine.
Capteur d'allumage		Débranchez le connecteur qui relie le boîtier d'allumage électronique au capteur sur le moteur et contrôlez la résistance entre les fils. Exemple : de 192 à 288 ohms pour une Yamaha TDM 850.
Contacteur principal à clé	En position ON.	Vérifiez à la lampe témoin que le courant repart bien du contacteur. Identifiez les couleurs des fils à contrôler avec le schéma électrique.
Contacteur d'arrêt d'urgence		Contrôlez à l'ohmmètre ou à la lampe témoin que le courant passe bien en position ON ou RUN.
Contacteur du point mort		Vérifiez que la boîte de vitesses est bien au point mort et que le témoin au tableau de bord s'allume, sinon contrôlez la connexion sur la boîte à l'ohmmètre, il doit y avoir continuité (pas de résistance) au point mort et coupure sur toutes les vitesses.
Contacteur de béquille latérale		Vérifiez que le contacteur fonctionne quand la béquille est repliée. S'il ne fonctionne pas, shuntez-le ou remplacez-le.
Contacteur de commande d'embrayage		Si votre moto ne peut démarrer qu'en position débrayée, contrôlez à l'ohmmètre ou à la lampe témoin que le contacteur d'embrayage fonctionne bien.
Diode de circuit de sécurité	Embrayage, point mort, béquille latérale, ces circuits de sécurité anti-démarrage ont une diode qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens.	Vérifiez à l'ohmmètre que cette diode laisse passer le courant dans un sens mais pas dans l'autre.
État du faisceau électrique		Contrôlez que les connecteurs du faisceau électrique sont correctement branchés et que les câbles ne sont pas cisailés ou écrasés. Si tout est correct, il s'agit certainement du boîtier d'allumage électronique.

## Batterie (mauvaise masse, ne tient plus la charge ou ne prend plus la recharge, fuite de courant)

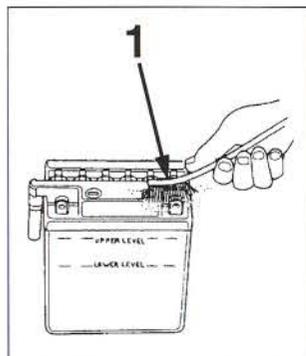
### Durée de vie d'une batterie de moto

Elle est de deux à trois ans en fonction de son utilisation. Une batterie annonce sa retraite en ne tenant plus la charge. Sa réserve de quantité d'électricité ne résiste plus aux sollicitations du démarreur, même après une bonne recharge. Les valeurs révélées au pèse-acide sont insuffisantes. Le pèse-acide mesure la densité du liquide donc la présence de la proportion d'acide dans l'eau. Il aspire le liquide par une poire. Malheureusement le tuyau de prélèvement est prévu pour les batteries d'automobile, ainsi que le volume nécessaire pour faire agir le flotteur interne qui, par son niveau, donne la mesure. La taille réduite des batteries de moto réclame un pèse-acide de petite taille qu'il est presque impossible de trouver dans le commerce.

Les grands trajets par forte chaleur sont consommateurs du précieux liquide. Le manque d'eau entraîne une sulfatation irréversible des plaques les rendant inefficaces. Elles deviennent blanchâtres et le restent même en remettant de l'eau. Les boîtiers d'allumage électronique batterie/bobine n'aiment pas les tensions insuffisantes dues, par exemple, à un élément sulfaté. Ils peuvent vous gratifier de copieux ratatouillages pour manifester leur mécontentement s'ils n'ont pas leurs 12 V.

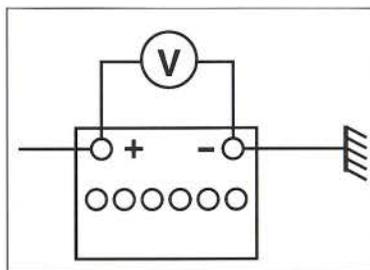
Un excellent moyen de tuer une batterie est de la laisser longtemps déchargée. Pour un stoc-

kage inactif, elle doit être chargée à fond puis rechargée au moins tous les deux mois pour la maintenir. En hiver, l'huile moteur se fige, le démarreur est durement sollicité, la réaction chimique dans la batterie est ralentie aux basses températures, elle a donc l'air vidée. Une ruse : s'il gèle dehors, rentrez-la au chaud près d'un radiateur, elle va miraculeusement retrouver sa forme.

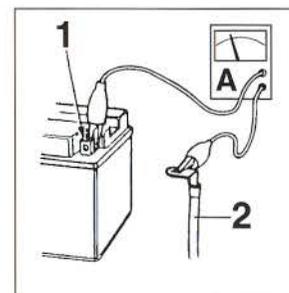


*Procéder régulièrement au nettoyage des bornes et cosses pour éviter la sulfatation et les risques de faux contacts.*  
1 - Brosse métallique

Les petites batteries de motos sont de faible capacité, le démarreur les vident facilement. Il n'est pas étonnant d'avoir à les recharger régulièrement, surtout si l'utilisation hivernale est faite de courts trajets urbains quotidiens.



V = volt



1 et 2 - Cosse et fil batterie.  
A = ampère

### Mauvaise masse

La panne classique, lorsque la batterie s'évanouit dès que l'on sollicite le démarreur, vient de l'oxydation des branchements de ses cosses, surtout celle de mise à la masse au moteur. Les cosses de la batterie elle-même sont rarement atteintes par ce phénomène, à moins de ne pas prendre la précaution élémentaire de les nettoyer lorsqu'on la recharge. L'oxydation rend les métaux très mauvais conducteurs, l'intensité du démarreur bute sur cette résistance supplémentaire et le courant ne passe pas suffisamment. Il faut donc nettoyer toute trace d'oxydation, surtout à l'autre extrémité du câble de masse vissé sur le moteur, même si elle est parfois peu accessible. Les moteurs vibrent, pouvant provoquer un léger desserrage. Comme cet endroit n'est pratiquement jamais inspecté ni nettoyé, le temps fait son œuvre.

### Contrôle électrique

Avant d'accuser la batterie qui se vide en quelques heures ou quelques jours, vérifiez que le circuit de charge fait son travail. Branchez un voltmètre aux bornes de la batterie, il doit indiquer une hausse de tension entre le ralenti moteur et l'accélééré, exemple 12,5 V grimpe à 14 V (voir notice constructeur pour chiffres précis). Sans volt-

mètre, plein phare, vous devez percevoir une augmentation de la puissance d'éclairage en quittant le ralenti (plus facile dans la pénombre mais visible de jour malgré tout).

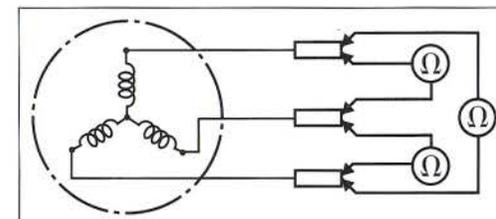
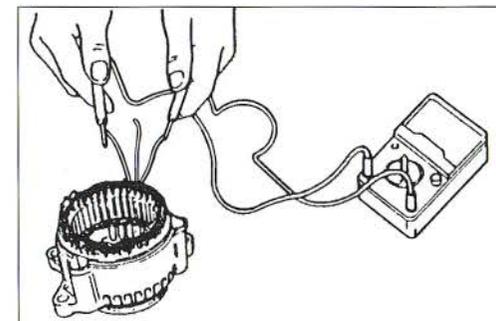
Si elle charge correctement mais qu'elle se vide toute seule quand elle reste immobilisée quelques jours, vous devez rechercher si une fuite de courant existe contact coupé. Nous avons déjà décrit ce test dans le descriptif de la manipulation du multimètre en ampèremètre. Débranchez la cosse "-" de la batterie et intercalez les fiches du testeur positionné sur A. Si 1 A s'affiche (par exemple), cela signifie qu'un appareillage ou un contact électrique défectueux pompe 12 W puisque  $P = U \times I$ . Si vous contrôlez ensuite sur mA, vous pouvez voir un petit chiffre s'afficher, révélant un mini-consommateur. N'oubliez cependant pas que la montre de bord et le boîtier d'alarme, quand la moto en est munie, consomme un tout petit peu.

## Pannes classiques du circuit de charge, méthodes de recherches (alternateur, régulateur-redresseur, câblage-connexions)

### Circuit de charge

Les pannes du circuit de charge se révèlent par le fait que la batterie se vide très vite, provoquant la panne. N'oubliez pas que ce que l'on nomme circuit de charge concerne en fait la production, le redressement et la régulation du principal générateur d'électricité de la moto :

l'alternateur. Comme pour savoir si le problème vient du circuit de charge ou de la batterie elle-même, utilisez le multimètre en voltmètre en courant continu, raccordez-le aux bornes de la batterie en respectant les polarités. Moteur arrêté, il vous indique par exemple 12,5 V. Dans la revue technique, le constructeur donne la valeur que vous devez lire moteur tournant. Citons pour une Yamaha 850 TDM : à 5 000 tr/min la tension doit être de 0,5 V à 2,5 V de plus, c'est-à-dire pour notre cas entre 13 V et 14,5 V. Si la tension n'est pas conforme, vous allez procéder à plusieurs contrôles précis au multimètre pour savoir si le dysfonctionnement provient de l'alternateur lui-même ou de son redresseur-régulateur. La première chose à faire, si le voltmètre reste impassible, est de contrôler visuellement l'état du circuit électrique, de ses gaines et de ses sucres et cosses de branchements. Si le voltmètre indique à la batterie une valeur nettement supé-



Les trois fils de sortie d'un alternateur triphasé se contrôlent à l'ohmmètre deux à deux suivant ce principe.

### Tableau de dépannage du circuit de charge

#### 1 - Fusible

Fusible principal, fusible d'allumage fondu : recherchez la cause du court-circuit, réparez

#### 2 - Batterie

Niveau d'électrolyte, état de la charge (contrôlez au voltmètre) serrage et propreté des cosses : remettre en état, recharger et mettre une batterie neuve.

#### 3 - Tension de charge

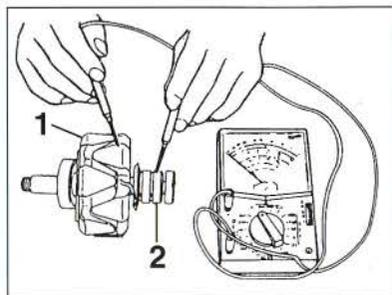
Reliez un voltmètre aux deux bornes de la batterie sans débrancher les câbles et en respectant la polarité. Démarrez le moteur, relevez la tension au ralenti en faisant tourner le moteur au régime préconisé par le constructeur pour ce contrôle. Si les valeurs relevées sont incorrectes, poursuivre le contrôle.

#### 4 - Bobinages du stator d'alternateur

Débranchez la prise du câblage d'alternateur. Sondez à l'ohmmètre deux par deux les trois fils des bobinages (blancs ou jaunes). Si l'une des résistances est nulle ou infinie, remplacez le stator après dépose de l'alternateur. Si les résistances sont conformes aux préconisations constructeurs, vérifiez le redresseur.

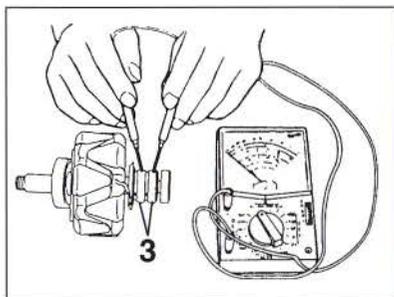
#### 5 - Connexions et câblages

Contrôlez l'état de tous les branchements et la continuité de tous les fils. Si tout est correct et que le défaut de charge persiste, le redresseur régulateur est en cause et doit être remplacé.



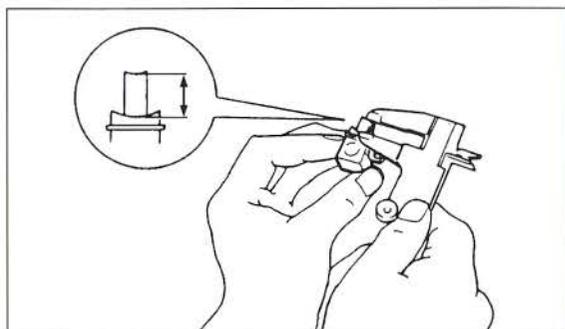
1 - Masse  
du rotor

2 - Bague  
d'appui des  
balais



3 - Bagues  
d'appui des  
balais

*L'ohmmètre permet de vérifier la résistance entre les bagues d'appui des balais sur le rotor de l'alternateur à excitation, ainsi que la bonne isolation de l'enroulement (la résistance doit être infinie).*



*La longueur des balais qui appuient sur le rotor doit être contrôlée.*

rieure à celle donnée par le constructeur, le régulateur est au banc des accusés. Si la tension est trop faible, vérifiez les enroulements de l'alternateur et le redresseur.

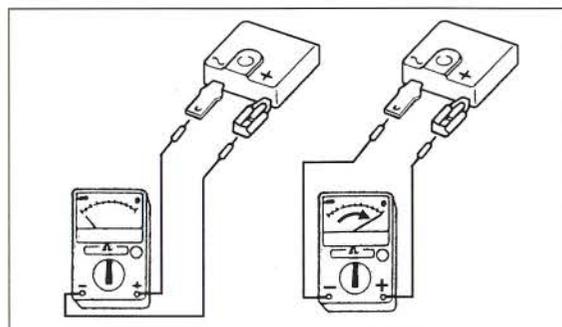
### Contrôle de l'alternateur

Commencez par ordre, à savoir le contrôle de l'alternateur. Dans le manuel technique, le constructeur informe des branchements et des couleurs des fils de l'alternateur. Repérez les fils en provenance des bobinages de l'induit (les bobinages du stator). Mesurez deux par deux, successivement entre ces trois fils, la résistance des enroulements à l'ohmmètre. Citons la Kawasaki 1000 RX pour laquelle la résistance maximum doit être de 1 ohm. Une résistance différente ou infinie révèle que l'enroulement est en court-circuit (surchauffe des isolants) ou que son fil est coupé. À remplacer. Si votre alternateur n'est pas à aimants permanents mais à inducteur, ouvrez son carter de protection pour mesurer la longueur des balais qui alimentent l'enroulement du rotor. Le constructeur précise toujours la longueur standard et le minimum au-delà duquel les balais n'appuient plus suffi-

samment pour conduire le courant d'excitation. Vérifiez aussi que les petits ressorts de maintien des balais sont en bon état. Ensuite, comme pour le stator, mesurez à l'ohmmètre la résistance de l'enroulement du rotor entre les deux faces d'appui des balais. Pour notre Kawasaki, elle doit être de 4 ohms. Pour rotor et stator, vous pouvez mesurer aussi la résistance entre l'enroulement et la masse métallique pour vérifier la bonne isolation : elle doit être infinie. Si l'alternateur présente un élément défectueux, il est difficilement réparable. La solution de faire remettre en état les bobinages chez un spécialiste en matériel électrique automobile n'est pas impossible, mais votre alternateur représente pour lui un cas rare. Si l'alternateur est bon à vos contrôles, c'est son régulateur-redresseur qui est responsable de la panne du circuit de charge.

### Contrôle du redresseur-régulateur

Une panne classique vient du branchement déficient du redresseur régulateur à la masse, à vérifier ! Pour contrôler ce boîtier, débranché du faisceau de la moto, évitez impérativement de faire les erreurs qui le détériorent : faire une surcharge par un mauvais branchement, faire un court-circuit, inverser les branchements à la batterie, relier le circuit de redressement directement à la batterie. Utilisez uniquement l'ohmmètre avec lequel vous procédez à des contrôles simples du passage de courant pour tester les six diodes internes. Dans un sens, la résistance est nulle (0), dans l'autre la résistance est infinie. Là encore, vous devez vous référer à la revue technique pour savoir entre quelles bornes et quelles couleurs de fils vous devez effectuer ce contrôle. Cela est possible si un tableau des branchements à effectuer



*Contrôle du redresseur à l'ohmmètre : résistance nulle dans un sens, infinie dans l'autre.*

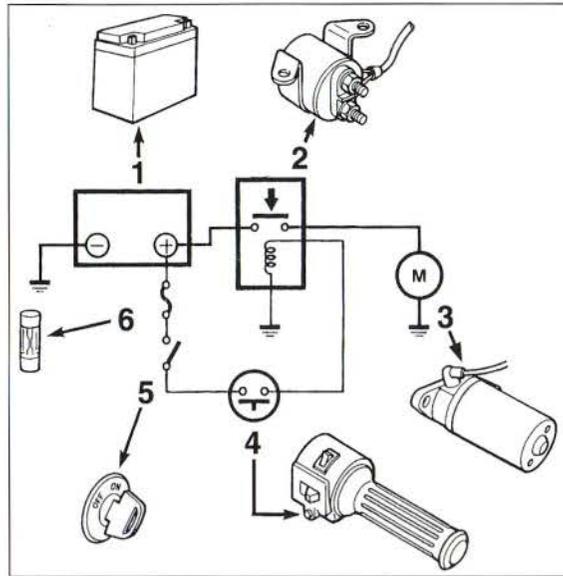


Schéma de principe du circuit de démarrage  
 1 - Batterie. 2 - Relais de démarrage. 3 - Démarreur  
 4 - Contacteur de démarrage. 5 - Clé de contact.  
 6 - Fusible.

et le résultat à trouver si le redresseur est en bon état est présenté. Un redresseur d'alternateur ou volant magnétique monophasé ne comporte qu'une seule diode, donc simple à contrôler. Entre ses deux bornes, à la lampe témoin auto-alimentée, le courant passe dans un sens et ne passe pas dans l'autre. À l'ohmmètre, la résistance est infinie dans un sens, nulle dans l'autre.

## Démarrreur, relais

### Circuit de commande

Le démarreur gémit lamentable quand il ne reste pas totalement silencieux alors que la batterie est parfaitement chargée. Voyons toutes les pannes

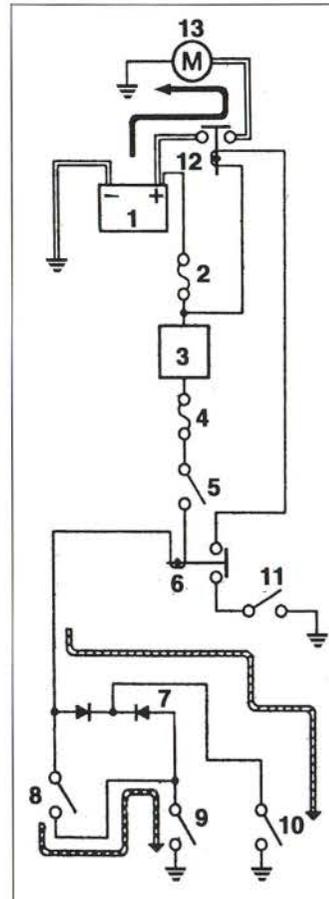
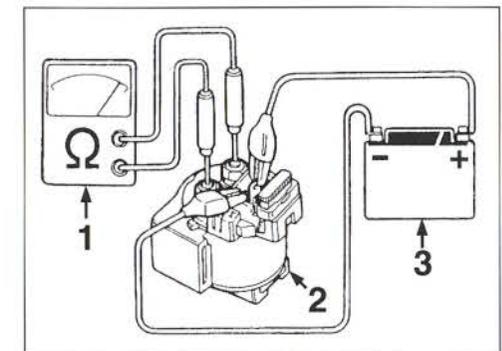


Schéma de principe  
 du circuit de  
 démarrage  
 (Yamaha TDM 850 )  
 1 - Batterie  
 2 - Fusible principal  
 3 - Contacteur à clé  
 4 - Fusible  
 d'allumage  
 5 - Coupe-circuit  
 6 - Relais du coupe-  
 circuit  
 7 - Diode  
 8 - Contacteur  
 d'embrayage  
 9 - Contacteur de  
 béquille latérale  
 10 - Contacteur de  
 point-mort  
 11 - Contacteur du  
 démarreur  
 12 - Relais du  
 démarreur  
 13 - Démarreur

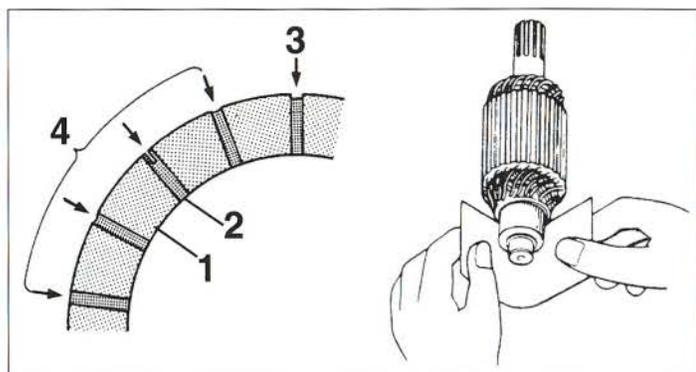
traditionnelles que peuvent vous réserver ce moteur électrique et sa commande. Avant de s'attaquer directement au démarreur lui-même, vérifiez tout d'abord les ennuis éventuels de son circuit de commande. D'abord en cas de silence total : il peut être dû à une cosse de batterie qui s'est simplement desserrée. L'élément suivant à vérifier, facile à trouver avec la taille des fils d'alimentation (à cause de la forte intensité réclamée par le démarreur), c'est le relais électromagnétique.

### Premier contrôle : le relais

Première possibilité, le relais émet un "clac" sonore à l'action du bouton de commande, indiquant sa mise en action. La défaillance vient donc "a priori" du démarreur, mais pas forcément. Vérifiez le serrage des deux grosses coses du fil d'alimentation du relais qui arrive de la batterie et part directement au démarreur. Prenez un fil électrique de forte section, ou un outil, en faisant attention de ne pas provoquer de court-circuit avec la masse. Raccordez les deux bornes du relais directement. Si le démarreur n'est pas le fautif, il rugira immédiatement. Vous pouvez ensuite tester à la lampe témoin entre la sortie du relais vers le démarreur et la masse si le courant passe quand vous appuyez sur le bouton. L'absence de sortie de courant révèle que les contacts intérieurs du relais sont grillés et que le relais est à changer. Vous pouvez vérifier à l'ohmmètre la résistance entre ces deux bornes après avoir retiré leurs câbles. Appuyez sur le bouton, en bon état les contacts présentent une résistance nulle ou faible.



Le déclic produit par le relais de démarrage est significatif de son bon fonctionnement.  
 En cas de problème, contrôler les circuits primaire et secondaire à l'aide d'un ohmmètre.  
 1 - Ohmmètre. 2 - Relais. 3 - Batterie



*L'examen visuel ne doit pas laisser apparaître d'usure ou de déformation des lames du collecteur.*

*Si le cas se présente, il est parfois possible de corriger, ponctuellement, le problème en passant le collecteur au papier abrasif fin comme indiqué sur l'illustration.*

- 1 - Lame du collecteur
- 2 - Mica
- 3 - Correct
- 4 - Incorrect

Un relais qui reste totalement silencieux peut être obtenu par un mauvais contact au bouton poussoir du guidon. Ce genre de mauvais contact se met rarement en panne d'un coup, souvent le bouton réclame d'abord d'être "titillé" pour agir. Un contrôle à l'ohmmètre vous indique si la résistance est nulle ou présente. Un démontage et un nettoyage des contacts du commodo s'impose alors. Si le relais est supposé mort, la manœuvre pour en être sûr consiste à le court-circuiter entre ses deux grosses bornes avec un tournevis (attention à ne pas toucher à la masse en même temps) et le démarreur chantera.

D'autre part, les motos qui sont équipées d'une sécurité sur le levier d'embrayage, ne laissant le démarreur se lancer que si l'on débraye, peuvent aussi être victimes d'un mauvais contact ou d'un fil débranché sur cette sécurité. Il faut alors procéder à la même petite opération que pour le bouton de commande. La commande off/run au guidon peut elle aussi être victime d'un mauvais contact, mais c'est très rare. Lorsque cette coupure intempestive se produit, elle atteint sur-tout le moteur qu'elle arrête instantanément.

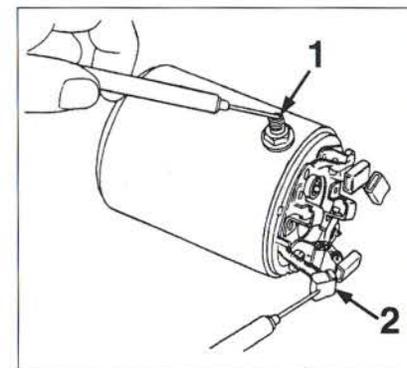
## Démontage du démarreur

Le démarreur peut être totalement silencieux, ou n'émettre qu'un faible gémissement en dépit d'une batterie parfaitement chargée. Nous commençons par étudier les démarreurs "à la japonaise" qui entraînent le moteur par l'intermédiaire d'une roue libre, en laissant de côté les robustes "type automobile" des flat-twins BMW ou V-twins Guzzi. À propos de roue libre, celle-ci faiblit en vieillissant avec l'usage, elle décroche et tourne à vide, réclamant d'être remplacée indépendamment. Plus ou moins accessible, le démarreur est très souvent fixé par deux vis M 6 qui, une fois enlevées, permettent de le déboîter du carter. Le démontage se poursuit par les grandes vis le long du corps cylindrique, puis vous l'ouvrez par l'arrière, côté opposé au nez d'entraînement. Toutes ces pièces sont emmanchées dans des positions angulaires précises grâce à des repères ou des ergots qu'il vaut mieux bien identifier dès le début. Attention à l'ouverture, ne semez pas les petites rondelles de calage latéral. Là se trouvent sur leur support les balais (appelés communément charbons) qui, en s'usant, sont la première cause de panne : ils n'appuient plus suffisamment sur les lamelles du collecteur du rotor (induit) et le courant ne passe plus. Les constructeurs précisent leur lon-

gueur mini en deçà de laquelle il faut les remplacer. Les balais sont disponibles en pièces de rechange. Avant remontage, le collecteur doit être nettoyé très proprement et si nécessaire, à cause d'un mauvais état de surface, poncé soigneusement au papier à eau très fin (du 600). De même, toute trace d'oxydation doit disparaître pour éviter les mauvais contacts. Les charbons sont deux (un + et un -) ou quatre (deux + et deux -), les contrôles du bon état des connexions et des enroulements se font à l'aide d'une lampe témoin ou mieux d'un ohmmètre.

## Contrôles

Démarreur démonté, rotor et stator séparés, procédez aux contrôles de passage de courant et d'isolation. Le courant doit passer entre la grosse borne "+" isolée qui se raccorde au relais et le



*Le courant doit passer sans problème de la borne 1 au balai "+" 2, et être parfaitement isolé de la carcasse métallique du corps du démarreur.*

*Un second contrôle consiste à vérifier que le courant passe entre les lamelles du collecteur via les enroulements de l'induit (résistance pratiquement nulle), en étant bien isolé de la masse, c'est-à-dire des parties métalliques du rotor (résistance énorme ou infinie).*

1 - Borne. 2 - Balais

**Le démarreur ne tourne pas :**

- Vérifiez le fusible principal et le fusible auxiliaire.
- Assurez-vous du parfait état de la batterie.

Vérifiez si les bornes de la batterie ne sont pas desserrées ou en mauvais contact et s'il n'y a pas de circuit ouvert ou de court-circuit dans le câble de la batterie.

Normal

Anormal →

- 1• Bornes de la batterie mal connectées
- 2• Circuit ouvert ou court-circuit dans un câble de la batterie

Vérifiez si les bornes du contacteur de relais de démarreur et le connecteur 4 broches ne sont pas desserrés ou mal connectés.

Normal

Anormal →

- 1• Bornes du connecteur 4 broches mal connectées.

Vérifiez si le câble de démarreur n'est pas desserré ou mal connecté et s'il ne présente pas un circuit ouvert.

Normal

Anormal →

- 1• Bornes de la batterie mal connectées.
- 2• Circuit ouvert dans le câble de démarreur.

Avec le contacteur d'allumage sur ON, appuyez sur le contacteur de démarrage et vérifiez si le contacteur de relais de démarreur produit un déclic.

Pas de déclic

Déclic →

- 1• Raccordez directement la borne du démarreur à la borne positive de la batterie (faire cet essai avec u fil de gros diamètre).
- Le démarreur tourne :
- 1• Câble de démarreur desserré ou déconnecté.
  - 2• Contacteur du relais de démarreur défectueux.
- Le démarreur ne tourne pas :
- 1• Démarreur défectueux.

Débranchez le connecteur du relais de démarreur et vérifiez si la continuité de la ligne de masse de la bobine de relais est telle qu'indiqué ci-après :

Continuité

Pas de continuité →

- 1• Contacteur de point-mort défectueux.
- 2• Contacteur d'embrayage défectueux.
- 3• Contacteur de béquille latérale défectueux.
- 4• Desserrage ou mauvais contact du connecteur.
- 5• Circuit ouvert dans le faisceau de fils.

Branchez le connecteur de relais du démarreur avec le contacteur d'allumage sur ON et le contacteur de démarrage enfoncé, mesurez la tension du relais au connecteur du contacteur de démarrage.

a) connection : (+) J/R - (-) masse.  
b) résultat : tension de la batterie.

Présence d'une tension

Pas de tension →

- 1• Contacteur d'allumage défectueux.
- 2• Contacteur de démarreur défectueux.
- 3• Fusible principal ou auxiliaire claqué.
- 4• Desserrage ou mauvais contact du connecteur
- 5• Circuit ouvert dans le faisceau de fils.

Déposez le contacteur de relais de démarreur. Placez le contacteur d'allumage sur ON et appuyez sur le contacteur de démarrage. Vérifiez la continuité entre les bornes du contacteur.

a) résultat : continuité.

Normal →

- Desserrage ou mauvais contact au connecteur du contacteur de relais de démarreur.

Anormal →

- Contacteur de relais de démarreur défectueux.

balai "+" tout en étant parfaitement isolé du corps métallique du démarreur. Sur un vieux démarreur, il n'est pas rare que l'isolation du support du balai soit défectueuse. Le balai "-" est raccordé directement à sa platine support, donc à la masse. Le courant doit donc passer sans problème. Rappelons qu'à l'ohmmètre, une résistance infinie indique une bonne isolation, une résistance nulle un excellent passage du courant. Sans ohmmètre, vous pouvez effectuer ces contrôles avec la lampe témoin et le shunt, une fiche de chacun raccordée à la batterie ou à une pile, les deux autres extrémités des fiches vous révèlent par la lampe le passage ou l'isolation.

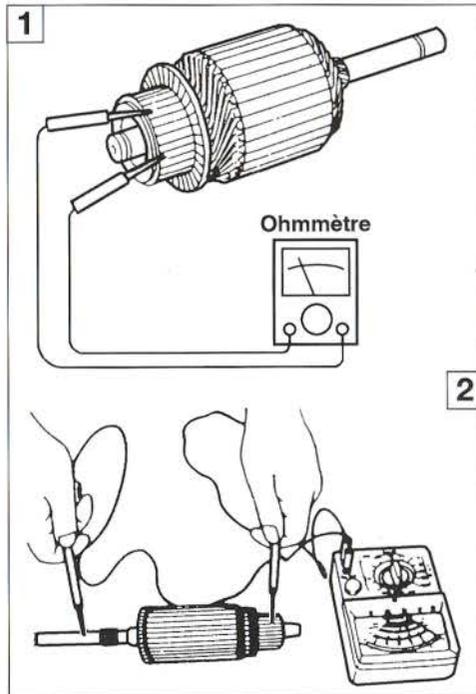
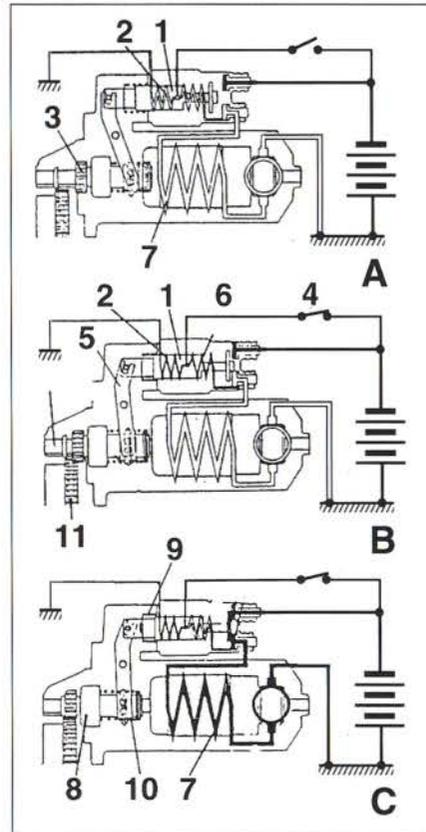


Schéma 1  
Contrôle de la continuité  
entre les lamelles du collecteur.  
Schéma 2  
Contrôle de l'isolation de l'induit.

## Le démarreur type "automobile" BMW et Guzzi

Ce type de démarreur est puissant, car il n'a qu'un seul couple de pignons qui le relie à l'arbre moteur. Le pignon du démarreur vient s'engrener sur la couronne du moteur sous le mouvement d'un électro-aimant par l'intermédiaire d'une fourchette. Cet électro-aimant sert aussi de relais pour alimenter le moteur électrique, et claque comme un relais de démarreur "à la japonaise". Les pannes électriques peuvent venir du relais, appelé communément solénoïde, de son bobina-



Fonctionnement d'un démarreur Bosch.  
1 - Noyau plongeur. 2 - Relais. 3 - Pignon du  
démarreur. 4 - Bouton de démarreur. 5 - Fourchette.  
6 - Enroulement. 7 - Inducteur. 8 - Roue libre.  
9 et 10 - Ressort de rappel. 11 - Couronne du moteur.  
A = repos. B = le solénoïde lance la fourchette.  
C = pignon enclenché, le démarreur tourne.

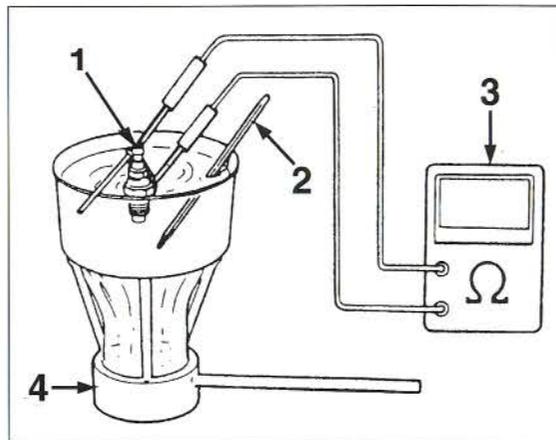
ge, de ses contacts, et aussi des bobinages du rotor et du stator. L'usure s'attaque aussi aux balais. Tout cela est à contrôler suivant la même méthode que précédemment, sauf que l'assemblage solénoïde-démarreur est plus complexe. Les balais sont, eux, aussi simple d'accès.

## Ventilateur du radiateur d'eau (moteur, thermostat, relais)

Danger : le ventilateur du radiateur d'eau ne se déclenche plus. À petite vitesse, l'air ne rafraîchit plus assez le radiateur et le ventilateur doit prendre le relais, sinon la surchauffe provoquera des dégâts très onéreux. Si vous voyez l'aiguille d'indication de température d'eau flirter avec le rouge alors que le ventilateur électrique ne tourne pas, stop ! Si vous n'avez pas de quoi intervenir sur place, laissez tout refroidir avant de reprendre votre chemin. C'est la panne électrique qui peut revenir la plus chère : une casse moteur.

Le circuit de commande du moteur électrique du ventilateur est indépendant du reste, il fonctionne tout seul, même contact coupé moteur chaud. Vérifiez que son fusible n'a pas eu un malaise. Ensuite le circuit a son interrup-

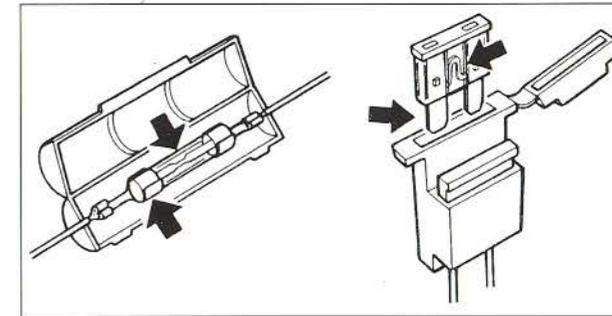
teur de commande automatique, un thermocontact, qui ne laisse passer le courant qu'à partir d'une température déterminée. Il alimente un relais électromagnétique qui déclenche le passage d'un courant de forte intensité nécessaire au moteur électrique (comme pour les Klaxons puissants). Toute la panoplie des pannes traditionnelles peuvent se produire sur ce circuit : fil coupé, débranché, cosse dessoudée, dessertie, etc. Méthode : toujours partir de l'élément final, en l'occurrence ici le ventilateur. À l'aide du schéma électrique ou par la logique, trouvez son fil d'alimentation "+" branchez-le en direct sur la batterie, il suffit d'un fil suffisamment long, le fameux shunt. Cela peut faire une réparation provisoire qui fait tourner le ventilateur sans interruption. Par expérience, c'est le thermocontact qui lâche le plus souvent. Il en existe deux types : soit il raccorde à la masse, il n'a donc qu'un fil qu'il suffit de débrancher et de mettre directement à la masse, soit il a deux fils (commande directe) que l'on branchera ensemble. Si là est le coupable, le ventilateur vrombira. Vous pouvez contrôler le thermocontact avec rigueur comme indiqué dans le paragraphe sur le témoin de température d'eau défaillant, ou mettre un capteur neuf. Si rien ne se passe, et que le relais ne fait pas "clac" à la mise sous tension, soit c'est lui le fauteur de trouble, soit c'est un fil qui a un problème de liaison, alors partez en recherche avec la lampe témoin. Le plus gros désagrément dans cette recherche est souvent le manque d'accessibilité de ces organes, ou les étranges endroits où les techniciens vont les loger. Par exemple, sur une Kawasaki 900 Ninja, le relais du ventilateur est à gauche à l'intérieur du nez de carénage. Sans les indications de la revue technique, vous êtes en recherche difficile.



1 - Sonde. 2 - Thermomètre.  
3 - Ohmmètre. 4 - Appareil de chauffage.

## Témoin de température d'eau défaillant

Cas simple : le témoin est une lampe au tableau de bord. Sur toutes les motos, elle possède un dispositif de contrôle de son allumage, contact mis, moteur arrêté. Après vérification de la lampe, de son fusible et de ses connexions, si elle ne revient pas à son fonctionnement normal, vérifiez la lumière du voyant en débranchant le fil de la sonde et en le mettant à la masse. Si elle ne s'allume toujours pas, vous devez procéder au remplacement par un élément neuf de la sonde de température. Cette sonde fonctionne selon le même principe que celle qui indique la température d'eau par aiguille et cadran au tableau de bord. Ces sondes peuvent être contrôlées pour vérification avant un remplacement pur et simple. Il faut disposer d'un thermomètre et d'un ohmmètre. La sonde est équipée d'une résistance interne qui varie en fonction de la chaleur qu'elle subit. Le constructeur indiquant la résistance qu'elle fournit en fonction de la température,



Différents types de fusibles.

faites chauffer la sonde démontée et raccordée à l'ohmmètre dans le bain dont vous contrôlez la température au thermomètre. La manœuvre n'est pas facile, car la sonde doit être à la bonne température depuis quelques minutes sans toucher les bords du récipient, pas plus que les fiches de l'ohmmètre. Celles-ci ne doivent pas non plus plonger dans l'eau toutes les deux, car la mesure vous indiquera la résistance de l'eau.

## Fusible qui saute à répétition, court-circuit

Face au fusible fondu, cela devient un problème quand, remplacé par celui de rechange, il saute aussitôt monté et alimenté. D'abord un

### Tableau de recherche : un fusible saute

1 - Fusible inadapté : exemple 5 A au lieu de 10 A
2 - Faisceau électrique endommagé, court-circuit
3 - Consommateur électrique en court-circuit
4 - Vibrations excessives
5 - Montage incorrect de la batterie : polarité inversée

fusible ne saute pas, il fond. Il s'agit de son unique fonction "étudié pour". Pas question qu'un courant de trop forte intensité le traverse, il agit en gardien de la bonne santé du circuit électrique. Sa fonction est d'être un sacrifié d'office en cas de problème. Alors ne le maudissez pas quand il lâche à répétition. Évitez de le remplacer sans remords par un autre d'ampérage supérieur, ou, comble de la prise de risque, l'échanger sans scrupules avec un bout de fil électrique ou carrément un trombone. La punition ne tarde pas : c'est le faisceau électrique en entier qui se met à jouer les fusibles en surchauffant et fondant. C'est spectaculaire et plus cher. La seule opportunité valable pour monter un fusible d'ampérage plus élevé, c'est lorsque sur le circuit d'alimentation feux de croisement et route ont été rajoutés des projecteurs additionnels qui augmentent la puissance électrique, donc l'intensité.

Dans le boîtier de fusibles, chacun protège un morceau de circuit : phare, signalisation (signal), allumage (head), moto-ventilateur, etc. Consultez la notice, le schéma, pour vous aider à repérer l'endroit coupable. Danger court-circuit, les électrons sont des petits fainéants pourtant très vifs. Ils empruntent toujours le passage le plus court et le plus simple, même au risque de tout brûler sur leur passage pour cause d'intensité démente (pas de résistance = ampérage énorme). Le plus beau court-circuit est provoqué par un fil d'alimentation "plus" directe qui perd son isolation, le plus souvent par frottement répété contre une partie métallique de la moto. Parfois une cosse se débranche et fait des contacts intempestifs. Une première inspection visuelle de détective permet souvent de détecter la faille : le où les fils dénudés. Cherchez aux

endroits de prédilection de ce dénudage : la partie du faisceau forcément articulée entre la fourche et le cadre, le passage des fils à l'intérieur ou près du phare ou de son support, ou entre le réservoir et le cadre. À l'arrière, examinez aux alentours du bras oscillant, sous le garde-boue, sous la selle et à l'entrée des fils dans le feu arrière, sans oublier tous les passages vers les clignos. Un bon coup de ruban adhésif suffit généralement à se sortir d'affaire. C'est rare, mais un appareil électrique peut être lui-même en court-circuit interne, pas évident à identifier. On le démasque et le neutralise en le débranchant (exemple une centrale clignotante). Une belle méchanceté peut arriver : une lampe en court-circuit à l'intérieur de son culot. Particulièrement éprouvant pour le système nerveux ce genre de gag, heureusement rare, car difficile à déceler. Il faut impérativement s'armer de patience et surtout ne pas être pressé, mais au contraire bien prendre son temps. Pour vos débuts, prévoyez aussi une petite réserve de fusibles, c'est plus prudent. En désespoir de cause, vous pouvez condamner provisoirement la portion de circuit incriminée en la débranchant, si le fusible général n'est pas concerné, cela permet de rouler pour rentrer à la maison. Selon les motos, le boîtier à fusibles contient plusieurs éléments, exemple : le circuit général de 30 A, le circuit d'éclairage de 20 A, le circuit d'allumage de 10 A, le circuit de signalisation de 10 A.

**Éclairage** (problèmes de mauvaises masses, déficiences du câblage et de ses connexions, problèmes d'oxydation, mauvais contact des commodos)

#### Tableau de recherche : éclairage inexistant

1 - Lampe grillée
2 - Fusible grillé
3 - Batterie complètement déchargée
4 - Contacteurs (commodo, culot de lampe) endommagés ou oxydés
5 - Faisceau électrique endommagé
6 - Alternateur défectueux

#### Problème de mauvaise masse

Le problème d'oxydation est visible au premier coup d'œil sur les bornes de la batterie, mais il existe partout dans le circuit. Les problèmes de mauvaise masse donc d'alimentation des consom-



Contrôlez l'oxydation sur le culot de la lampe.

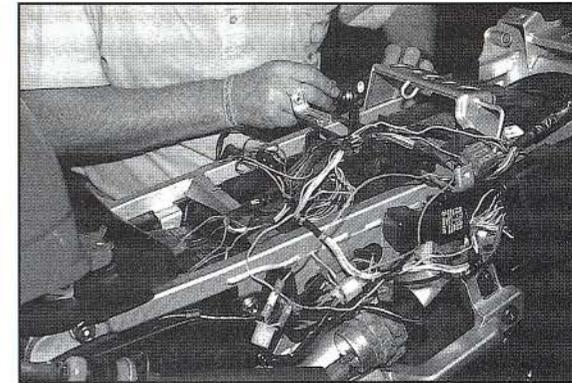
**Tableau de recherche : éclairage insuffisant**

- |  |
|--|
| 1 - Batterie déchargée                           |
| 2 - Câbles de connexions desserrés ou endommagés |
| 3 - Contacteurs (commodo, culot de lampe) oxydés |
| 4 - Alternateur défectueux                       |

mateurs électriques sont très fréquents lorsqu'une moto vieillit ou est parquée dans un endroit humide (exemple le stockage hivernal). Dans la grande majorité des cas, l'obstacle du passage du courant est dû à l'oxydation des contacts, car n'oubliez jamais que les métaux sont bons conducteurs mais leurs oxydes très mauvais, pratiquement isolants. De plus tous les véhicules utilisent leur châssis métallique comme conducteur d'électricité. La borne "-" de la batterie est raccordée au cadre, ou dite "à la masse". Le cheminement des électrons peut donc passer par la masse pour alimenter lampes, klaxon, relais, boîtiers, etc., et évidemment par le fil de commande pour pouvoir accomplir leur ronde infernale entre le plus et le moins de la batterie. Inévitablement, quand ça vieillit les masses s'oxydent et le courant ne passe plus ou très mal. Il faut nettoyer, gratter, poncer, et que ça brille ! Un raccordement à la masse dévissé ou son câblage coupé se détecte facilement en le testant à la lampe témoin. Le problème en cas de début d'oxydation, donc de création d'une résistance supplémentaire, c'est que la lampe témoin est de faible intensité. Une forte intensité chute sur cette résistance, comme un câble de démarreur, et le consommateur d'électricité n'a pas sa ration et ne fonctionne pas. Plus efficace est l'ohmmètre pour contrôler, car sa mesure, de presque nulle avec un bon conducteur, vous révèle la valeur de plusieurs ohms en présence d'une oxydation.

**Clignotants**

Commençons le cas simple : les clignotants se mettent en grève d'un côté, une seule lampe s'allume sans clignoter, l'autre reste aveugle. Si celle-ci est grillée, faites l'échange avec une autre lampe qui fonctionne, de même puissance que celle d'origine, en règle générale 21 W. Avec la lampe en état de marche, la lumière peut continuer de refuser de jaillir sur son clignotant. Commencez par nettoyer soigneusement les contacts du culot pour éliminer les oxydes mauvais conducteurs d'électricité. En l'absence de résultat, réfléchissez aux symptômes. Le clignotement est normal d'un côté, donc la centrale clignotante fonctionne. Du côté incriminé, une seule lampe s'allume sans clignoter. N'oublions pas que la grande majorité des centrales ont besoin des deux pour fonctionner. La commande au guidon remplit bien son rôle de latéralisation aussi, puisque une lampe fonctionne. Saisissez-vous de la lampe témoin. Le raccordement à la masse est à vérifier en premier. Brancher la lampe témoin au "plus" de la batterie puis sonder la masse du support de culot du clignotant, puis le bon branchement de son fil (débranchement facile avec les vibrations s'il a été mal raccordé). Ensuite testez l'arrivée du courant d'alimentation "+" au clignotant en restant raccordé à la masse. Si le courant ne passe pas, c'est révélateur d'une coupure quelque part. À partir de là il faut remonter soigneusement de branchement en branchement vers la commande au guidon, en les testant toujours à l'aide de la lampe témoin. Rappelons que les fils de branchements sont, en règle, verts pour le côté droit et marrons à gauche. À un moment, vous allez fatalement retrouver le courant, en amont de cette coupure qui peut être de natures diverses. Une moto secoue et vibre



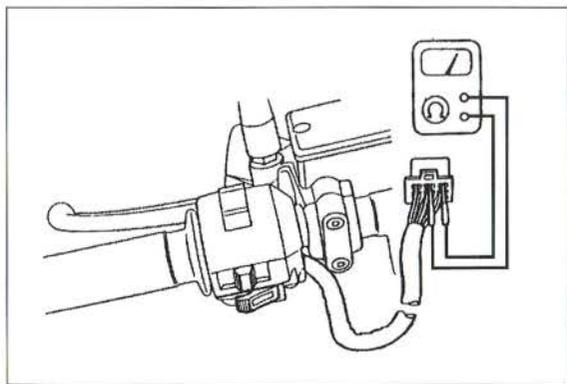
*Sans connaître la couleur des fils, c'est la jungle.*

beaucoup plus qu'une voiture, d'où nos misères électriques. Les cosse peuvent se débrancher, se desserrer, se dessouder, les fils se faire découper inopinément, ou encore plus vicieux, casser à l'intérieur de leur gaine isolante. C'est invisible et de plus le contact se fait par intermittence au gré de l'agitation ambiante, pas évident à tester. Cette mesquinerie peut se produire à proximité des soudures à l'étain mal faites. L'étain fondu est remonté à l'intérieur du fil par capillarité et a rendu cassant celui-ci. Si par malchance vous tombez sur un fil récalcitrant sans arriver à trouver sa coupure, installez un autre fil neuf pour refaire le branchement. Une autre méthode pour contrôler une portion de circuit isolée : utilisez la lampe témoin en raccordant une de ses pinces crocodile à une borne de la batterie ou d'une pile et le shunt (le bout de fil avec une pince crocodile à chaque bout), raccordé à l'autre borne, ainsi vous avez la lampe auto-alimentée pour indiquer qu'un passage de courant est bon, sans être obligé de mettre le contact et les clignotants en action.

Les clignotants ne fonctionnent pas d'un côté alors que les deux ampoules sont bonnes. La

lampe témoin révèle que le "+" n'arrive pas aux lampes. La coupure de branchement peut venir de l'endroit où le fil de retour de la commande du guidon se raccorde aux deux fils avant et arrière. Deuxième possibilité, un mauvais contact dans la commande du guidon, heureusement rare. Vous pouvez la tester à l'ohmmètre pour voir si la résistance présente indique une oxydation. Démontez alors le commodo pour nettoyer les contacts. Si l'ohmmètre indique l'infini, c'est qu'une plaquette, une soudure ou un fil est cassé à l'intérieur du commodo. Il est à remplacer. Vous pouvez faire ce contrôle à la lampe témoin en l'absence de multimètre.

Aucun clignotant ne fonctionne. Après vérification du fusible, vous pouvez contrôler directement la centrale clignotante elle-même. Repérez sur le schéma électrique la couleur de ses fils, notamment celui qui repart vers la commande au guidon. Branchez la lampe témoin entre cette sortie et la masse. Contact mis, elle doit s'allumer. Vérifiez toujours à la lampe témoin si le fil d'alimentation "+" de la centrale est bien alimenté. Si ce fil n'est pas coupé, la centrale clignotante est à changer.



Contrôle d'un commodo.

## Éclairage défaillant

La méthode d'investigation reste la même pour résoudre un problème d'éclairage défaillant que pour les clignotants. Contrôlez la lampe, le fusible, les branchements de masse et d'alimentation à l'aide de la lampe témoin. Un faisceau électrique endommagé ou un commodo faisant mauvais contact vous est révélé par la recherche méthodique à la lampe témoin et à l'ohmmètre pour la qualité des contacts. En vous repérant au schéma électrique pour identifier les fils, vous commencez par les branchements au consommateur d'électricité, la lampe, pour remonter comme au fil de l'eau jusqu'à l'élément perturbateur, l'écluse fermée. L'oxydation des contacts au commodo se contrôle à l'ohmmètre. Il suffit de débrancher son sucre de raccordement, de reconnaître les couleurs des fils concernés grâce au schéma, de tester avec les fiches de l'ohmmètre (oxydation = résistance). Les pièces délicates à l'intérieur du commodo peuvent être désoxydées avec précautions. Si des pièces sont à changer, elles ne sont malheureusement pas disponibles en pièces détachées. Il faut remplacer le commodo. Le contacteur général à clé peut être aussi victime d'usure, de grippage et d'oxydation en vieillissant. Il est également contrôlable à l'ohmmètre mais très difficilement réparable vu sa relative complexité interne et le fait qu'il est souvent monté serti. À remplacer donc en cas de déficience.

Prenons l'exemple du feu stop qui refuse de fonctionner alors que sa lampe et son fusible sont bons après contrôle. La lampe témoin révèle que le courant n'arrive pas à la lampe stop. Cela peut être provoqué par une défaillance de la commande de stop de frein avant au guidon et/ou de la commande de stop à la pédale de



Contact de feux de stop  
Les contacts du feu de stop au frein avant sont exposés à l'oxydation et au débranchement accidentel.

frein. Commencez par repérer sur le schéma électrique les couleurs des fils concernés par cette double commande. Débranchez les connecteurs et testez à la lampe témoin, pile et shunt si ces commandes laissent bien passer le courant lorsque vous les actionnez. Sur le schéma, le circuit des feux stop est surligné en trait plus épais pour vous faciliter la lecture.

## Faisceau électrique endommagé

Après un accident, un choc, la réparation n'a pas forcément porté sur le faisceau électrique. Il est possible aussi qu'il soit mal remonté ou mal branché. Un contrôle visuel de l'état des gaines de protection du faisceau vous révèle l'endroit où le bât blesse. Déchirure, usure, écrasement, connexions mal branchées, vous pouvez remettre tout cela en ordre à l'aide de scotch et de collier

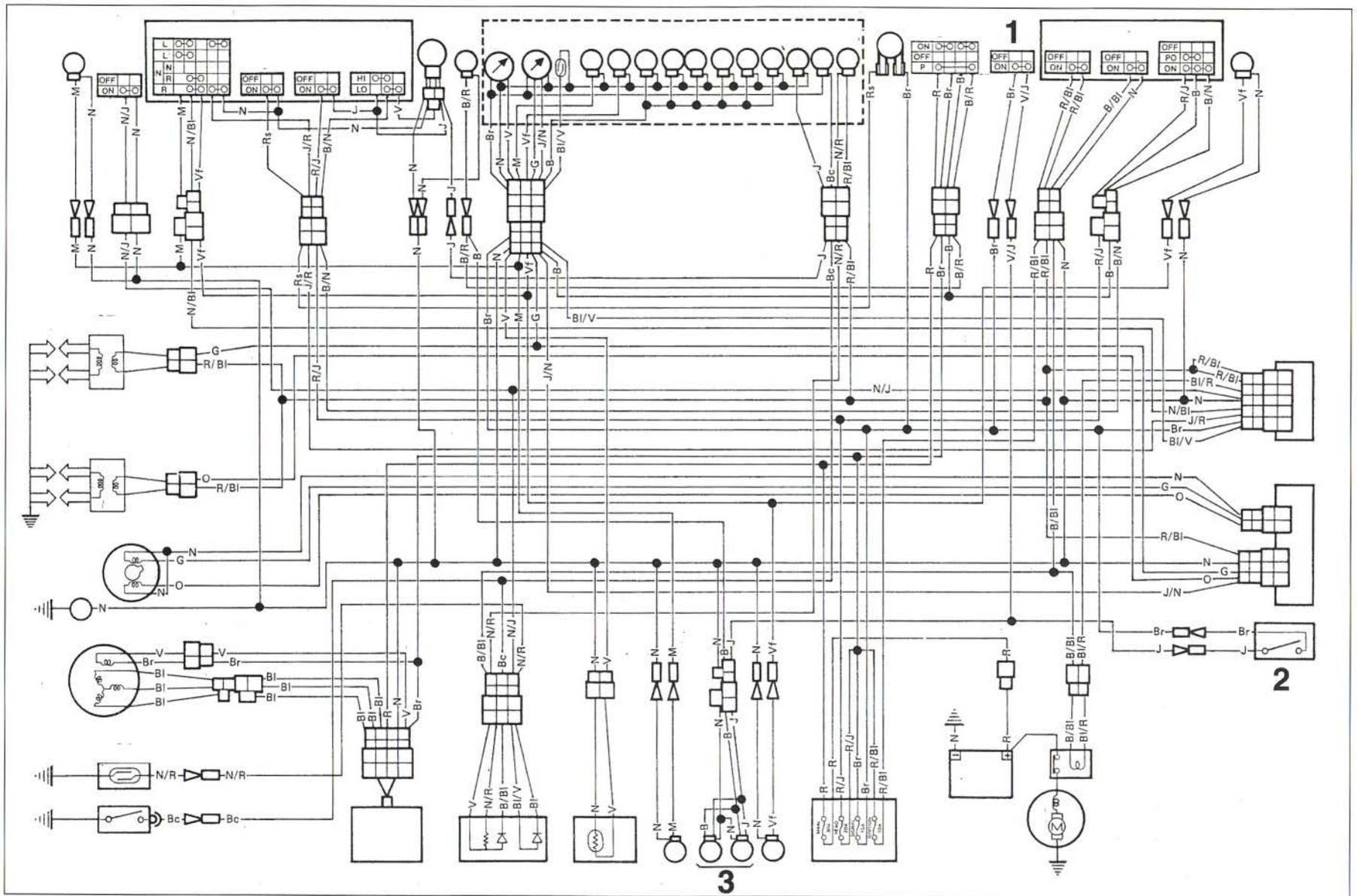
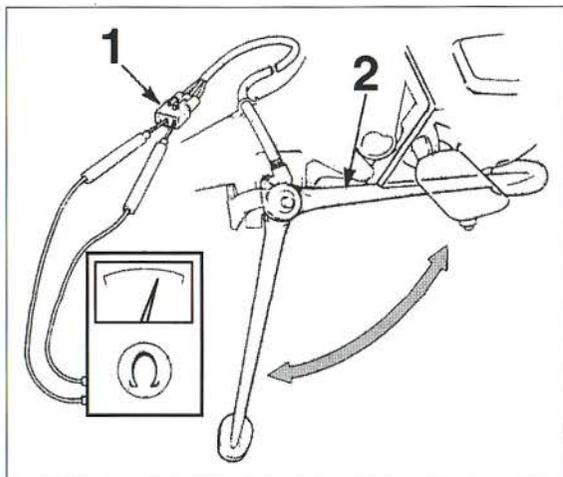


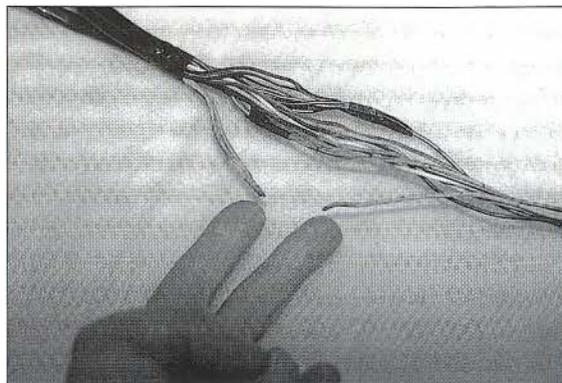
Schéma de câblage électrique Yamaha XJ 600

Le surlignage ou le traçage au feutre de couleur facilite la lecture de la portion d'un circuit électrique concerné par une défaillance. Ici, les feux stop sont commandés par des fils bruns, verts et verts/jaunes, la commande au levier est 1, la commande au pied 2, et les lampes de feux stop 3.



La connexion 1 peut être contrôlée à l'ohmmètre ou à la lampe témoin selon la position de la béquille 2.

pour que le faisceau joue son rôle avec aisance. Pour la qualité des connexions internes, la solution est d'étudier le schéma électrique du faisceau complet, les couleurs de ses fils. Puis, débranchez la batterie et utilisez l'ohmmètre pour vérifier que le courant ne rencontre pas de résistance et passe bien partout.



Il ne faut pas hésiter à sortir les fils d'une gaine de faisceau pour déceler l'origine d'une panne électrique.

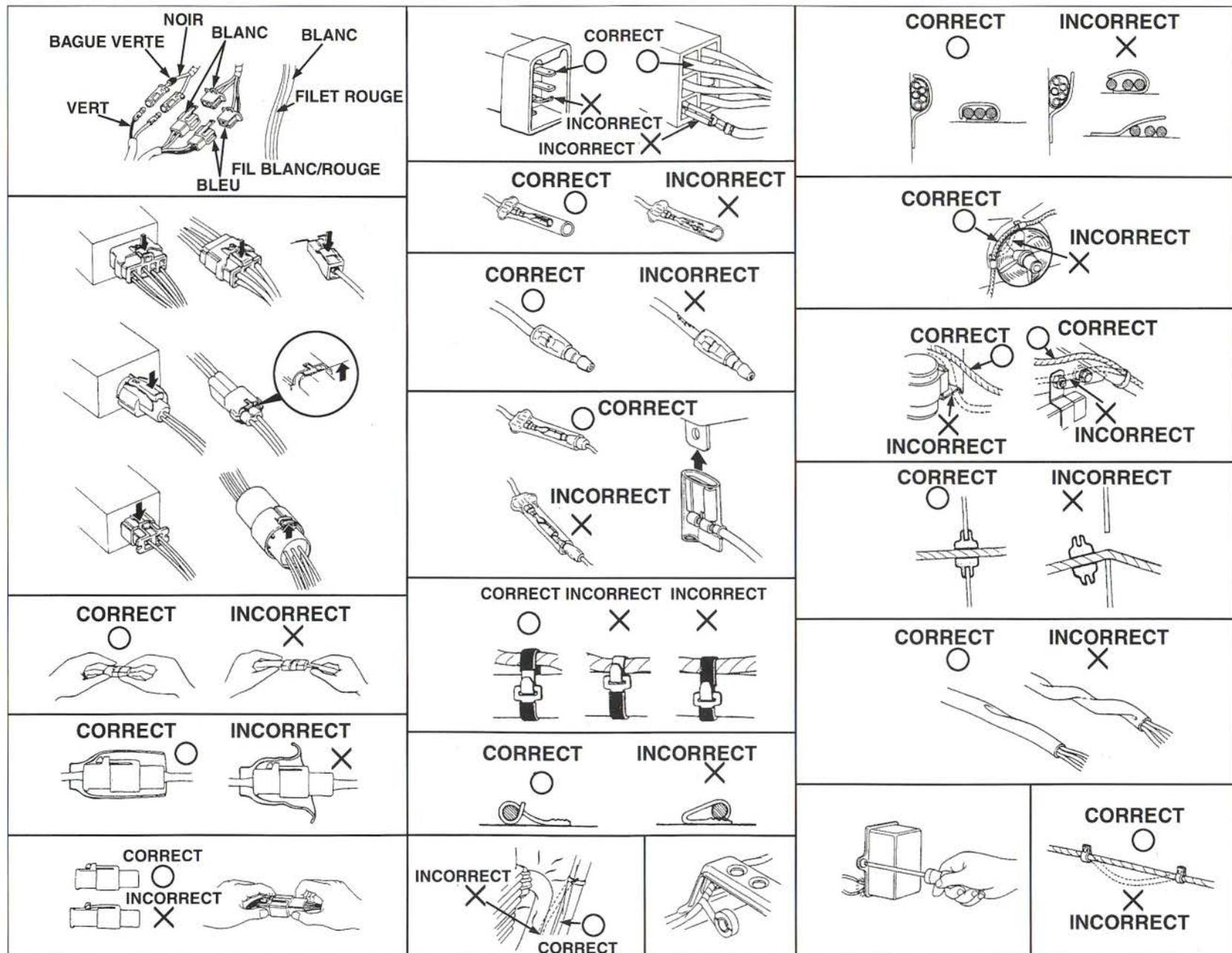
## Contacteur de béquille latérale

Un problème peut venir du contacteur de sécurité de la béquille latérale. C'est une panne classique et simple à vérifier. En vieillissant la latérale prend du jeu, les contacts peuvent aussi s'oxyder et la fonction se fait mal, d'où la coupure d'allumage intempestive. C'est flagrant si le moteur accepte de tourner tant que vous n'engagez pas une vitesse. Si vous raccordez provisoirement les deux bornes du contacteur avec un fil électrique (on dit "shunter") pour le

dépannage, remettez-le en état dès que possible. Les accidents provoqués par une latérale dépliée peuvent être redoutables. Pour contrôler ce contact de sécurité, débranchez-le et utilisez l'ohmmètre ou la lampe témoin pour vérifier sa fonction de passage de courant selon que la béquille est repliée ou dépliée. La lecture du schéma électrique vous révèle fonction et couleurs des fils de ce contacteur. S'il n'officie plus correctement, montez-en un neuf.

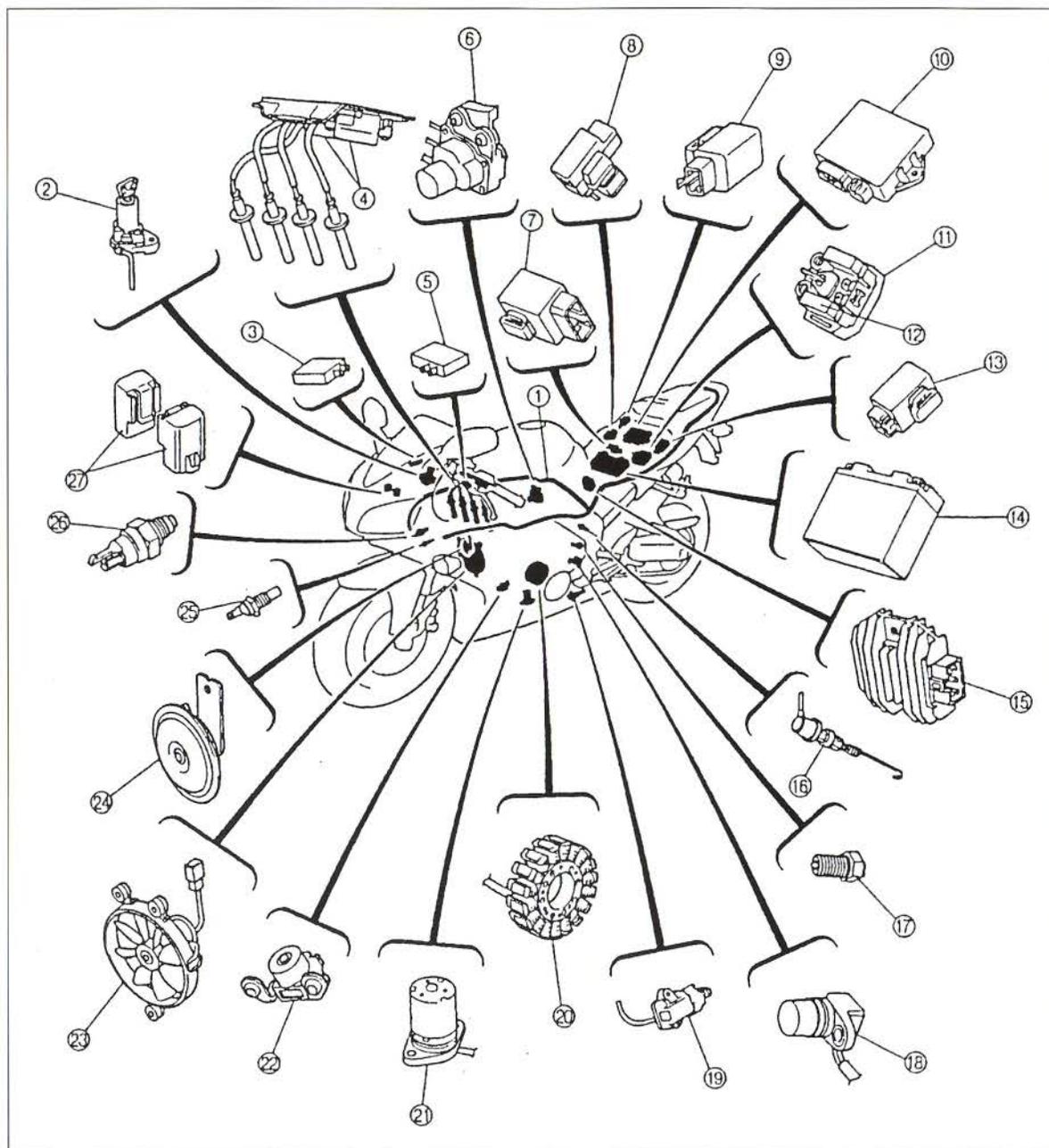


Contacteur de sécurité de béquille latérale.



Compte tenu de la complexité des équipements électriques sur les modèles actuels de moto (ici la Yamaha YZF-R1), les constructeurs sont appelés à fournir une documentation de plus en plus précise.

1. Câblage général -
2. Contacteur à clé -
3. Contacteur de stop sur le frein avant -
4. Bobines d'allumage -
5. Contacteur d'embrayage -
6. Servomoteur EXUP -
7. Bloc relais -
8. Boîtier à fusibles -
9. Relais de clignotants -
10. Boîtier d'allumage -
11. Relais du démarreur -
12. Fusible principal -
13. Relais de niveau d'huile -
14. Batterie -
15. Redresseur-régulateur -
16. Contacteur de stop sur le frein arrière -
17. Contacteur de point mort -
18. Capteur de vitesse -
19. Contacteur de béquille latérale -
20. Stator d'alternateur -
21. Contacteur de niveau d'huile -
22. Capteur d'allumage -
23. Ventilateur de refroidissement du moteur -
24. Avertisseur sonore -
25. Sonde de température -
26. Thermocontact -
27. Relais de phare.



## 3<sup>e</sup> PARTIE

---

# **OUTILS ET MÉTHODES**

---

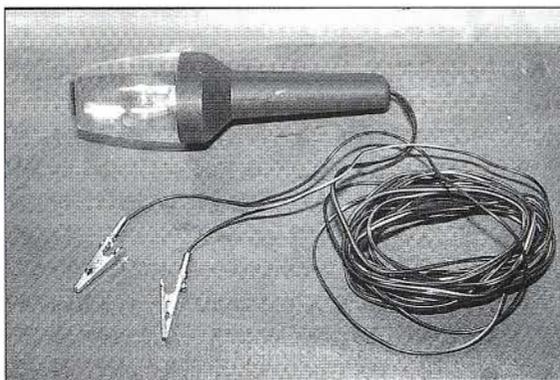
---

# 1. LES INSTRUMENTS DE MESURES

## Lampe témoin et shunt

Pour la vérification du passage du courant électrique sur le circuit du "consommateur" défaillant, le premier outil est la lampe témoin. En grande surface ou en magasin de bricolage, les petites lampes témoin spécifiques, format stylo ou tournevis, sont assez répandues. Elles sont pratiques mais peu fiables et robustes, sauf celles avec un corps en acier. Le type tournevis sert à chercher l'arrivée de courant à son extrémité, l'autre bout se composant d'un fil muni d'une pince. La petite lampe à l'intérieur du corps du "stylo" est faible, et sujette elle aussi aux mauvais contacts avec du matériel de qualité douteuse, un comble. De plus, lorsque la lampe est à changer, elle souvent irremplaçable. La lampe témoin que nous avons retenue est en

acier. Son ampoule se remplace sans problème. Son embout testeur est équipé d'un capuchon vissé par sécurité sur une solide pointe. Le test peut se faire avec le capuchon vissé. Pour un contrôle plus précis sur du métal oxydé ou des contacts minuscules, enlevez le capuchon et piquez. Il est même possible d'effectuer un contrôle de passage de courant dans un fil sans le débrancher, en enfonçant la fine pointe dans l'isolant du fil jusqu'à atteindre l'âme en cuivre. Cela ne détériore en rien le fil isolant une fois le contrôle effectué.



*Voici une idée de lampe témoin à faire soi-même : un éclairage manuel d'intérieur de voiture qui se branche sur l'allume-cigare, avec deux petites pinces "crocodiles" installées à la place de la prise d'origine.*

La bonne lampe témoin traditionnelle munie de deux pinces se trouve facilement chez le spécialiste en pièces et outillage pour automobile. Une autre solution consiste à fabriquer soi-même une lampe témoin en récupérant par exemple un

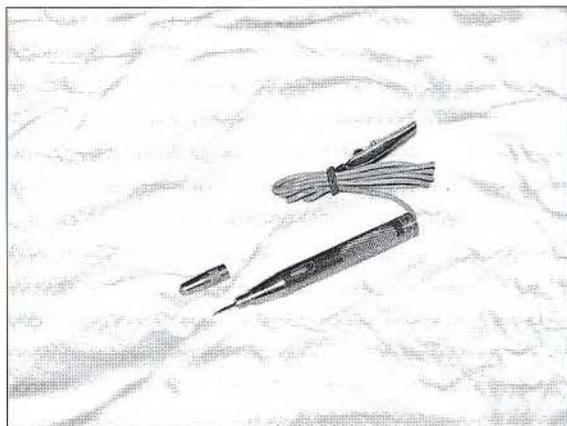
vieux clignotant complet et en le munissant de pinces crocodiles sur ses deux fils. Une autre idée : achetez un éclairage manuel d'intérieur de voiture qui se branche sur l'allume cigare, plus deux petites pinces "crocodiles" pour les installer à la place de la prise.

## Le shunt

Deux autres pinces crocodiles installées à chaque bout d'un fil électrique vous permettent de faire un raccord direct : c'est un shunt. Rappelons que lampe et shunt, avec chacun une pince raccordée à une pile électrique, font une lampe auto-alimentée. Les deux pinces libres testent directement si le courant passe ou non.



*Deux pinces crocodiles installées à chaque extrémité d'un fil électrique vous permettent de faire un raccord testeur direct : le shunt.*



*Cette lampe témoin possède un corps en acier. Son embout testeur est équipé d'un capuchon vissé par sécurité sur une solide pointe.*



*Ce testeur révèle si la batterie est à 25 %, 50 % ou 100 % de sa charge. Il permet aussi un contrôle rapide du fonctionnement du régulateur et de l'alternateur de la moto.*

## Le testeur de charge

Il existe des petits testeurs de charge permettant d'effectuer un contrôle électronique du circuit et de l'état de charge de la batterie. Celui que nous donnons en exemple est commercialisé pour une somme modique en grande surface. Ce testeur est capable de révéler si la batterie est, à la fin de sa vie, incapable de tenir la charge. Il permet aussi un contrôle rapide du circuit de recharge de la moto. Six témoins lumineux sont présents : trois pour l'état de charge (25 %, 50 %, 100 %), à effectuer batterie au repos depuis au moins une demi-heure, n'ayant subi ni recharge ni décharge. Un témoin vous indique si le régulateur de tension ne crée pas de surcharge. Deux autres révèlent si la puissance et le débit de l'alternateur sont bons ou insuffisants. Vous pouvez aussi le brancher pendant la recharge de la batterie au chargeur pour l'arrêter quand le 100 % s'allume.

Ce testeur permet d'effectuer un contrôle sur une batterie à la fin de sa vie sans utiliser le pèse-acide traditionnel qui est trop gros pour les petites batteries de moto. De plus, les batteries sans entretien ne pouvant s'ouvrir, il remplit parfaitement son rôle.

## Le multimètre

Les appareils de contrôle du type multimètre sont commercialisés aujourd'hui ponctuellement dans les grandes surfaces. Il est possible d'en trouver à des prix très différents, mais n'oublions pas que les capacités, la précision et la fiabilité dans le temps se paient toujours au bout du compte. Des produits "made in sud-est asiatique" (il en existe à 140 F) jusqu'aux produits Facom par exemple, une très grande marge existe dans la qualité de fabrication et donc dans le prix.

Le multimètre peut être équipé d'un cadran à aiguille, d'une moins grande précision que celui à affichage digital, mais l'intérêt réside dans ces fonctions à notre niveau. Rappelons quelques chiffres en exemple pour donner un ordre d'idée lors de l'achat d'un multimètre : capacité de contrôler la tension de 200 mV à 600 V, l'intensité de 200 mA à 10 A, la résistance de 0,1 ohm jusqu'à 2 000 kilo-ohms. Prenons le Facom 711 (cher pour un amateur) : tension continue et alternative de 0,1 mV à 600 V, courant continu ou alternatif de 10  $\mu$ A à 10 A, résistance de 0,1 ohm à 40 mégaohms. Évidemment, selon le prix, d'autres appareils peuvent avoir des marges restreintes par rapport à ces chiffres. Si le minimum à tester est impossible en dessous de 200 ohms, l'appareil manque singulièrement d'intérêt. L'ancêtre bien connu des vieux ateliers et des écoles est le Métrix, à aiguille. Il reste une

référence, même s'il date d'une autre époque. Il est de maniement moins facile que les appareils modernes. Ceux-ci ont un simple bouton sélecteur pour les mesures à faire. L'affichage digital permet de se passer du choix de l'échelle de valeur, car elle est automatique. En plus de son bouton sélecteur, le Métrix, lui, possède 6 fiches de branchements pour aller de 30 mA à 15 A, 5 fiches pour aller de 15 à 750 V, plus le branchement à la masse et la possibilité du test shunt.

Sur un multimètre actuel, on peut vous proposer la fonction compte-tours et aussi l'échelle de lecture du pourcentage de Dwell grâce à une pince sur un fil de bougie. Le pourcentage de Dwell sert à définir l'angle de came lorsqu'on règle un allumage à rupteur. C'est utile sur les voitures anciennes (quatre bosses sur la came), un peu aussi sur les anciennes flat-twin BMW, mais totalement inutile pour les allumages électroniques.



*Deux générations de multimètres. À gauche, le célèbre Métrix bien connu des professionnels qui fait place, de plus en plus, aux instruments de mesure à affichage digital beaucoup plus précis, tel le Fluke de la série 10 (à droite), très simple d'utilisation et bien adapté à un usage moto.*

## 2. LES CHARGEURS DE BATTERIE



*Ce type de chargeur est prévu pour les batteries de voiture qui sont d'une capacité et d'une puissance bien supérieures à celles d'une moto.*

### Chargeur prévu pour les batteries de voiture

Le type très répandu de chargeur de batterie que l'on peut se procurer en l'empruntant ou en l'achetant est celui prévu pour les automobiles. Problèmes : ces batteries sont d'une capacité et d'une puissance bien supérieures à celles d'une moto. Rappelons que l'intensité du courant de charge normale ne doit pas dépasser le dixième de la capacité de la batterie. Exemple concret : 1,4 ampère de courant de charge pour une batterie de 14 ampères/heure de capacité dure 10 heures au maximum, moins selon le niveau de décharge de la batterie. Avec un chargeur de voiture, l'aiguille affiche facilement 4 A, ce qui correspond à une batterie de 40 Ah. Si vous l'utilisez, surveillez la température de la batterie pour que les plaques internes ne surchauffent pas. Si elles chauffent trop, elles se déforment et perdent rapidement

leurs qualités. De plus, le dégagement gazeux de la réaction d'électrolyse est important. Or, c'est de l'hydrogène et de l'oxygène qui ne demandent qu'à exploser en présence d'une flamme ou d'une étincelle. Sur une batterie conventionnelle, il suffit de ne pas prendre la précaution de débrancher du secteur le chargeur avant de retirer les pinces des cosses pour qu'une belle étincelle électrique se produise, provoquant l'explosion. Vous pouvez utiliser ce type de chargeur pour une charge rapide, souvent marquée sur les batteries sans entretien. Exemple pour une Honda CB 500 : 4 A pendant une heure, pas plus. Ces chargeurs de voiture peuvent avoir une autre particularité qui peut être intéressante pour "réveiller" une batterie de type sans entretien : la tension de charge est réglable en 24 V. Pour une batterie de ce type complètement à plat, le démarrage de charge est difficile, voire impossible avec un chargeur non spécifique. L'aiguille d'intensité du courant de charge reste à zéro. Une solution consiste à mettre la tension à 24 V pour réveiller la batterie et lancer la réaction chimique. Cette opération est à surveiller attentivement pendant les premières dizaines de minutes de recharge. Revenez à 12 V dès que la charge prend, visible au cadran.

### Chargeur prévu pour les batteries de motos

Commençons par un produit "Grand Public" diffusé en grande surface, à petit prix : le mini chargeur Elec GT1. En 6 ou 12 V, il fournit un courant de charge d'intensité 1 A ou 0,8 A, ce qui convient très bien aux batteries de scooters

et de motos, qu'elles soient conventionnelles ou sans entretien. Cet appareil est très simple, sans cadran de contrôle. Il suffit de regarder sa montre pour respecter le temps de charge, mais sans risque de surchauffe et dégât vu sa petite intensité. Ceci étant, il n'a pas de sophistication électronique capable de réguler son courant face aux particularités des batteries sans entretien.

Continuons par une référence : le chargeur OptiMate (12 V) commercialisé notamment par Honda et Moraco, complété récemment par l'AccuMate (6 et 12 V). Le prix de l'OptiMate, moins de 400 F, et sa distribution sur le marché depuis plusieurs années, lui ont fait une solide réputation par ses capacités et sa simplicité d'usage. Il convient pour toutes sortes de batteries conventionnelles ou sans entretien dont la capacité peut aller de 2,5 Ah à 25 Ah. Il est capable de récupérer des batteries sulfatées. Il est muni d'un circuit électronique avec une fonc-



*Ce chargeur est un produit "Grand Public" diffusé en grande surface, à petit prix : le mini chargeur Elec GT1. Il convient aux batteries de scooters et de motos, qu'elles soient conventionnelles ou sans entretien.*

tion de contrôle cyclique analysant l'état de la batterie. L'OptiMate déclenche le circuit de charge avec éventuellement une étape de récupération de charge élevée (20 V). Bref, on peut le laisser branché longtemps grâce à son horloge interne et avoir à disposition une batterie toujours au mieux de sa forme. Pour compléter ce choix de chargeurs de batterie dédiés moto, une version bi-tension (6 et 12 V), baptisée AccuMate, se présente sous la même forme que l'OptiMate et avec un prix sensiblement identique. C'est un chargeur-testeur pour batteries de 3 à 66 Ah de capacité qui séduira aussi bien les possesseurs de motos anciennes, équipées en 6 volts, que les utilisateurs de motos alimentées en 12 volts, qu'il s'agisse de batteries conventionnelles ou du type MF (sans entretien).



*L'AccuMate est un testeur/chargeur très polyvalent acceptant indifféremment les batteries de 6 ou 12 volts par simple basculement d'un curseur.*

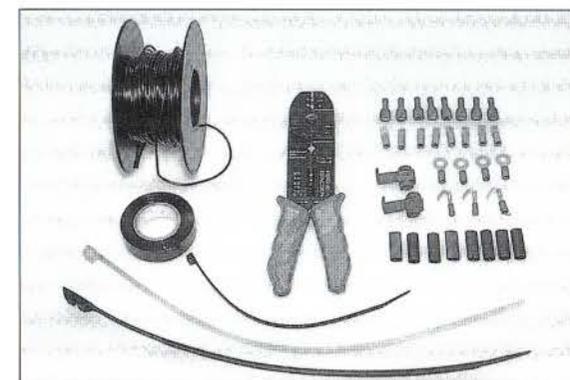
## 3. LES CONNEXIONS ÉLECTRIQUES

### Le sertissage

Poser un klaxon ou un projecteur supplémentaire, réparer un fil accidentellement coupé, cela doit se réaliser avec un minimum de précautions pour éviter de créer des problèmes. Le sertissage est la solution couramment employée. Une proportion non négligeable des pannes électriques sur une moto provient des connexions. Il est donc impératif que celles que l'on peut être amené à réaliser soi-même ne soient pas une cause de soucis supplémentaires avec les vibrations, le manque de protection, la mauvaise étanchéité entraînant l'oxydation. La soudure à l'étain est la meilleure solution (voir chapitre suivant) mais reconnaissons que le sertissa-

ge à la pince est beaucoup plus répandu. Il est facile de se procurer le matériel indispensable en rayons accessoires auto de grande surface ou en centre auto : cosses mâles et femelles, fil électrique, ruban adhésif, collier de fixation en Nylon type Rilsan, pince à dénuder et à sertir.

Pour les cosses mâles, n'hésitez pas à acheter celles munies d'une protection isolante, cela vous évite de terminer par une isolation au ruban adhésif. Il existe aussi des cosses à raccord direct, c'est-à-dire qu'elles vous permettent la liaison de deux extrémités dénudées qui n'auront plus besoin d'être débranchées (la soudure à l'étain est quand même préférable, car bien plus solide).

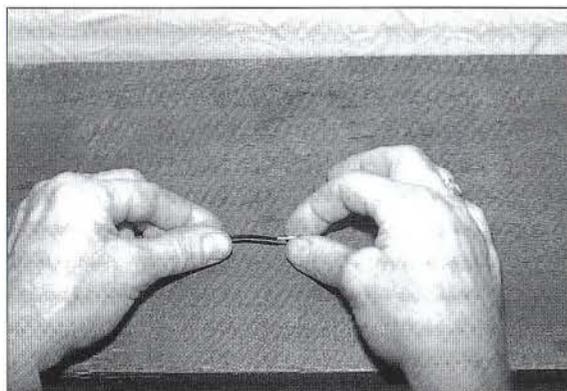


*Le matériel nécessaire pour réaliser ou réparer un circuit électrique comprend : cosses mâles et femelles, fil électrique, ruban adhésif, colliers de fixation en Nylon type Rilsan, pince à dénuder et à sertir.*



*Le dénudage du fil s'effectue sur le peigne, à l'encoche précise correspondant à la section du fil à dénuder.*

Il existe aussi un petit matériel utile pour un raccord rapide sur un circuit existant : le raccord voleur appelé aussi raccord rapide. Il permet de faire une dérivation, de piquer un fil sur un autre sans rien dénuder. Il suffit de placer les deux fils côte à côte dans le raccord et de serrer sa lame



*Il est nécessaire de torsader finement les fils de cuivre sur eux-mêmes. Cet enroulement de fil donne une bien meilleure résistance à la traction une fois le sertissage accompli.*

avec une pince universelle. La lame est étudiée pour dégager l'isolant du fil et coincer l'âme en cuivre, pour faire contact. Un couvercle à rabattre isole le tout. Il présente l'inconvénient de ne pas forcément s'adapter au diamètre du cuivre sur lequel vous opérez. Les contacts ne portent pas sur la totalité de la section du fil et ne respectent pas nécessairement l'intensité qui passera. Enfin, l'isolation face à l'humidité est inexistante et ce petit matériel a besoin d'être soigneusement fixé pour ne pas être rapidement victime des vibrations d'une moto.

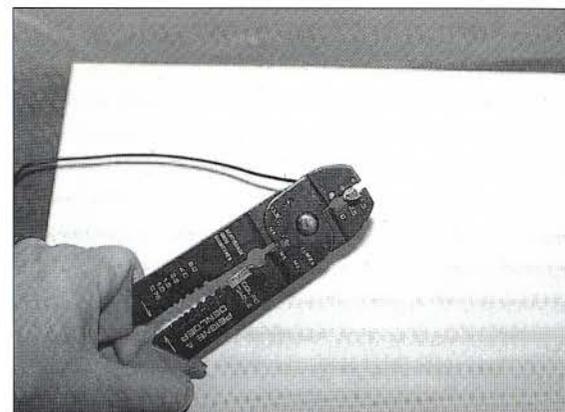
Pour le fil électrique, c'est la section du fil de cuivre en mm<sup>2</sup> qui compte. Un fil a lui-même une certaine résistance au passage du courant, un fil trop mince ne supportera pas une intensité importante sans chauffer. La section est à choisir en fonction de la puissance de l'élément consommateur.

#### **Tableau de résistance en ohm par mètre en fonction de la section des conducteurs**

0,1 mm <sup>2</sup>	= 2,2 ohm/mètre
0,5 mm <sup>2</sup>	= 0,09 ohm/mètre
1 mm <sup>2</sup>	= 0,02 ohm/mètre
1,5 mm <sup>2</sup>	= 0,009 ohm/mètre
2 mm <sup>2</sup>	= 0,005 ohm/mètre

Un fil de 1 mm<sup>2</sup> de section, isolé par une gaine de 1,5 mm de diamètre permet le passage à 30 °C d'un courant de 19 A. À 50 °C, 13,5 A. Un fil de 2,5 mm<sup>2</sup> avec une gaine de 2,2 mm autorise respectivement 32 A et 22 A.

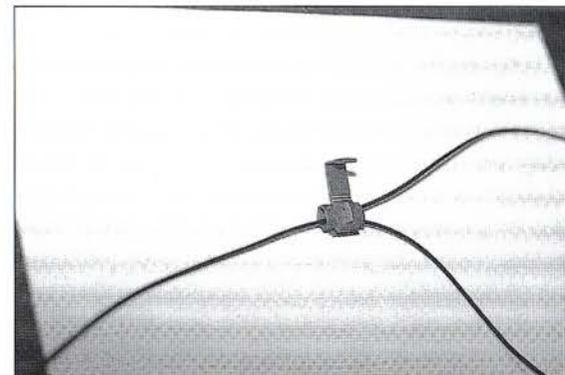
Vous pouvez opter pour du 1 mm<sup>2</sup> ou du 1,5 mm<sup>2</sup> pour la majorité des cas, le fil étant en cuivre multi-brin — plus grande souplesse et



*Une cosse de couleur bleue se sert avec l'empreinte repérée par un point bleu, c'est normalisé.*

moins risque de rupture —, et non mono-brin comme dans les maisons. Le diamètre de l'isolant peut être plus ou moins grand. Le fil mince est certes plus pratique à faire passer, mais résiste moins aux frottements.

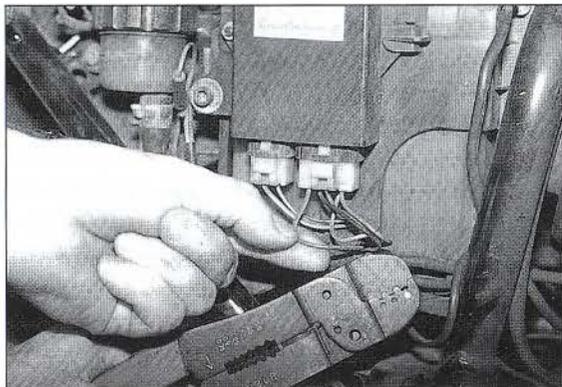
Pour l'achat de la pince à dénuder, il en existe de qualité professionnelle avec un le bec dénu-



*Il suffit de serrer, la lame va descendre dénuder les deux fils et établir le contact de ce raccord rapide.*

deur réglable. Laissez-les de côté, l'erreur de réglage est trop facile, rompant quelques brins au passage. La pince multifonction dénudage, sertissage, couple câble est la plus répandue. Le défaut couramment répandu de celles à petit prix est le jeu axial de leurs mâchoires, empêchant la précision du geste. En règle générale, leurs becs de sertissage sont de forme ovale. À noter que celle de la photo en action possède un bec calibré de forme angulaire très étudiée pour obtenir un meilleur sertissage. C'est un "plus" de qualité professionnelle.

Le premier petit piège avec cette pince consiste à se tromper d'empreinte calibrée pour dénuder le fil. Conséquence : des brins des torons de cuivre peuvent être coupés au passage, affaiblissant la liaison fil-cosse et risquant un problème de passage du courant si celui-ci est de forte intensité. Sur le peigne à dénuder sont portées les sections de fil. Si vous ignorez la vôtre, commencez par essayer avec les gros passages, pas avec les petits. Enlevez environ 5 mm de gaine, puis torsadez finement les fils de cuivre sur eux-mêmes. Cet enroulement de fil donne une bien meilleure



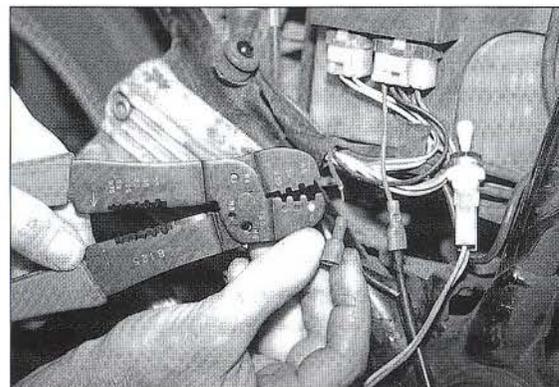
*Pour une intervention sur le circuit, la pince à sertir de bonne qualité permet une action rapide et précise.*

résistance à la traction une fois le sertissage accompli, car les fils restés en ligne glissent beaucoup plus facilement. Introduisez le fil dans la cosse jusqu'à ce que la gaine vienne buter sur la partie métallique servant au sertissage. Sur la pince, les becs possèdent trois empreintes à sertir, marquées chacune d'un point jaune, un bleu et un rouge, en taille décroissante.

Remarquons que la cosse à sertir est de la couleur correspondant à l'empreinte que l'on va utiliser. Orientez correctement l'ouverture du sertissage de façon à ce qu'il se referme sur le fil comme deux becs, favorisant ainsi un bon écrasement et une excellente résistance de la cosse à l'arrachement. Si vous avez un doute sur la qualité de votre sertissage, tirez entre la cosse et le fil assez fortement. Si cela ne tient pas, recommencez plus soigneusement avec une cosse neuve.

**Important :** les épissures scotchées sont à bannir.

Dénuder deux fils et les torsader ensemble, isoler le tout avec du ruban adhésif ne se conçoit qu'en dépannage au bord de la route. Ce genre de liaison ne tient jamais la distance, et risque, en

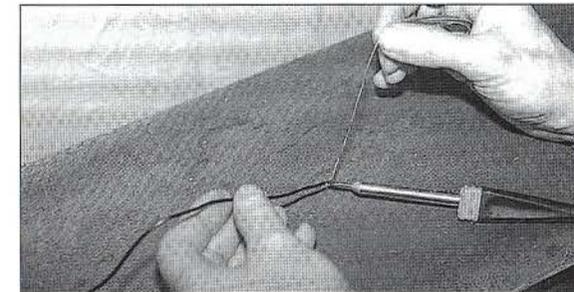


*Les nouvelles cosse bleues sont solidement fixées par le sertissage.*

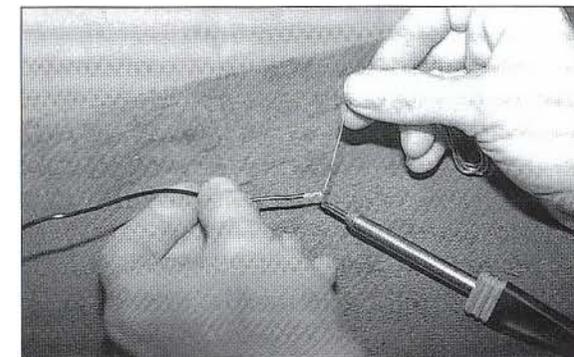
plus de la panne, de faire un superbe court-circuit. À ce propos, rappelons aussi que toute installation doit être protégée par un fusible, sinon vous prenez le risque d'embranchement du circuit électrique. Les raccordements à la masse doivent aussi être soignés (pas d'oxydation), la mauvaise masse est la panne la plus fréquente.

## La soudure à l'étain

La soudure à l'étain est plus fiable que le sertissage. La preuve en est que vous ne verrez



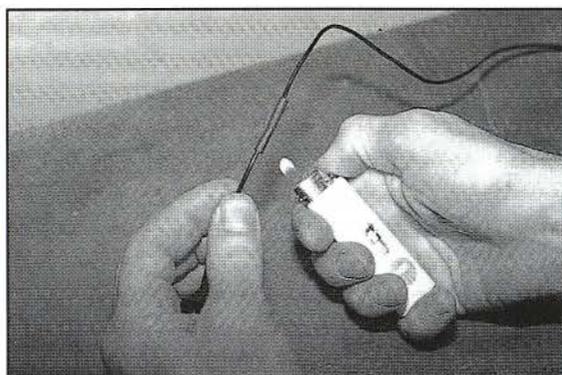
*Le fer à souder doit être placé sous l'extrémité du fil dénudé, la soudure à l'étain au-dessus pour fondre.*



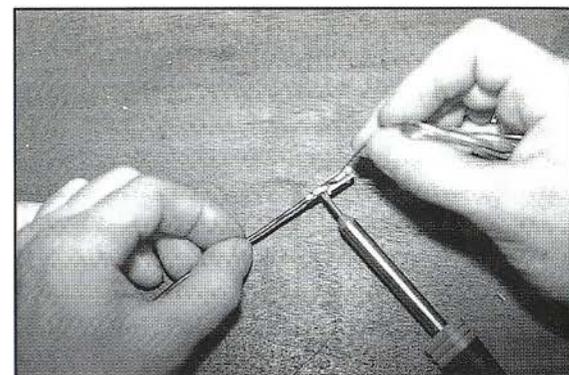
*Voici l'extrémité étamée d'un fil, prête pour la soudure avec un autre élément.*

jamais une cosse non soudée sur un faisceau électrique d'origine. Pour certaines opérations, comme le sauvetage d'un morceau de faisceau ou d'une liaison défaillante du circuit d'origine, il est donc nettement préférable d'effectuer une réparation soudée et non sertie. D'ailleurs, dans beaucoup de cas, le manque de place vous empêche de loger des cosses serties supplémentaires. Est-il nécessaire d'insister sur la nécessaire robustesse d'une liaison électrique sur le circuit d'allumage ou celui de redresseur/régulateur de tension ?

Les éléments électriques sont identiques à ceux du sertissage, à la différence près que les cosses prévues pour être soudées sont présentées ouvertes, avec une gaine isolante à installer après. Il suffit de disposer d'un petit fer à souder électrique et d'un rouleau de fil d'étain pour souder. Brancher le fer à souder pour qu'il chauffe tranquillement à la bonne température. Attention à vos doigts et à son extrémité : ça brûle. De même, ne le posez pas n'importe où quand il est chaud. La pince à dénuder enlève quelques millimètres de la gaine isolante.



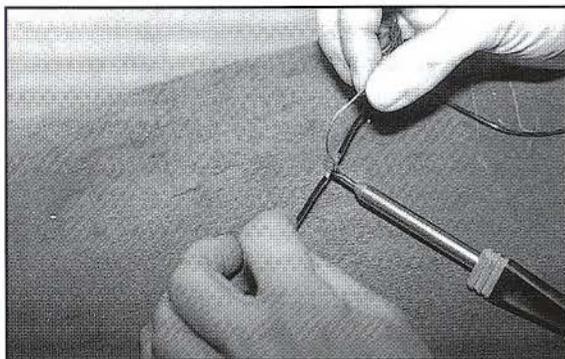
*Une fois la soudure effectuée, la gaine thermo-rétractable préalablement enfilée se rétracte sous l'effet de la chaleur et isole parfaitement la liaison.*



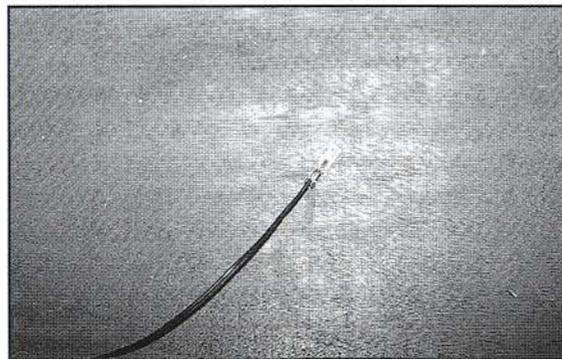
*L'extrémité du fer à souder se place au-dessus de l'extrémité étamée. Presser le fil d'étain au même endroit pour qu'il fonde.*

Chauffer l'extrémité du fil de cuivre, et préparez à l'emploi une longueur suffisante de fil de soudure. Vous tenez le fer sous le cuivre, et vous appliquez l'étain par au-dessus. Dès que celui-ci atteint sa température de fusion, une goutte s'infiltre dans le cuivre. Stop, n'en mettez pas trop. Le fait de faire rentrer trop d'étain dans les brins

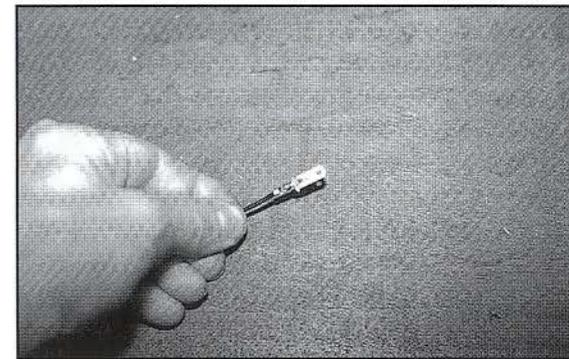
de cuivre ne favorise pas la robustesse de la future liaison, car le métal en fusion va remonter par capillarité dans le cuivre, progressant à l'intérieur de la gaine. Or, ceci est un alliage moins souple que le fil lui-même, donc plus sensible aux vibrations et aux fixations approximatives. En vieillissant, le fil peut se casser de façon invisible sous la



*Les deux extrémités des fils à raccorder doivent être placées l'une sur l'autre, le fer à souder en dessous, le fil d'étain au-dessus.*



*Le fil étamé doit être installé correctement sur la cosse.*



*Cette cosse soudée à l'étain servira sans faiblir pendant des années.*

gaine, provoquant la pire des pannes à découvrir : la panne intermittente. Le courant passe ou ne passe pas selon l'humeur du jour. Si c'est pour assembler deux extrémités de fils face à face, n'oubliez pas l'isolation future. Ce n'est pas toujours évident de la réaliser à l'aide de scotch, en fonction de la place. La gaine thermorétractable du commerce, de diamètre adéquate, est idéale. Glissez-la sur le fil et repoussez-la loin de la future soudure. Le deuxième fil ayant été préparé comme le premier, mettez-les en contact l'un sur l'autre, chauffez avec le fer et remettez une goutte d'étain. Surtout, ne chauffez pas trop, et stoppez dès que le métal d'apport a fondu. Une surchauffe peut évaporer une partie

de l'alliage (qui ne comprend pas que de l'étain) et empêcher d'assurer une bonne liaison résistante. Vous pouvez tester votre travail en tirant sur votre soudure. Ensuite, glissez la gaine thermorétractable par dessus votre assemblage et chauffez-la doucement à l'aide d'un briquet, par exemple. Sous l'effet de la chaleur, elle va se contracter et épouser de très près tout le métal, l'isolant ainsi définitivement.

La soudure d'un fil sur une cosse commence par la même opération, à savoir : dénudez puis chauffez au fer l'extrémité du fil et faites fondre une goutte d'étain.

Ensuite, présentez la cosse possédant quatre oreilles de sertissage : deux pour serrer sur la

gaine isolante, deux pour serrer sur le cuivre étamé. Resserrez chaque paire à leur bonne place à l'aide d'une pince (la pince à sertir si vous en avez une). Ensuite, chauffez avec la pointe du fer placée au-dessus de l'endroit où le fil étamé est serré par les deux oreilles. Puis, tenez précisément le fil d'étain pour que son extrémité soit au même point précis. Dès que l'étain atteint son point de fusion, une goutte descend instantanément sur le fil et les oreilles de la cosse. Inutile d'en mettre beaucoup, cela ôte de la souplesse à l'assemblage, l'épaississant et pouvant même produire un pic lorsque vous enlevez le fer. Ce pic percera aisément l'isolant que vous mettrez, avec les risques de court-circuit qui s'ensuivent.