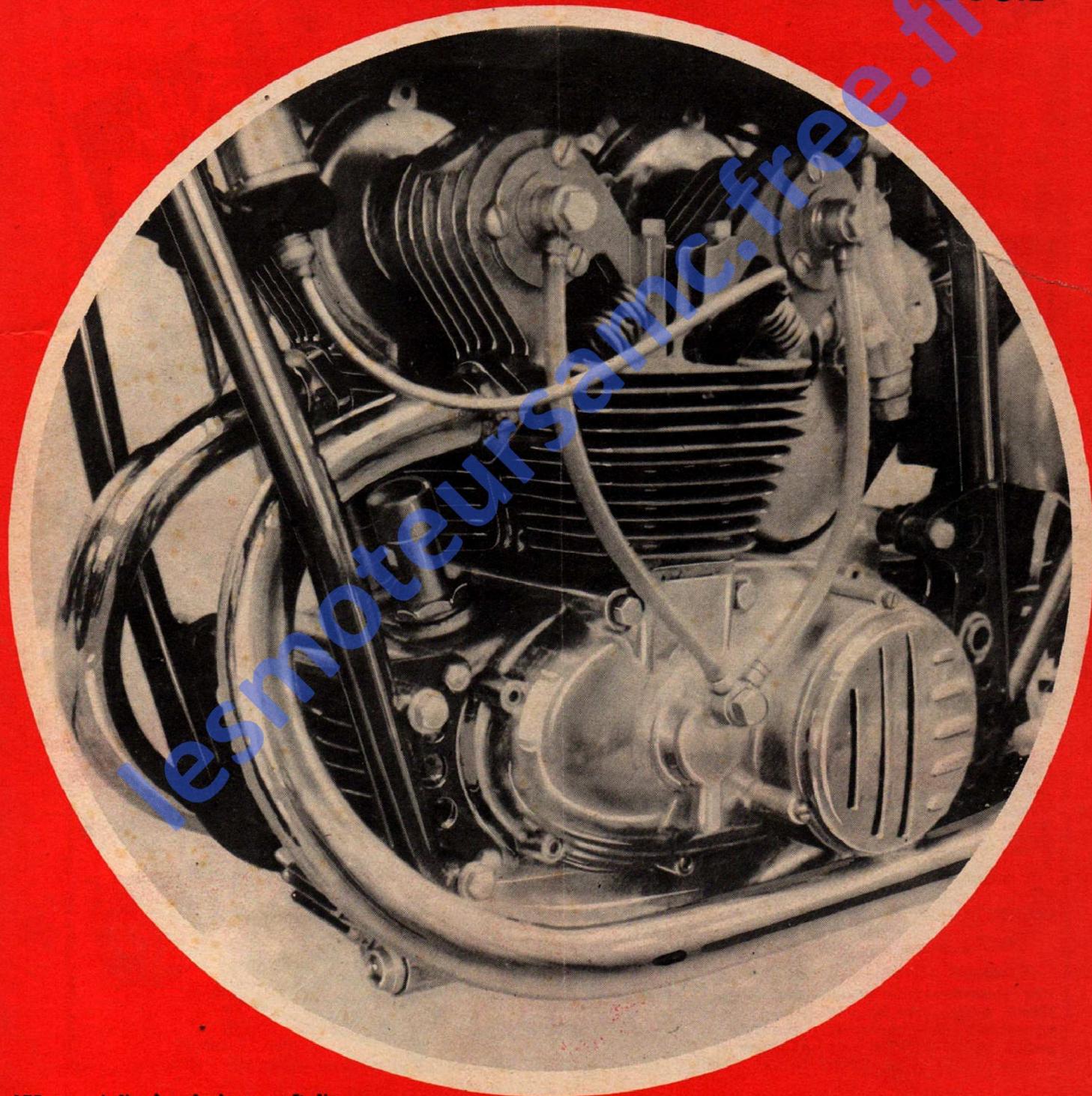


# Moto revue

45<sup>e</sup> ANNEE. — 2 FEVRIER 1957. — N° 1.326

Tous les Samedis, le Numéro : 40 frs

LE VISAGE  
DE LA BOUGIE



Le 175 cmc. à l'ordre du jour en Italie :  
témoin ce 175 twin Ducati compétition.

# CONNAISSE



Après avoir examiné les contraintes auxquelles la bougie est soumise et la manière dont on y répond par le choix des matériaux constituant par un montage et des formes appropriés (M.R. N° 1.322), notre deuxième article (M.R. N° 1.324) fut plus spécialement consacré à « l'indice thermique » : la bougie, pour éviter les phénomènes d'auto-allumage et d'encrassement, doit fonctionner à une température comprise entre 550 et 900° : ceci conditionne le choix du degré thermique de la bougie en fonction du type de moteur et de la manière dont il est utilisé.

Cette fois, et pour terminer notre étude déjà longue, nous abordons une série de questions plus pratiques : examen de la bougie, « brûlage » des électrodes, « perle », montage de la bougie, etc...

Rappelons également qu'une grande partie de la documentation a été fournie par Bosch et par Marchal.

## LE VISAGE DE LA BOUGIE

L'état du moteur, les conditions de son utilisation, le mode de pilotage, et, plus particulièrement, le réglage de la carburation et le type de carburant employé peuvent provoquer des perturbations de fonctionnement dont, bien souvent, la bougie n'est pas responsable, mais qui, par contre, peuvent être détectées par l'examen de cette dernière.

Aussi est-il bon, de temps à autre, de démonter sa bougie, de l'examiner, étant bien entendu que ce qui nous intéresse ici, ce sont les parties en contact avec les gaz, prolongeant la chambre de combustion : bec d'isolant, électrodes, surface interne du culot.

### PRÉ- ET AUTO-ALLUMAGE

Les phénomènes de pré- et auto-allumage se traduisent avant tout par une baisse de puissance.

#### UN POINT CHAUD QUELQUE PART

Nous sommes en présence d'une combustion prématurée des gaz frais, en fin de compression, gaz qui sont enflammés par un point chaud de la bougie (électrode, bec d'isolant, ou parfois, même, partie émergente du culot), ou de la culasse (soupape fermant mal et surchauffée par les gaz fusants, joint de culasse faisant un peu saillie dans la chambre de combustion, particule de calamine faisant également saillie, etc.).

Mais la pré-ignition, même si elle est causée par une bougie surchauffée, peut ne pas être directement imputable au choix de cette dernière : si, lors du montage de la bougie, on a oublié son joint, toute sa partie inférieure (parfois culot y compris) est soumise au souffle brûlant des gaz incandescents : les électrodes chauffées au blanc provoqueront l'auto-allumage. De même une modification du réglage de carburation (émulsion plus pauvre), un accroissement du taux de compression ou une augmentation de l'avance à l'allumage pourront conduire aux mêmes phénomènes.

#### UNE PERTE DE PUISSANCE

Si l'auto-allumage se signale incontestablement par le fait que, contact coupé, on obtient encore quelques tours moteurs, il peut, bien souvent, exister sans manifester aussi nettement son existence.

Mais de toutes façons, une baisse de puissance se fera sentir.

★

L'auto-allumage de l'émulsion apparaîtra généralement lors du temps de compression. Dans ces conditions, l'augmentation brusque de la pression des gaz enflammés exercera une poussée prématurée sur le piston qui est encore dans sa phase ascendante vers son point mort haut : le mouvement du piston sera freiné (première perte de puissance) ;

mais lors de la phase descendante du piston, la poussée qui s'exercera sur sa calotte sera moins élevée que celle qui devrait être obtenue lors d'une inflammation normale (deuxième perte de puissance).

Cependant des points de la culasse ou de la bougie particulièrement incandescents peuvent provoquer l'auto-allumage de l'émulsion gazeuse fraîche durant le temps même de l'admission, les gaz frais s'enflammant au moment de leur pénétration dans le cylindre : la brusque dilatation de ces gaz causera des « retours au carburateur », puisque la soupape d'admission est encore ouverte. Les gaz frais ayant été brûlés durant la phase d'admission ne pourront plus fournir de travail durant le temps de détente... mais par contre, durant la phase d'admission, qui est une phase durant laquelle le moteur devrait refroidir, nous aurons cette fois un échauffement supplémentaire.

#### QUE DIT LA BOUGIE ?

Comment se présente la bougie dans un moteur ainsi surchauffé, et donc sujet à l'auto-allumage ?

Dans le cas d'un carburant sans plomb, le bec d'isolant, blanc, porte bien souvent des sortes de petites perles dues à la fusion de particules métalliques provenant du fût du cylindre, de la jupe du piston, etc. Les électrodes présentent des teintes de métal recuit.

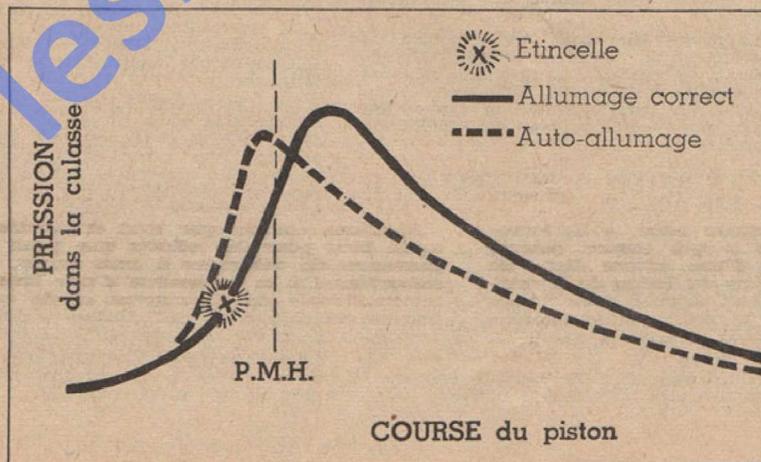
Si, comme c'est presque toujours le cas actuellement, le carburant comporte du plomb tétraéthyle, nous retrouverons les mêmes petites perles sur le bec d'isolant ; mais, de plus, celui-ci sera recouvert, au bout d'un certain temps d'utilisation, d'une sorte de couche vitrifiée, allant d'un brun foncé à un jaune sale. Les électrodes seront souvent rongées.

★

De toute façon, un moteur sujet à l'auto-allumage doit être équipé avec une bougie froide.

### ENCRASSEMENT

L'encrassement d'une bougie se traduit par une marche irrégulière du moteur, par une diminution du régime due à des ratés d'allumage, par une perte de puissance.



# IZ VOTRE BOUGIE...

## LES CAUSES

Cet encrassement peut être du, en dehors de l'utilisation d'une bougie trop froide, à différents facteurs :

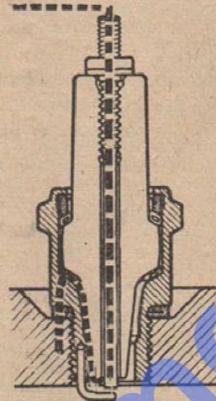
- remontées d'huile provoquées par la rupture d'un segment, l'ovalisation du cylindre, l'usure des guides de soupapes ;
- mélange trop riche en huile dans le cas d'un 2 temps ;
- trop longue marche sur le ralenti, à bas régime, ou bien marche avec le volet d'air fermé (dans ces 2 cas, la carburation est donc trop « riche » en raison du mode de conduite ou d'une erreur dans la manière de conduire).
- carburation mal réglée, donnant une émulsion trop riche ;
- utilisation d'un carburant non approprié, etc., etc.

## LA BOUGIE ENCRASSEE

L'aspect d'une bougie encrassée varie selon que cet encrassement est dû à une carburation trop riche ou à des remontées d'huile. Dans le premier cas, nous trouvons un dépôt charbonneux, noirâtre, sec,

velouté. Dans le second cas, le dépôt est gras, luisant.

Un dépôt de ce genre peut former un lien conducteur entre l'électrode centrale et la masse, en passant par le bec d'isolant et le culot : la bougie se court-circuite, la résistance au passage du courant étant plus faible par les dépôts que par les gaz comprimés entre les électrodes.



Court-circuitage par encrassement : le courant remonte le long du bec d'isolant par les dépôts.

L'encrassement de la bougie peut d'ailleurs revêtir une autre forme, dont nous parlerons plus loin : les « ponts » et les « perles » se forment directement entre l'électrode centrale et l'électrode de masse, parfois entre le bec d'isolant et le culot de la bougie. Le circuit est alors fermé et c'est par ce « pont » que passera le courant, sans donner d'étincelle.

## MANIFESTATION DE L'ENCRASSEMENT

Dans les deux cas, nous aurons d'abord des ratés d'allumage, puis — par le fait d'une bougie qui devient plus froide à cause de la mauvaise inflammation et combustion des gaz — un très rapide encrassement qui conduira très bientôt à la panne totale. Mais cet encrassement provoquant la panne ne doit pas être confondu avec le léger dépôt de suie qui s'est formé durant la courte période où le moteur a tourné sans allumage et fini sur sa lancée ; ce dernier dépôt brûlera et disparaîtra dès que la perle sera enlevée et le moteur remis en marche.

## UNE BOUGIE PLUS CHAUDE

Mais si l'encrassement de la bougie n'est pas dû à une cause mécanique ou à un mauvais réglage, il suffira alors de choisir une bougie plus chaude pour que tout rentre dans l'ordre. Et cette bougie plus chaude aura également la valeur d'un palliatif temporaire, avant réparation ou réglage, en cas d'une des autres causes citées dans ce paragraphe.

## LES DÉPÔTS DE PLOMB

Des conséquences semblables à celles que nous avons illustrées lors de l'encrassement par carburation trop riche ou remontées d'huile, se produiront si l'on



Un bel exemple d'encrassement

utilise un carburant contenant du plomb tétraéthyle afin d'augmenter sa résistance à la détonation (et c'est ce carburant qui est, de loin, le plus fréquemment utilisé).

Il se forme alors, sur le bec de l'isolant, un dépôt à base de plomb qui, aussi longtemps qu'il n'est pas humide et qu'il est froid, n'est pas conducteur de l'électricité. Mais à haute température, il devient de plus en plus conducteur : le courant haute tension trouve une dérivation électrique dans ce dépôt ; l'étincelle aux électrodes est affaiblie et peut même être supprimée.

## LE PLOMB RAVAGEUR

Or, afin de répondre à l'accroissement constant du taux de compression et du taux de remplissage de nos moteurs, il est fait de plus en plus appel au plomb tétraéthyle qui est le moyen le plus barbare, mais aussi le plus simple, pour rendre nos essences anti-détonantes. Mais plus la proportion de plomb est importante (elle vient, en France, d'être augmentée de 20 %), plus seront importants les dépôts de composés de plomb sur la bougie.

De plus, intervient le fait que le carburant peut contenir également une proportion assez importante de soufre sous forme de composés. Aussi, apparaît-il alors, dans les résidus de combustion, non seulement des suies et des calamines, mais encore du sulfate de plomb extrêmement nuisible, qui, avec les autres composés de plomb et à haute température, attaque les électrodes de la bougie, les soupapes, etc... et les endommage.

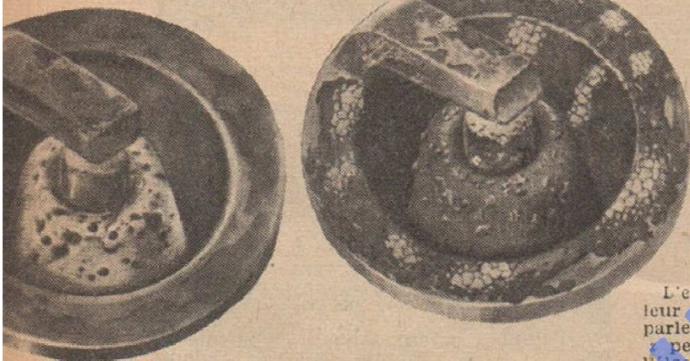
## UNE BOUGIE PLUS FROIDE, MAIS...

Les moyens que nous avons de lutter contre l'action du plomb sont des plus limités, puisqu'il s'agit là d'un phénomène indépendant de nous : la composition du carburant.

Une solution néanmoins : une bougie plus froide, afin que les dépôts de plomb ne puissent atteindre une température pour laquelle ils deviendraient conducteurs. Mais, par contre, la formation de dépôts, ainsi que nous l'avons déjà dit, deviendra alors plus importante.

Le problème est d'ailleurs assez complexe, et nous pouvons aussi avoir, ainsi que nous l'avons vu dans notre numéro 1153, de l'auto-allumage avec une bougie... froide.

Une telle bougie, utilisée en ville ou en conduite tranquille, voit son bec d'isolant se couvrir d'un dépôt vitrifié provoqué par les composés de plomb. Tant que la bougie demeure suffisamment froide, ces dépôts ne sont pas conducteurs électriques,

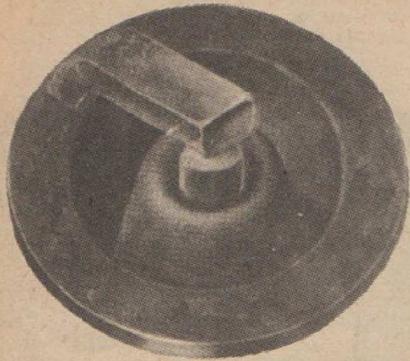


Bougies surchauffées, trop « chaudes ». Dans le cas de carburant sans plomb, bec d'isolant blanc mat, avec de petites perles métalliques. Culot et électrodes ont une teinte de recuit (auto-allumage). Si le carburant comporte du plomb (à droite), cette fois l'isolant est couvert d'une couche vitrifiée de composés de plomb ; également, des petites perles métalliques ; électrodes plus ou moins rongées.

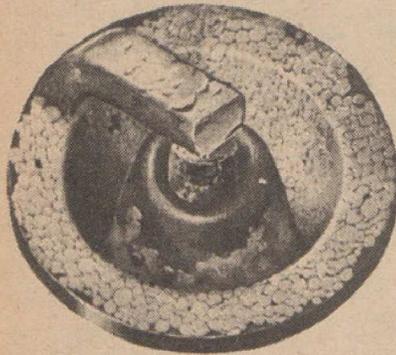


Bougies encrassées, trop « froides ». Si le phénomène est dû à une carburation trop riche (à gauche) on a un dépôt noirâtre de suie, amorphe, sec et velouté. Si la cause est due à des remontées d'huile (à droite) : dépôt noir charbonneux, luisant, gras.

et tout va bien. Par contre, dès que l'on commencera à « tirer », la température de ces dépôts s'élèvera et atteindra un



*Bougies normales, bien adaptées à un moteur bien réglé. Avec un carburant sans plomb (ci-dessus), bec d'isolant brun clair, culot gris foncé comportant un léger dépôt sec de suie. Si le carburant est « plombé » (ci-dessous), fort dépôt granuleux allant du beige au brun ; légère usure des électrodes.*



niveau suffisant pour qu'ils deviennent conducteurs. On note alors des ratés d'allumage. Si l'on pouvait maintenir le régime du moteur malgré ces ratés, la bougie pourrait alors se décrasser (« auto-nettoyage ») et fonctionner normalement.

### LE PERLAGE

Il s'agit d'un phénomène bien connu des motocyclistes, particulièrement des possesseurs de 2 temps... Bien connu... du moins dans ses manifestations (la panne), car le processus de sa formation est encore bien discuté, même par les spécialistes.

Ayant déjà traité plusieurs fois de cette question (voir MR n° 1142, 1155, 1158, 1320 et surtout 1238), nous essaierons d'être aussi bref que possible, mais en nous efforçant de ne rien omettre d'essentiel.

#### SES FORMES

La « perle » peut se présenter sous 2 formes différentes :

— ou bien la « perle » proprement dite : une petite boule « vitrifiée » adhérent aux électrodes de la bougie ;

— ou bien sous forme d'un filament très fin (« pont » ou « aigrette ») qui relie ces deux électrodes.

Les conséquences seront chaque fois

identiques : le circuit est court-circuité, le courant passe par le pont ou la perle, sans former d'étincelle.

#### LES CONSTITUANTS DE LA PERLE

Une analyse des constituants de la « perle » ou du « pont » montre que l'élément prédominant est le plomb (45 à 70 %), provenant du carburant. En assez grosses proportions aussi on trouve du soufre (provenant des carburants et des huiles) et du carbone (provenant d'une combustion incomplète de l'essence et surtout de l'huile de lubrification). En moindres quantités, et de provenances diverses (frottements du piston, additifs de l'huile, poussières de la route mal filtrées, etc.), nous trouvons encore de la silice, du fer, de l'aluminium, du nickel, du phosphore, etc...

Il apparaît donc que les éléments constitutifs de la perle sont des éléments extérieurs à la bougie et provenant, d'une manière prédominante, du carburant et du lubrifiant.

#### COMMENT SE FORME CETTE PERLE ?

Le processus est sensiblement le suivant :

Le moteur fonctionnant à haute température (à la suite d'une marche pleins gaz, ou en montagne), si l'on coupe brusquement les gaz — et en raison des brusques variations de la température et de la pression des gaz, du balayage — il se forme dans la culasse des résidus de combustion qui demeurent en suspension dans les gaz. Une partie sera évacuée par l'échappement, mais une autre partie reste dans les parages de la bougie.

Or, au moment du passage de l'étincelle entre les électrodes, il se crée un champ électrostatique qui attire ces particules de résidus de combustion, d'autant plus fortement que leur constante diélectrique (résistance au passage du courant) est élevée. Ces particules, surchauffées, viennent se coller, et même fondre, sur l'électrode centrale ou le bec d'isolant. Et c'est, finalement, la prolifération, de proche en proche, de ces dépôts soudés et cuits, les uns sur les autres, qui forme la « perle » ou le « pont ».

★

Que ce phénomène soit beaucoup plus spécifique d'un 2 temps que d'un 4 temps s'explique facilement : fatigue plus grande de la bougie, en raison d'une étincelle par tour — résidus de combustion en bien plus grande quantité en raison de l'huile introduite par le mélange dans la chambre de combustion — balayage et courants gazeux au voisinage de la bougie plus faibles que dans un 4 temps, variations de température plus rapides.

#### COMMENT LUTTER CONTRE LA PERLE ?

La meilleure solution serait évidemment d'utiliser une essence vierge de plomb, une huile sans trop d'additifs. D'autre part, un moteur bien dessiné, avec un balayage intense dans la zone des électrodes, s'opposera mieux à l'attraction du champ électrostatique. Mais ce sont là, et surtout pour ce dernier point, des facteurs plus ou moins indépendants de notre volonté.

★

Par contre, on peut jouer sur le choix de la bougie.

Avant tout il faut utiliser une bougie froide, et à laquelle on donnera, surtout en été, un écartement des électrodes aussi grand que le permettent la puissance de l'allumage et les difficultés accrues de mise en marche : dans ces conditions, et de toute évidence, le pontage se fera plus difficilement. De même, il sera bon (et ce n'est possible qu'avec un joint de bougie neuf, non écrasé, et doté donc d'une certaine élasticité) de diriger les électrodes de telle sorte que le flux des gaz frais balaie bien l'espace compris entre ces électrodes.

#### LES BOUGIES SPECIALES « 2 TEMPS »

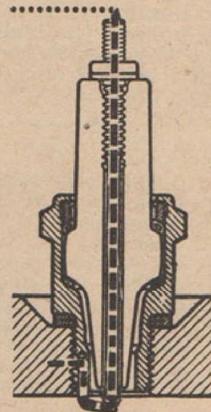
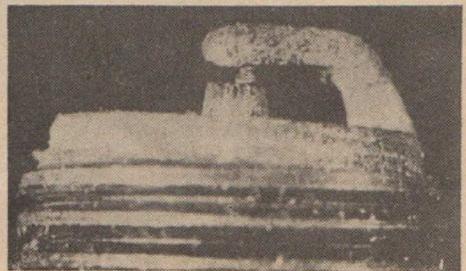
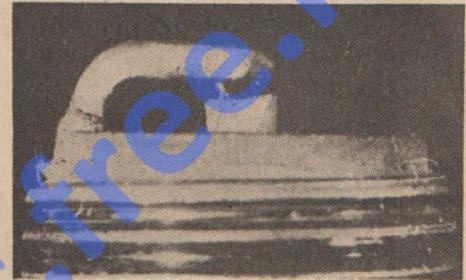
Enfin, il existe des bougies spéciales pour les 2 temps. Et des recherches récentes allemandes et américaines, vérifiées également en France, ont permis d'établir les conditions suivantes auxquelles devraient répondre ces bougies :

— ne pas localiser le champ électrique en un seul point (donc utilisation de plusieurs électrodes de masse) ;

— abaisser au maximum la température de l'électrode centrale qui devra donc être de fort diamètre et très bonne conductrice de la chaleur (donc en alliage spécialement étudié) ;

— provoquer une disruption dans le circuit de la bougie, aussi près que possible des électrodes ;

— favoriser le balayage autour des électrodes (chambre de bougie aussi large que possible, mais avec une entrée un peu étranglée — forme de l'électrode de



*De haut en bas : les deux formes de « perles », soit un filament tenu entre les électrodes, soit la « perle » proprement dite, ainsi que le passage court-circuité du courant dans ces cas.*

masse permettant un meilleur soufflage. etc.) :

— alliages utilisés pour les électrodes choisis pour limiter aussi l'usure par corrosion (chrome au lieu de nickel et même parfois de l'argent), de telle sorte que l'écartement puisse être accru.

#### UNE « COMBINE »

Quand on sent, par la diminution de puissance et le changement de bruit du moteur, que la « perle » est proche, couper de suite le contact (ou mettre à la masse) tout en ouvrant grand les gaz, mais sans débrayer. Le souffle des gaz froids (puisque non enflammés par l'étincelle supprimée) a des chances de balayer l'amorce de perle.

## LE « BRULAGE » DES ÉLECTRODES

Le fonctionnement de la bougie provoque une usure naturelle des électrodes, usure contre laquelle nous ne pouvons rien.

L'origine ? Lors du passage de l'étincelle, une énergie instantanée très élevée se trouve « concentrée » sur une toute petite surface, énergie qui en arrive à ramollir et même à fondre et à volatiliser — durant ce moment instantané de l'éclatement de l'étincelle — le matériau constitutif des électrodes aux points de jaillissement de l'étincelle.

#### CAUSES DU BRULAGE

Cette usure des électrodes dépend de nombreux facteurs :

— du régime du moteur. Le nombre d'étincelles, dans un temps donné, étant proportionnel au régime du moteur, plus ce régime sera élevé, plus grande sera l'usure.

— de la pression finale de compression des gaz, donc du taux de remplissage du moteur et de son taux de compression. L'usure sera plus prononcée si cette pression est plus élevée, car la pression plus

élevée exige alors une étincelle d'une plus grande énergie.

— de la température des électrodes, une température plus élevée favorisant évidemment le brûlage.

— de la « richesse » de l'émulsion ; une émulsion « pauvre » échauffant davantage le moteur, favorise le brûlage.

— de la forme des électrodes. Pour des électrodes fines, pointues, la surface sur laquelle se concentre l'énergie est plus faible : la « pression d'énergie » est donc plus élevée et l'usure aussi, évidemment.

— de l'écartement des électrodes. Plus cet écartement est important, plus l'énergie nécessaire au passage de l'étincelle doit être élevée, et, en conséquence, plus l'usure des électrodes sera grande. Ainsi, pour une bougie sur laquelle on ne corrige pas, de temps à autre, l'écartement des électrodes, l'usure se produira de plus en plus vite.

— du type d'allumage. Plus l'énergie fournie par le générateur (magnéto ou batterie) est élevée, plus elle brûlera les électrodes.

— de l'état du câblage électrique. Des câbles bien blindés font que le maximum de courant passe aux électrodes : allumage et rendement du moteur sont optima, mais cela se solde par une plus grande usure des électrodes. Par contre, des résistances parasites diminuent l'énergie de l'étincelle, mais aussi l'usure.

#### CORROSION

Par ailleurs, il se produit également une corrosion et une désagrégation de l'électrode centrale lorsque celle-ci est surchauffée et que l'on utilise des carburants contenant du plomb et du soufre (que l'on trouve aussi dans les huiles) qui, lors de la combustion, forment des combinaisons corrosives.

## AUTRES COURT-CIRCUITAGES DE LA BOUGIE

Nous avons déjà vu 2 types de court-circuitages qui peuvent se produire dans une bougie : d'abord entre les électrodes par présence d'un « pont » — ensuite entre l'électrode de masse et le culot, par la dérivation électrique constituée par le dépôt formé sur le bec d'isolant.

Mais il existe encore d'autres court-circuitages possibles. Nous allons les examiner ci-dessous.

#### PAR LA « LIGNE DE FUITE »

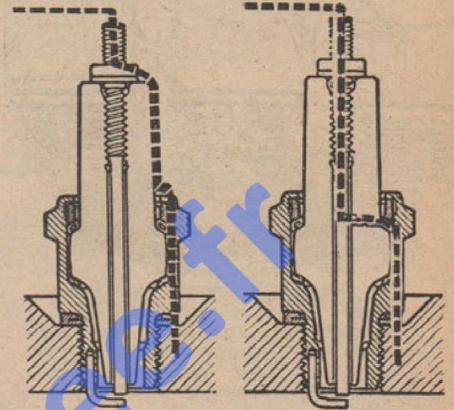
La ligne de fuite de l'isolant (la partie externe, émergeant hors du culot) peut être plus ou moins encrassée : poussière, traces de graisse ou d'huile, de boue parfois. Tant que la bougie est sèche, tout va encore bien ; mais dès que la bougie est, extérieurement, mouillée ou humide, la poussière forme une couche bonne conductrice par laquelle le courant passera, sans fournir d'étincelle. C'est pourquoi il est bon — en plus d'un nettoyage régulier — sur les moteurs où la bougie peut facilement être mouillée (moteurs à cylindre horizontal : Rumi, flat-twins, etc.), d'utiliser des capuchons de bougie prolongés par une « jupe », en général en aluminium, qui viennent coiffer non seulement la ligne de fuite de l'isolant, mais également le culot.

#### PAR L'ISOLANT LUI-MEME

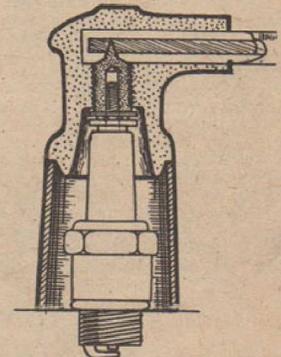
Un peu plus fréquent est le cas de l'isolant qui se laisse traverser par le courant, ou bien parce qu'il est fêlé au niveau du culot, ou bien parce qu'il est poreux.

Si la résistance au passage de l'étincelle entre les électrodes — résistance opposée par les gaz comprimés et qui est fonction à la fois de cette compression et de l'écartement des électrodes — si, donc, cette résistance est trop grande, le courant trouve un passage plus facile de l'électrode centrale au culot en traversant l'isolant. Cette facilité de passage dépend de la tension appliquée à la bougie, de l'homogénéité de l'isolant, de son épaisseur. Cette facilité croît également avec la température, mais plus ou moins rapide-

ment suivant la nature de l'isolant. Et, par cette dernière considération, nous re-tombons sur l'objet de notre première étude sur la bougie (voir MR n° 1322) : le choix des matériaux à utiliser.



Ci-dessus : deux types de court-circuitage. A gauche, par humidification de la « ligne de fuite de l'isolant » ; à droite, par isolant fêlé. — Ci-dessous : un capuchon de bougie coiffant même le culot, pour moteur à cylindre horizontal.



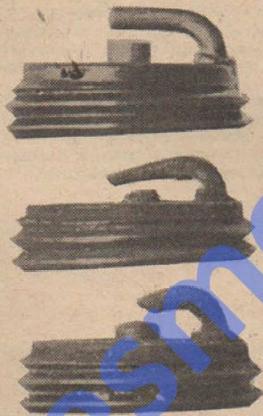
## LE MONTAGE ET L'ENTRETIEN DE LA BOUGIE

Lors du montage de la bougie dans la culasse, il faut observer certaines règles. Et avant tout...

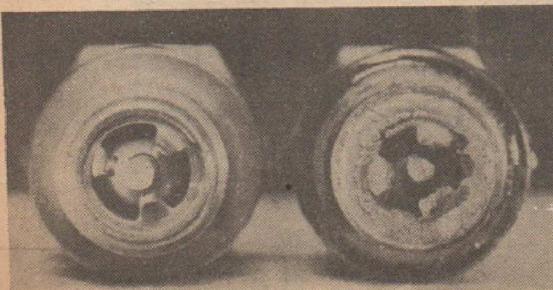
#### NE PAS OMETTRE LE JOINT

Si la bougie est montée sans joint, elle pénètre trop profondément dans la chambre d'explosion de la culasse. Ses électrodes, son culot, son bec d'isolant sont surchauffés, et peuvent conduire à des phénomènes d'auto-allumage, ainsi, d'ailleurs, que les arêtes vives du filetage du culot qui peuvent être portées à l'incandescence. Le même phénomène peut d'ailleurs se produire si l'on utilise, cette fois avec son joint, une bougie à culot long en place d'une bougie normale.

Si, par contre, la bougie ne pénètre pas assez profondément dans la culasse (utilisation d'une bougie normale en place d'une bougie à culot long, ou bien montage de la bougie avec 2 joints), les gaz brûlés s'amassent autour du bec d'isolant et des électrodes et empêchent les gaz frais de venir jusque-entre les électrodes, là où passe l'étincelle. L'allumage sera défectueux, on aura des ratés, l'étincelle ne rencontrant plus des gaz inflammables, ou rencontrant des gaz difficilement inflammables, obtenus par un mélange des gaz frais et brûlés.



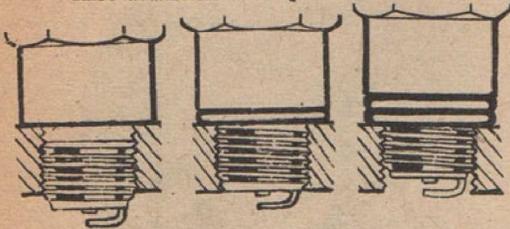
Ci-dessus : comparées à celles d'une bougie neuve, les électrodes de deux bougies « brûlées ». Ci-dessous : une bougie à trois électrodes de masse : à droite, neuve - à gauche, érodées et rongées.



## LE MONTAGE PROPREMENT DIT

— Les filetages du culot et du siège doivent être parfaitement propres, ainsi que les surfaces de portée.

— Il est bon de graphiter les filetages, ce qui évitera un éventuel grippage de la bougie dans son siège. Mais il faut faire attention à ce que les électrodes, le



Par rapport à une bougie bien montée (au centre), la présence de deux joints (à droite) fait que la bougie n'émerge pas assez dans la culasse (risques d'encrassement) ; sans joint (à gauche), elle émerge trop et risque de provoquer de l'auto-allumage.

bec d'isolant et la chambre soient bien vierges de graphite.

— S'il faut bien serrer la bougie dans son siège, encore ne faut-il pas « y aller trop fort », surtout si le siège n'est pas rapporté et s'il est fileté dans la masse de la culasse en alliage léger. De plus, on risque d'ébranler l'isolant, de le sceller et la bougie peut ne plus être étanche.

— Utiliser une clé spéciale à bougie, ou une clé à tube (que l'on tiendra bien dans l'axe de la bougie et non en biais), de préférence à une clé plate. Avec une clé dynamométrique, vous pourrez serrer exactement à la valeur voulue (moment de serrage de 4 mkg pour une bougie de 14. Un moment de 4 mkg est celui obtenu en appliquant une force de 4 kg perpendiculairement à un bras de levier long de 1 m, ou bien une force de 20 kg au bout d'un bras de levier long de 20 cm).

— Pour dévisser une bougie qui est grippée dans son siège, ne la dévisser d'abord que légèrement et faire couler un peu de pétrole, d'huile ou de dégrissant le long du filetage. Revisser la bougie et essayer de la démonter après quelque temps.

## L'ÉCARTEMENT DES ÉLECTRODES

Il est clair que pour qu'il y ait étincelle entre les électrodes de la bougie, il

faut que celles-ci soient écartées l'une de l'autre (si elles étaient en contact, il y aurait court-circuit). Mais cet écartement ne peut être quelconque, et pour le meilleur rendement, il faut prendre l'écartement d'électrodes recommandé par le constructeur, écartement qui est fonction du mode d'allumage, et aussi du rendement du moteur (plus les gaz sont comprimés, plus ils présentent de résistance au passage de l'étincelle).

On peut donner, ainsi, les valeurs approximatives suivantes :

Moteurs à soupapes latérales, très peu comprimés : 0,70 mm.

Moteurs courants, allumage batterie : 0,60 mm.

Moteurs courants, allumage magnéto : 0,50 mm.

Moteurs à très haut rendement, très comprimés : 0,45 mm.

### UN ÉCARTEMENT TROP IMPORTANT

Avec un écartement trop important (qui peut être le fait, ainsi que nous l'avons vu, de l'usure des électrodes), la résistance présentée au passage de l'étincelle au travers des gaz frais comprimés est accrue. Il faut donc, dans ces conditions, que l'énergie électrique fournie par le générateur soit suffisante pour que l'étincelle ait lieu. Mais il peut se produire également le fait que la résistance électrique présentée alors par les gaz comprimés soit plus élevée que celle présentée par les dépôts internes ou externes qui se sont plus ou moins amassés sur le bec d'isolant ou la ligne de fuite de l'isolant (partie externe) : le courant haute tension utilisera alors cette dérivation et nous constaterons des ratés d'allumage, et peut-être même un court-circuitage complet.

Un écartement trop important des électrodes peut se traduire par des difficultés de démarrage à froid, par des ratés d'allumage, par un encrassement plus rapide de la bougie... et ainsi que nous l'avons vu, par une usure accélérée des électrodes qui ne fera qu'accroître les phénomènes.

### UN ÉCARTEMENT TROP FAIBLE

Par contre, un écartement trop faible des électrodes enflamme moins complètement et instantanément les gaz. L'étincelle, plus courte, frappe moins de molécules. Il en résulte un rendement diminué, et aussi une consommation plus forte.

D'autre part, dans une émulsion « pauvre », ou bien dans une chambre de combustion où la turbulence est trop faible, un faible écartement des électrodes se soldera par un ralenti boiteux, qui ne « tournera pas rond », et conduira à des ratés ou même à un arrêt du moteur lors de la marche au ralenti ou à faible

charge gazeuse, à de mauvaises accélérations, à des détonations à l'échappement lorsque l'on roule sur sa lancée.

Si l'écartement est par trop minime (moins de 0,3 mm) intervient en outre, surtout sur les deux temps, le danger accru de formation de « perles » et « ponts ».

### UNE VÉRIFICATION PÉRIODIQUE EST NÉCESSAIRE

Il découle de tout ceci qu'une vérification périodique de l'écartement des électrodes doit être effectuée tous les 2-3000 km pour les 2 temps, 3-5.000 km pour les 4 temps). Plus le moteur est « poussé » et plus fréquent doit être le contrôle.

## LE NETTOYAGE DE LA BOUGIE

Nous avons déjà vu les conséquences d'un encrassement de la bougie. Il s'agit donc, en plus de la vérification périodique de l'écartement des électrodes, de procéder au nettoyage de la bougie, étant bien entendu que toute bougie dont l'isolant est fendu ou cassé, dont le filetage ou le culot sont abîmés, est à éliminer.

Il ne s'agit pas seulement de nettoyer extérieurement la bougie (ce qui est cependant nécessaire), mais aussi de nettoyer les électrodes, le bec d'isolant, l'intérieur de la chambre, il s'agit d'éliminer tous les dépôts de suie, de calamène, d'huile, de plomb.

Pour l'huile, pas de difficulté : de l'essence peut suffire pour la diluer, et l'on finira le nettoyage par un jet d'air comprimé.

Un grattage des électrodes, un grattage partiel du bec d'isolant, de la paroi interne du culot sont également réalisables par les moyens du bord. Par contre, pour le nettoyage profond de la chambre, en particulier dans le cas d'une bougie chaude, et dans le cas d'une vitrification des dépôts de plomb, on doit faire appel à une sableuse.

## ENFIN!

Voilà enfin terminée notre étude sur la bougie. Tout a-t-il été dit ? Non, bien sûr. Et malgré la longueur des 3 articles successifs, de nombreux points sont demeurés dans l'ombre ou n'ont été qu'évoqués. Néanmoins, nous pensons avoir réussi à montrer qu'une pièce aussi petite, aussi simple d'aspect que la bougie, est finalement un organe assez complexe, posant toute une série de problèmes et de questions, parfois contradictoires, que les constructeurs doivent résoudre.

J. B.

Phénomène	Causes	Aspect de la bougie	Remède bougie
<b>AUTO-ALLUMAGE</b> (perte de puissance — contact coupé, on a encore quelques temps-moteur — retours au carburateur, etc...)	<b>BOUGIE TROP CHAUDE</b> — émulsion trop pauvre — trop d'avance — prise d'air additionnelle — soupape fermant mal — bougie sans joint ou joint écrasé	— carburant sans plomb : bec d'isolant blanc, avec petites perles métalliques ; teintes de métal recuit sur les électrodes et le culot. — carburant avec plomb : bec d'isolant recouvert d'une couche vitrifiée de composés de plomb, avec petites perles métalliques ; électrodes plus ou moins rongées.	<b>BOUGIE PLUS FROIDE</b>
<b>ENCRASSEMENT</b> (pertes de puissance — ratés d'allumage allant jusqu'au court-circuitage)	<b>BOUGIE TROP FROIDE</b> — remontées d'huile (rupture de segment, ovalisation du cylindre, usure des guides de soupapes) — mélange 2 temps trop riche en huile — carburation réglée trop riche — conduite trop tranquille — écartement trop important des électrodes, etc...	— s'il s'agit d'un encrassement par carburation trop riche : dépôt noirâtre de suie amorphe, velouté, sec. — s'il s'agit de remontées d'huile ou d'un mélange trop gras : dépôt noir charbonneux, gras, luisant.	<b>BOUGIE PLUS CHAUDE</b>
<b>DEPOTS DE PLOMB</b> (éventuellement ratés d'allumage à chaud)	carburant contenant une proportion plus ou moins importante de plomb tétraéthyle	Bec d'isolant, culot et électrodes sont couverts d'un dépôt de petites plaquettes allant du beige au brun.	<b>BOUGIE PLUS FROIDE, mais...</b>
<b>« PERLES »</b> (perte de puissance, ratés, se soldant rapidement par un court-circuit)	les résidus de combustion (et surtout les composés de plomb) s'amassent entre les électrodes	Voir « dépôts de plomb ». Entre les électrodes, on trouve soit un filament très fin (« pont »), soit une petite boule vitrifiée (« perle »).	<b>BOUGIE PLUS FROIDE, avec un écartement plus important des électrodes. Bougie froide « spéciale 2 temps ».</b>

[lesmoteursamc.free.fr](http://lesmoteursamc.free.fr)