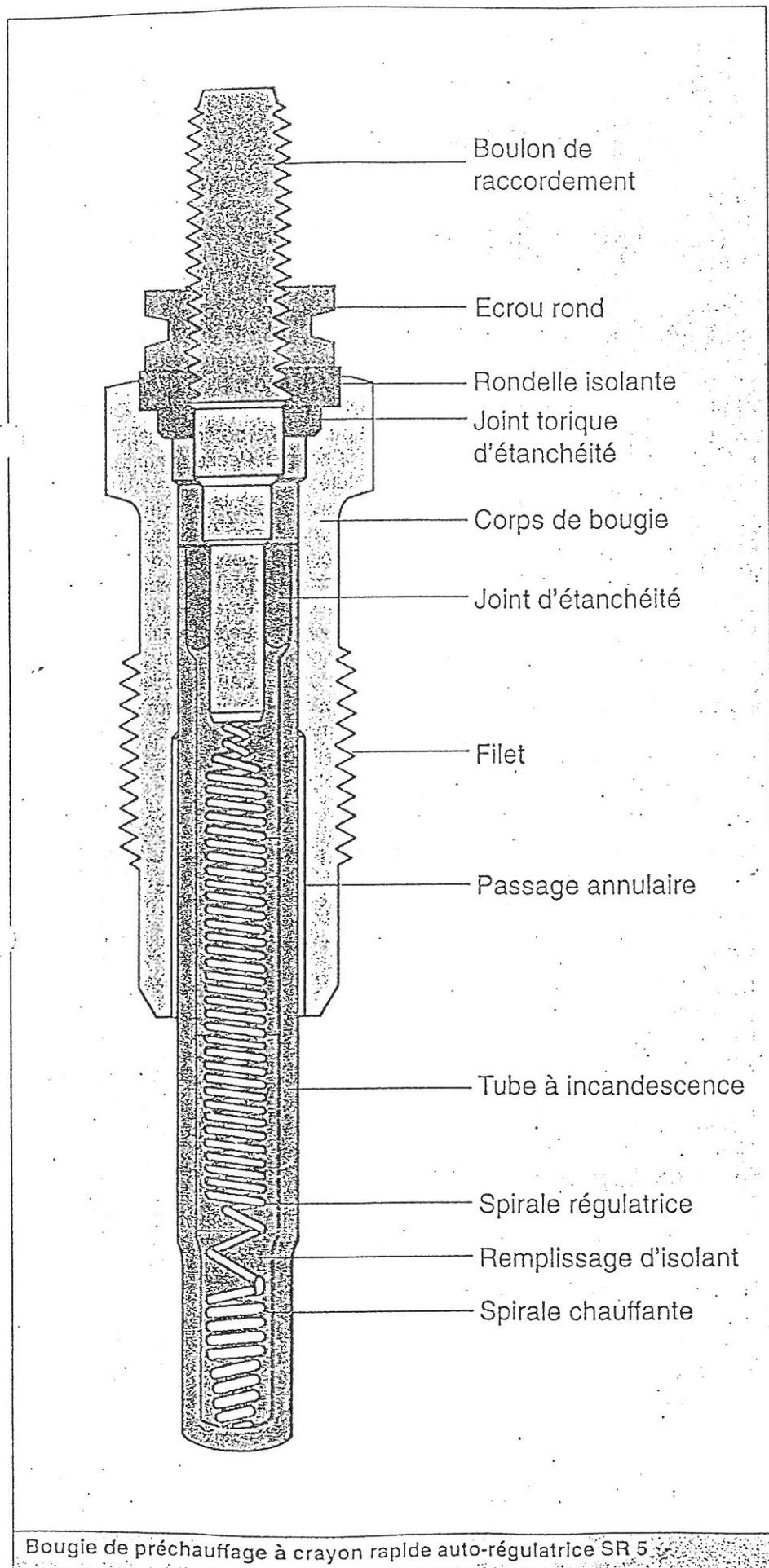


Bougies de préchauffage auto-régulatrices



Structure et propriétés de la bougie de préchauffage

La bougie à crayon de préchauffage moderne est constituée principalement d'un colot de bougie, d'un crayon chauffant avec spirales chauffante et régulatrice ainsi que des boulons de raccordement. Le crayon, résistant à la corrosion et étanche aux gaz, est enfoncé dans le colot. L'étanchéité est encore accrue par un joint torique placé sur le raccord.

La bougie de préchauffage reçoit son énergie électrique de la batterie. La commande est prise en charge par un module de commande du temps de préchauffage.

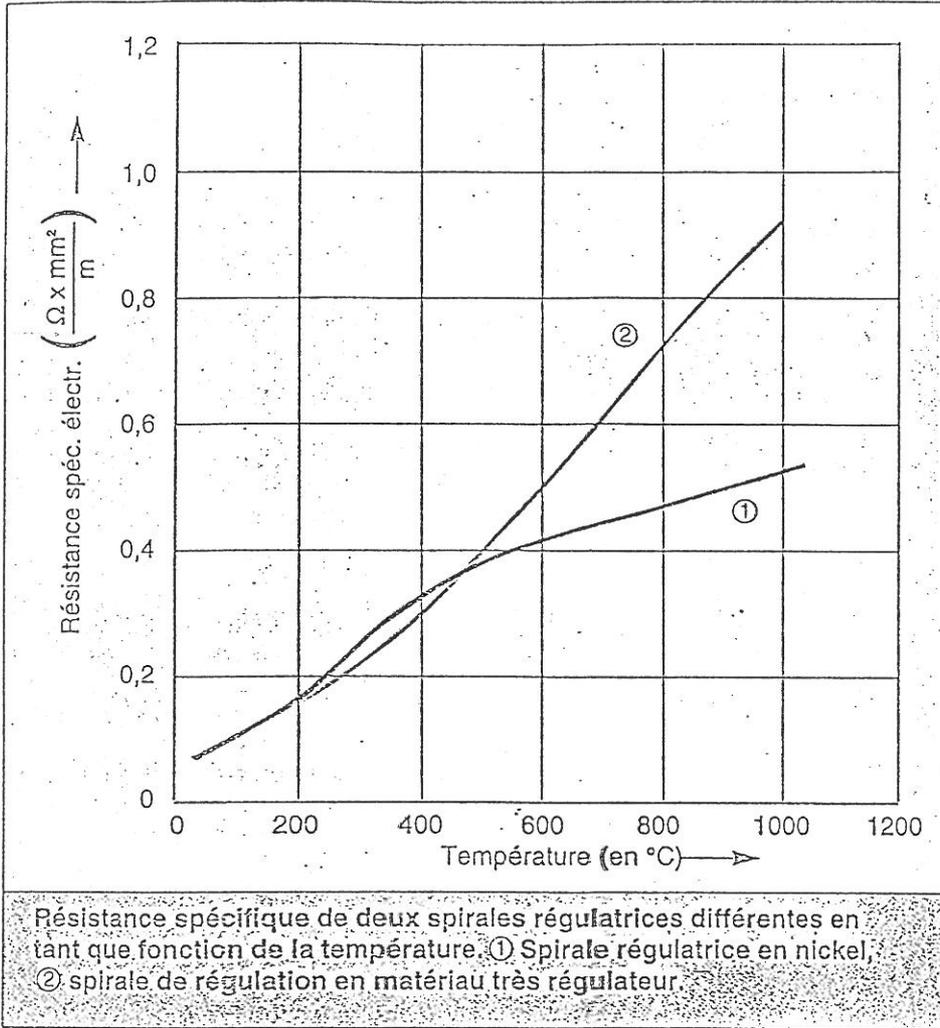
Spirale chauffante et spirale régulatrice

Le principe de base d'une bougie de préchauffage moderne réside dans la combinaison d'une spirale chauffante et d'une spirale régulatrice en un élément commun de résistance. Avec la partie avant du crayon de préchauffage, la spirale chauffante constitue la zone de chauffage. La spirale arrière de régulation présente la caractéristique d'avoir sa résistance qui augmente avec la température croissante pour arriver à une régulation du courant et de la température (caractéristique PTC).

Autrement dit: Les spirales chauffante et régulatrice sont montées électriquement en série et soudées entre elles. Les deux spirales ont des coefficients élevés de température-résistance positifs mais différents. La spirale régulatrice a le facteur de correction le plus élevé et celle de chauffage un plus insignifiant. La spirale chauffante est soudée dans la calotte du tube à incandescence, la spirale régulatrice est fixée sur les boulons de raccordement qui amènent le courant.

A la place de nickel très pur employé jusqu'à maintenant pour les spirales régulatrices, les bougies de préchauffage Beru les plus récentes contiennent un alliage dont la résistance est supérieure à 400 °C. Ceci permet de réaliser la spirale régulatrice de telle sorte qu'au départ elle laisse passer un courant plus élevé vers la spirale chauffante que ne le fait la spirale régulatrice en nickel. Ainsi la température de démarrage est atteinte plus rapidement et sûrement maintenue dans la marge admissible

Bougies de préchauffage auto-régulatrices



de millimètre seulement, il ne peut pas y avoir de court-circuit entre les spires et pas du tout de court-circuit avec le tube à incandescence qui détruirait la bougie.

Mode de fonctionnement des bougies de préchauffage auto-régulatrices

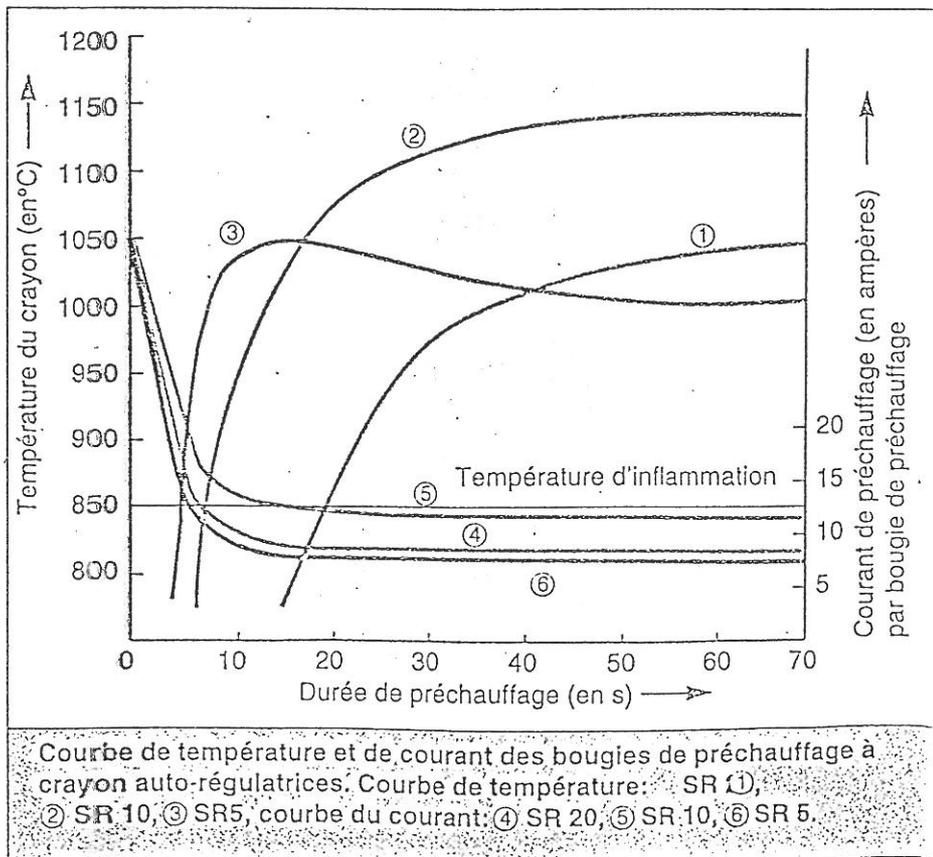
Au début du préchauffage, un fort courant circule sur les boulons de raccordement et sur la spirale régulatrice vers la spirale chauffante qui se réchauffe vite et qui fait que la zone de chauffante préchauffe. Le préchauffage s'étend rapidement et après 3 ou 5 secondes, la crayon chauffant préchauffe presque jusqu'au culot de la bougie. Ceci augmente la température de la spirale régulatrice déjà chauffée par le courant. Par la suite, sa résistance électrique augmente et le courant est réduit de telle sorte que le crayon n'est pas endommagé. Un suréchauffement de la bougie de préchauffage est ainsi impossible. S'il n'y a pas de démarrage, après une certaine durée de veille, la bougie est remise hors circuit par le module de commande du temps de préchauffage.

grâce à la régulation plus forte. Grâce à des longueurs, des diamètres et des grosseurs de fils différents des spirales chauffante et régulatrice, il est possible de modifier les durées et les températures de chauffage des bougies et de répondre ainsi aux exigences de chaque type de moteur. En cas d'exigences particulières au niveau de la bougie, il est également possible d'utiliser d'autres matériaux que ceux énumérés ici.

Protection des spirales chauffante et régulatrice

L'ensemble de la spirale est bien enveloppée dans une poudre céramique d'oxyde de magnésium étanche, isolante électriquement mais excellente conductrice de la chaleur. La poudre est tellement compacte lors de la compression mécanique que la spirale se trouve comme coulée dans du ciment. Cela la rend si stable que les minces fils des spirales chauffante et régulatrice résistent durablement à toutes les vibrations.

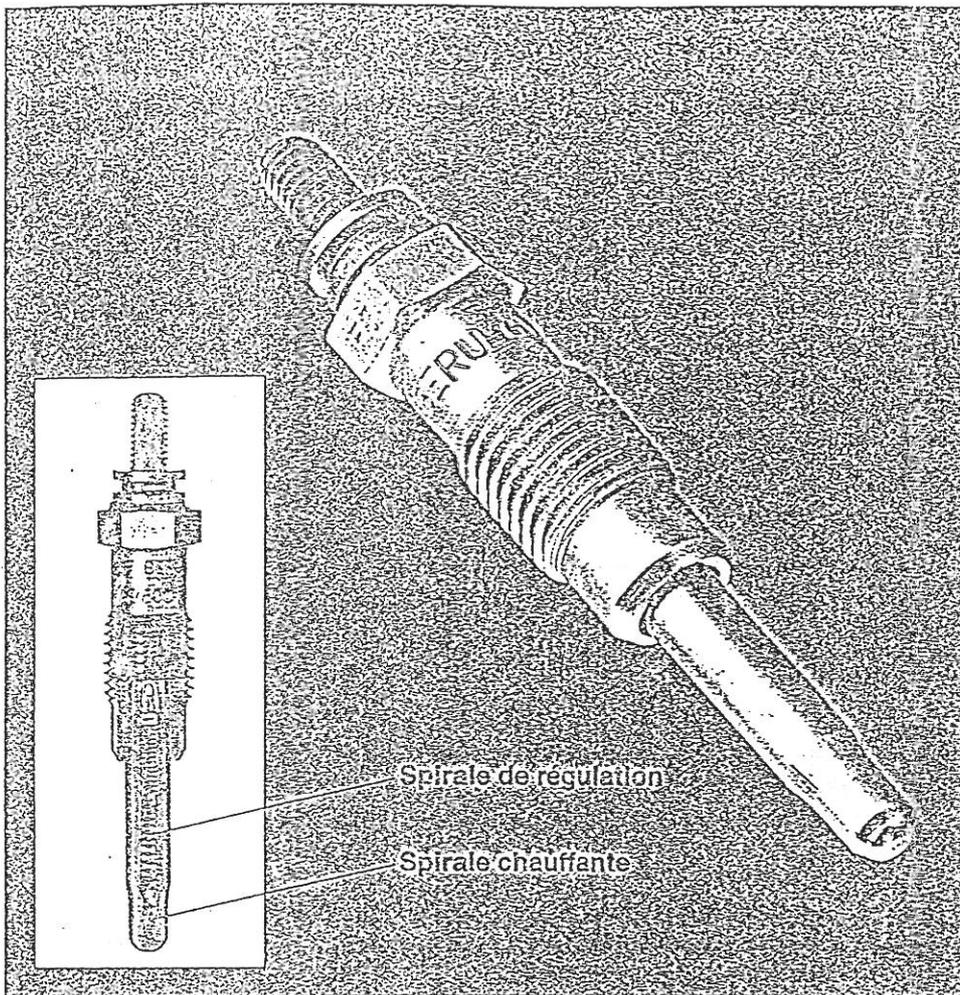
Bien que les spires soient écartées les unes des autres de quelques dixièmes



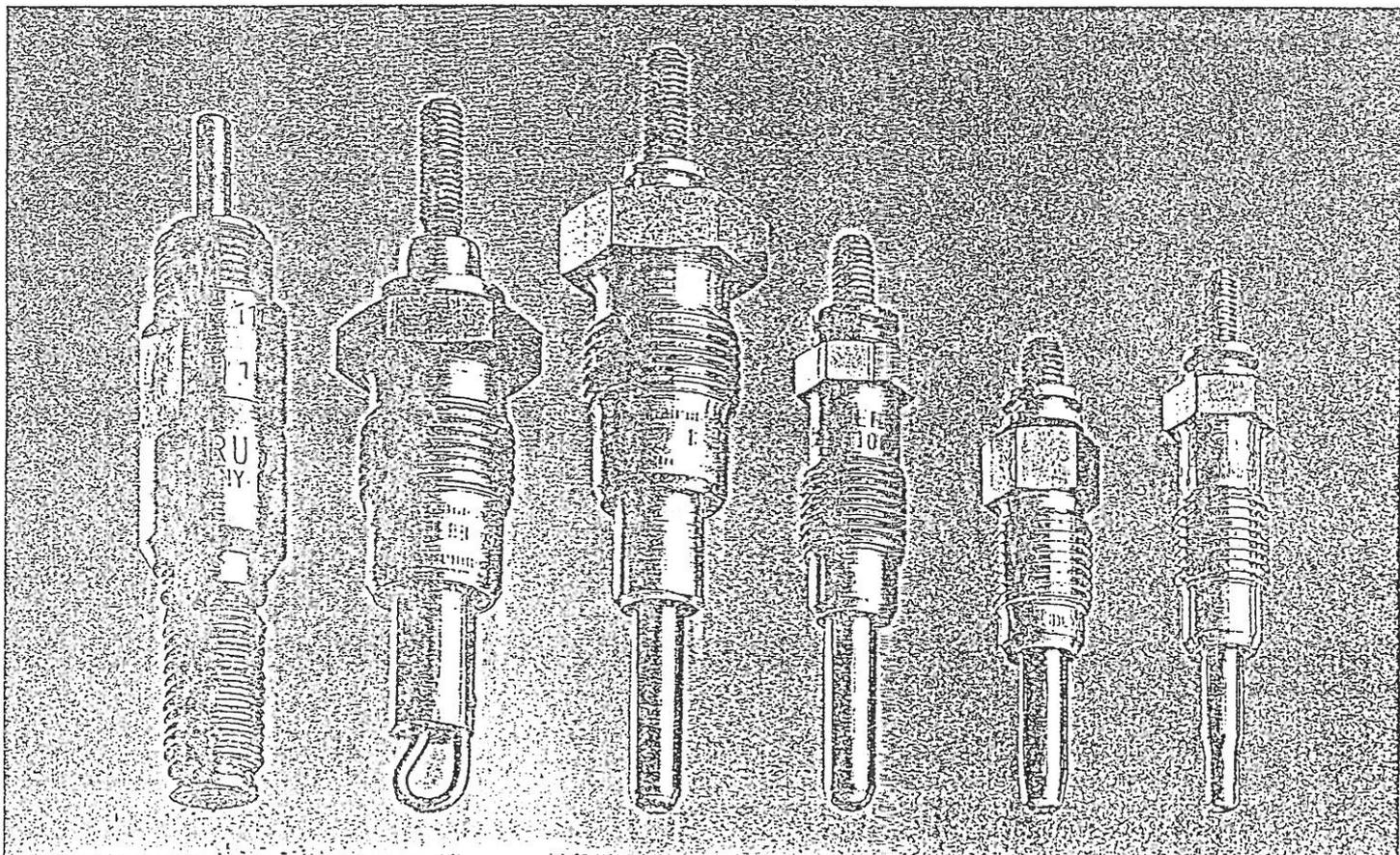
Bougies de préchauffage auto-régulatrices

Bougies de préchauffage à crayon, auto régulatrice, à démarrage rapide et à spirales chauffante et régulatrice de type SR 5.

Grâce au diamètre réduit de la zone de chauffage, cette bougie atteint la température de 850°C en 3 à 5 secondes.



Phase de développement de la bougie de préchauffage. Des bougies de préchauffage à fil à un pôle (à gauche) aux bougies de préchauffage à démarrage rapide, auto régulatrice, type SR 5 (à droite).



Le rôle de la bougie de préchauffage à crayon

Le moteur diesel est un moteur à démarrage spontané

Les moteurs diesel sont la plupart du temps des moteurs à démarrage spontané sauf par temps froid ou humide. En effet, lorsque les conditions climatiques sont défavorables, la chaleur dans la chambre d'explosion n'est pas suffisante pour que le démarrage soit spontané. Lors de la mise en marche, le démarreur exerce une forte compression augmentant ainsi la température mais l'air aspiré et la perte de chaleur par le cylindre froid annulent l'effet exercé par le démarreur. Dans ce cas précis, les températures ne peuvent atteindre 750°C , seuil pour que le démarrage soit spontané, et seule une bougie de préchauffage peut se substituer et créer une chaleur suffisante afin de démarrer.

Une aide nécessaire

La bougie de préchauffage se perfectionne encore en se dotant d'un crayon afin d'être l'outil incontournable des démarrages sans problème.

Le crayon de la bougie arrive jusque dans la chambre de précombustion ou de turbulence (suivant les moteurs). Le carburant, au contact du crayon incandescent, s'enflamme. La chaleur libérée amorce la combustion.

Que l'on soit en présence de moteurs à injection directe ou à chambre de combustion divisée, le rôle de la bougie de préchauffage à crayon est de livrer de l'énergie nécessaire afin que la température soit suffisamment élevée. Ce type de bougies permet d'atteindre des températures supérieures à 850°C en quelques secondes.

Puissance dans la chambre de combustion

Pour que le gazole s'enflamme, il faut beaucoup d'énergie à basses températures surtout si le moteur doit démarrer rapidement. Pour cela, il faut bien plus qu'un point de chauffage à l'extrémité d'une bougie de préchauffage, d'autant plus que celle-ci, si elle n'est pas suffisamment performante, peut être éteinte par un souffle d'air froid. En effet, lors du démarrage, de l'air froid est aspiré dans la chambre de précombustion et de combustion,

créant ainsi une forte turbulence. Dans cet environnement, la bougie ne fonctionnera que si elle a assez de réserve, c.-à-d. si le pouvoir chauffant de celle-ci est suffisant et immédiat.

La bougie doit être parfaitement adaptée à la chambre d'explosion. Une bougie, qui se logerait jusqu'au milieu de la chambre de précombustion ou d'explosion, générerait l'arrivée du carburant et par la suite la formation du mélange air-carburant qui sera enflammé.

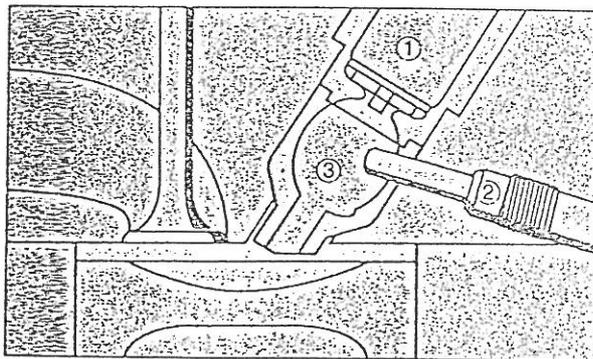
C'est pourquoi, idéalement, l'extrémité de la bougie de préchauffage doit effleurer le mélange mais tout de même suffisamment plonger dans la chambre afin de remplir son rôle de façon optimale.

Afin d'atténuer les perturbations

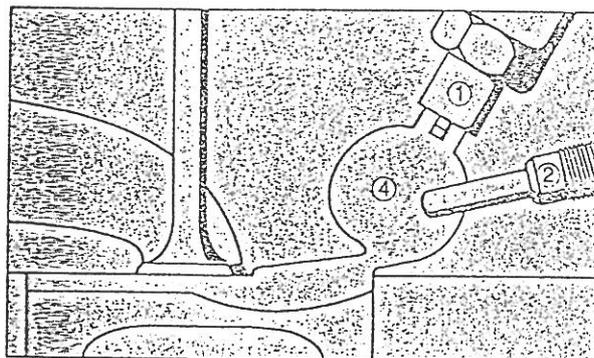
causées par les bougies lors de la formation du mélange air-carburant, celles-ci sont devenues de plus en plus fines. Actuellement, leur diamètre n'est que de 5 à 6 mm, voir 4 mm au niveau de la zone de chauffage pour certaines. La bougie de préchauffage à crayon auto régulatrice, avec ses deux spirales, celle chauffante, l'autre régulatrice, a largement dépassé les autres bougies de préchauffage bien que les bougies à fil ou à crayon-monospirale restent encore demandées sur le marché de la rechange.

Disposition des bougies-crayons de préchauffage dans

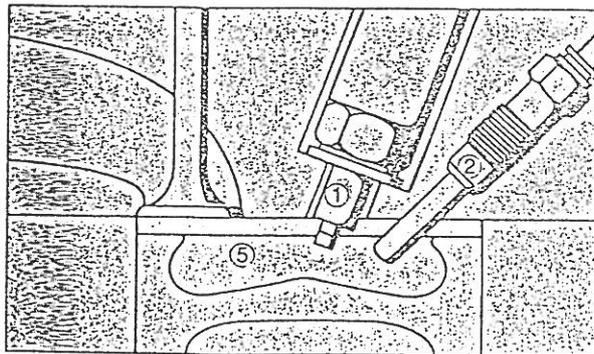
(A) un moteur à chambre de précombustion



(B) un moteur à chambre de turbulence



(C) un moteur à injection directe



- ① injecteur
- ② bougie-crayon de préchauffage
- ③ chambre de précombustion
- ④ chambre de turbulence
- ⑤ chambre de combustion

DATE

1) MISE EN SITUATION

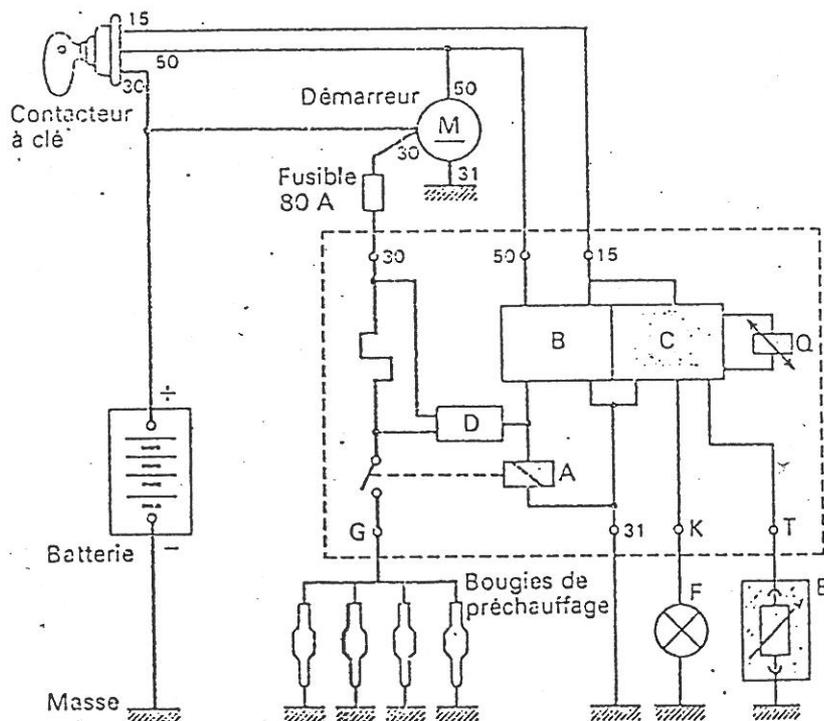
2) FONCTION

Déterminer la durée exacte de préchauffage et avertir le conducteur par un témoin lumineux en fonction:

- de la tension d'alimentation
- de la température du moteur
- de la température ambiante
- de l'état des bougies de préchauffage ou du circuit
- de la durée de post-incandescence

3) CONSTITUTION

- A - relais de puissance
- B - coupure de sécurité
- C - exploitation des données
- D - coupure de court-circuit et d'anomalie
- E - sonde de température moteur
- F - témoin lumineux
- G - thermistance CTN



4) FONCTIONNEMENT

L'actionnement du contacteur de préchauffage (clé de contact) alimente, par la borne 15, le relais de puissance A et les bougies de préchauffage, sauf si la température du moteur est supérieure au seuil de déclenchement de la sonde E (40°C).

Une minuterie C va déterminer le temps de mise en action en fonction de la température ambiante, donnée par la résistance C.T.N. Q.

L'extinction de la lampe témoin F va indiquer au conducteur la fin du préchauffage.

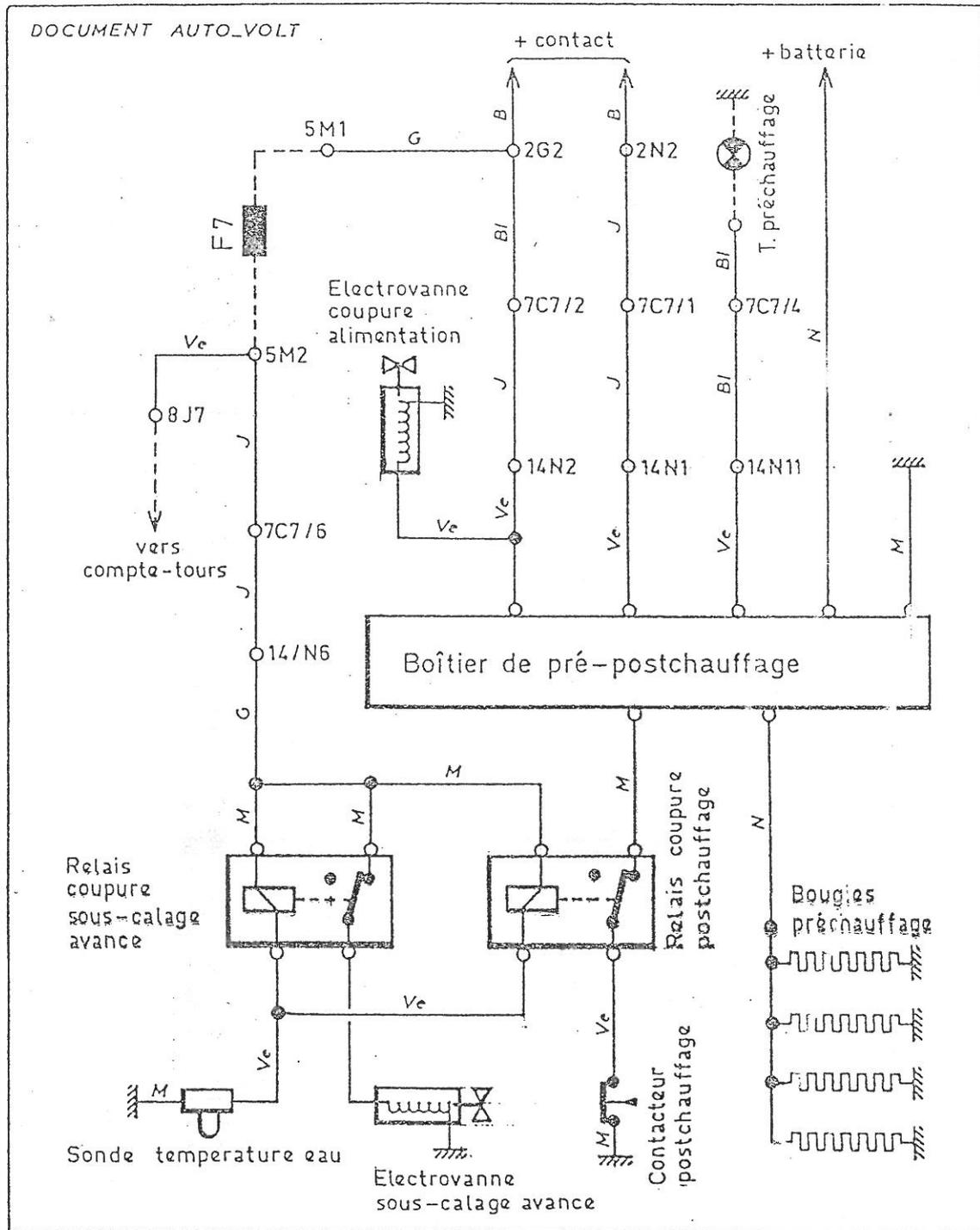
Au cours de l'actionnement du démarreur, les bougies restent sous tension par la borne 50.

Dès le démarrage effectué, le circuit de préchauffage est coupé.

(sauf si le boîtier est équipé d'une minuterie de post-incandescence) *Post chauffage: diminuer les émissions de gaz polluant durant la phase froide moteur. Fonction de la température du liquide de refroidissement ≈ 17s*

Dans le cas où le moteur n'est pas démarré après l'extinction de lampe témoin, le boîtier de contrôle met l'ensemble hors circuit par la minuterie B, ce qui évite la décharge de la batterie et le fonctionnement inutile des bougies.

En cas de court-circuit, fusible défectueux, non-enclenchement du relais de puissance, etc le circuit de sécurité D intervient et l'ensemble ne peut être remis en fonction



CIRCUIT DE PRÉ-POSTCHAUFFAGE: