

Royaume du Maroc

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle
et de la Promotion du Travail



RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE M08 : REPARATION DU MOTEUR A
ESSENCE

FILIERE : RÉPARATEUR DE VÉHICULES AUTOMOBILES.

SECTEUR : REPARATION DES ENGIN A MOTEUR

NIVEAU : QUALIFICATION

DRIF / CDC

MAI 2017

Moteur ESSENCE

La combustion :

La combustion est la transformation de l'énergie chimique contenue dans le carburant en énergie calorifique et mécanique.

C'est une réaction entre un comburant et un carburant permettant de récupérer de l'énergie.

Le comburant:

Dans un moteur, le comburant utilisé est l'air ambiant. L'air est composé des gaz suivants :

- **l'azote pour 79 %,**
- **l'oxygène pour 20 %,**
- **le pourcentage restant est constitué de gaz rares.**

Le carburant:

Le carburant est un mélange d'hydrocarbures (HC). Les hydrocarbures sont composés d'hydrogène et de carbone.

La température d'auto inflammation:

La température d'auto inflammation d'un carburant est la température à laquelle le mélange carburant - comburant s'enflamme de lui-même.

Le délai d'auto inflammation:

Le délai d'auto inflammation (**dai**) est le temps qui sépare le moment où la température d'auto inflammation est atteinte et le début de la combustion.

L'indice d'octane:

L'indice d'octane (Io) est un nombre qui caractérise le délai d'inflammation du carburant (essence et GPL-c). Plus l'indice d'octane est élevé, plus le délai d'inflammation est élevé : « le carburant résiste bien à la détonation ».

- **Io élevé ==> dai élevé : Combustion contrôlée ;**
- **Io faible ==> dai faible : Risque de combustions incontrôlées « Cliquetis »**

GPL Le gaz de pétrole liquéfié

Le cliquetis :

Le cliquetis est l'explosion d'une partie de la masse de mélange, qui pendant la combustion, n'a pas encore été atteint par le front de flamme.

Il résulte du cliquetis une augmentation très brutale de la pression et de la température locales suivie d'une onde de choc (vibrations) très importante.

Le phénomène de détonation:

Si on déclenche la combustion d'un mélange air + essence dans un système avec une pression trop élevée, il y aura **une inflammation simultanée** de toute la masse de mélange.

On appelle ce phénomène **la détonation**.

Les origines de la détonation sont diverses, elle peut être due à:

- une avance à l'allumage ou à injection trop importante ;
- un rapport volumétrique trop élevée;
- un carburant mal adapté (indice d'octane trop faible) ;
- un déplacement du piston trop lent;
- une température trop élevée (mauvais refroidissement) ;
- une présence de points chauds (production de plusieurs front de flamme) ;
- un mauvais brassage du mélange.

Les conséquences sont les suivantes:

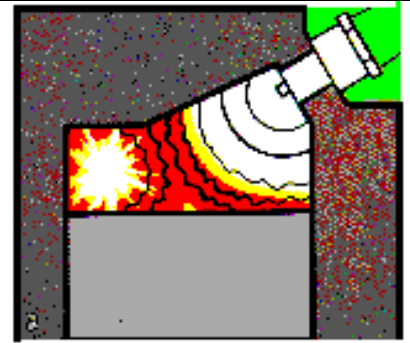
- une perte de puissance;
- un échauffement anormal du moteur;
- la fusion des éléments en contact avec la flamme;
- une fatigue des organes mécaniques.



1- Combustion progressive



2- Détonation



3- Cliquetis

Le mélange air-essence

Qualité du mélange :

Un mélange carburé est constitué d'un carburant (essence) et d'un comburant (air) dont les qualités et les proportions doivent permettre une combustion la plus rapide et la plus complète possible.

Pour être combustible, le mélange air-essence doit être :

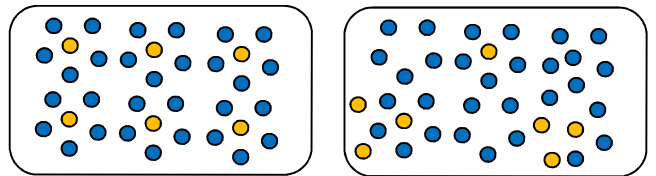
- gazeux,
- homogène,
- dosé.

Mélange gazeux :

L'essence à l'état liquide brûle difficilement alors que les vapeurs d'essence brûlent aisément. Il va donc falloir faire passer l'essence de l'état liquide à l'état gazeux en la pulvérisant.

Mélange homogène :

Chaque molécule de carburant, devant pour brûler, être entourée de molécules d'oxygène.



Mélange dosé :

La quantité de carburant par rapport à l'air doit être soigneusement proportionnelle.

On distingue 2 dosages:

- dosage stœchiométrique ou idéal
- dosage réel : moteur en fonctionnement

$$\text{Dosage du mélange (réel)} = \frac{\text{Masse carburant}}{\text{Masse d'air}}$$

$$\text{Dosage stœchiométrique (ou idéal)} = \frac{\text{Masse carburant (théorique)}}{\text{Masse air (théorique)}}$$

La richesse est le rapport entre le dosage réel et le dosage idéal. Un mélange pauvre ($R < 1$) contient moins de carburant, un mélange riche ($R > 1$) davantage de carburant.

$$\text{Richesse} = \frac{\text{Dosage réel}}{\text{Dosage stœchiométrique}}$$

Le Lambda est le rapport entre le dosage idéal et le dosage réel. Un mélange pauvre ($\lambda > 1$) contient davantage d'air, un mélange riche ($\lambda < 1$) moins d'air.

$$2 \quad \text{LAMBDA} = \frac{\text{Dosage stœchiométrique}}{\text{Dosage réel}} = \frac{1}{\text{Richesse}}$$

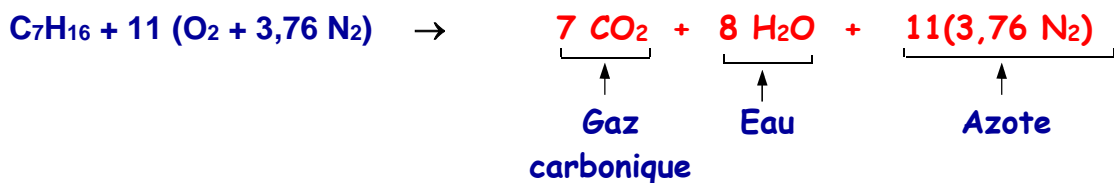
3 Equation chimique de la combustion – dosage idéal:

Pour une combustion complète, le mélange air - carburant doit être entre autre correctement dosé ; dans ces conditions, les liaisons des hydrocarbures avec l'oxygène de l'air produisent du gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO_2), de la vapeur d'eau (H_2O), et de l'azote (N_2).

Au début de la combustion deux corps sont en présence :

- **L'essence** → Heptane $\text{C}_7 \text{H}_{16}$
- **L'air** → oxygène + azote $\text{O}_2 + 3,76 \text{N}_2$

Donc:



Masse molaire des atomes :

- hydrogène = H = 1 g
- oxygène = O = 16 g
- azote = N = 14 g
- carbone = C = 12

$$\Rightarrow \text{Masse d'essence : } m_{\text{ess}} = (7 \times 12) + 16 = 100 \text{ g}$$

Carbone
hydrogène

$$\text{Masse d'air : } m_{\text{air}} = \underbrace{(11 \times 2 \times 16)}_{\text{oxygène}} + \underbrace{(11 \times 3,76 \times 2 \times 14)}_{\text{azote}} = 1510 \text{ g}$$

Soit 100 g d'essence pour 1510 g d'air.

Donc, **1g** d'essence à besoin de **15,1g** d'air pour que le mélange brûle complètement. On appelle ce dosage théorique : **dosage stœchiométrique**.

4

$$D = \frac{1}{15.1}$$

Proportions du mélange rapport air-essence :

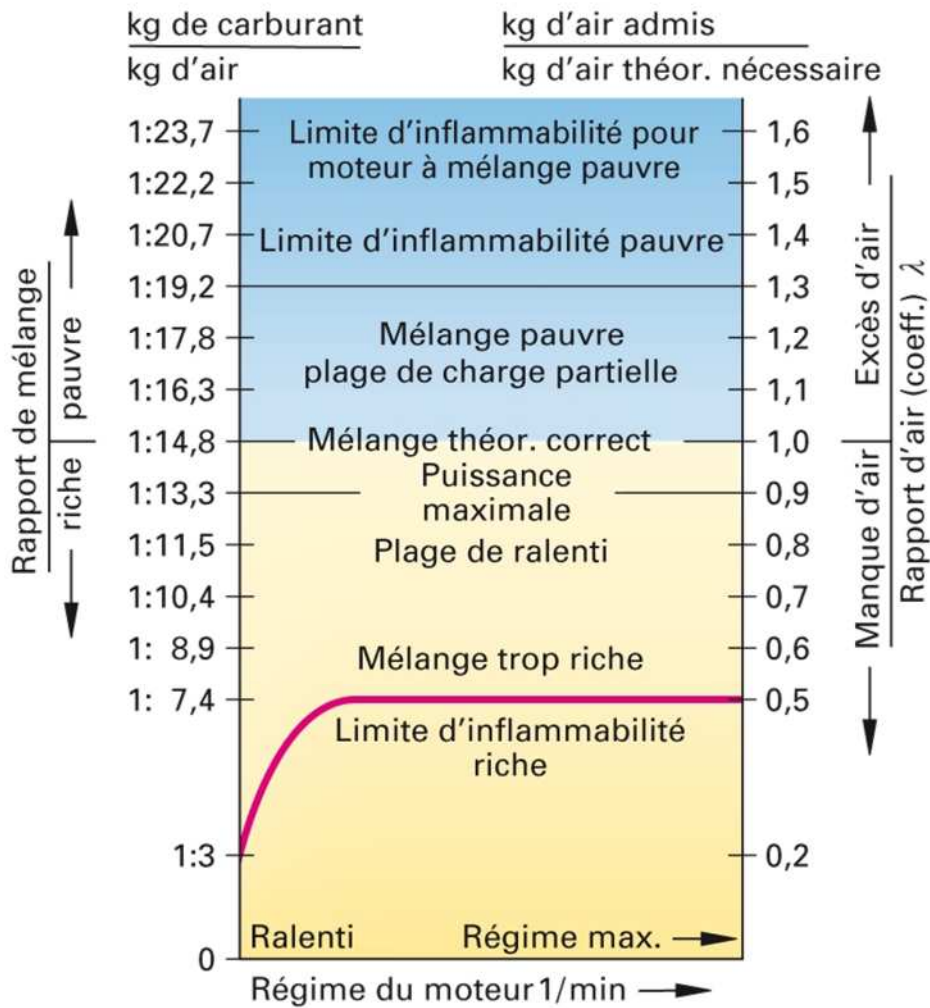
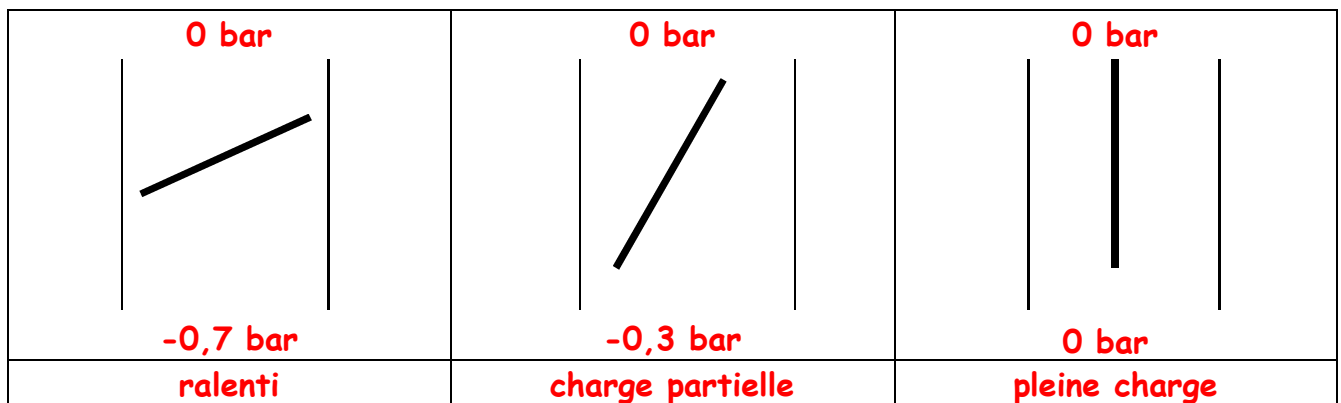


Tableau de comparaison des valeurs :

Dosage réel	1/18	1/16.5	1/15	1/13.5	1/12
Richesse	0.8	0.9	1	1.1	1.2
Lambda	1.2	1.1	1	0.9	0.8

1

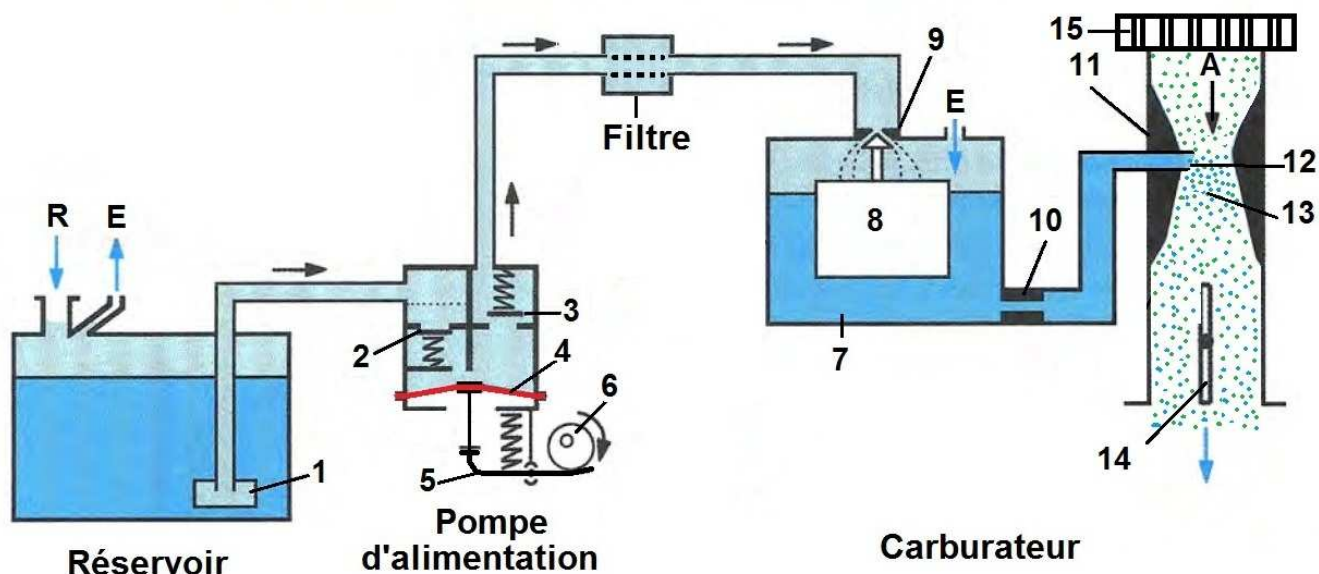
2 La charge moteur:



Le circuit d'alimentation-carburateur par carburateur:

Le circuit comprend :

- le réservoir: **stockage du carburant (autonomie);**
- la pompe à essence: **Alimentation de la cuve du carburateur,**
- le filtre à essence : **Eliminer les impuretés contenues dans le carburant,**
- le carburateur: **préparation du mélange air/essence carburé.**
- Filtre à air : **emprisonner les particules poussiéreuses contenues dans l'air sans pour autant diminuer le débit d'air arrivant au moteur.**



1	Filtre	8	Floteur
2	Clapet d'aspiration	9	Pointeau
3	Clapet de refoulement	10	Gicleur
4	Membrane	11	Buse
5	Levier	12	Giclage
6	Excentrique (Arbre à cames)	13	Chambre de carburation
7	Cuve	14	Papillon des gaz
R	Remplissage	15	Filtre à air
A	Air	E	Mise à la pression atmosphérique

Le principe de fonctionnement du carburateur:

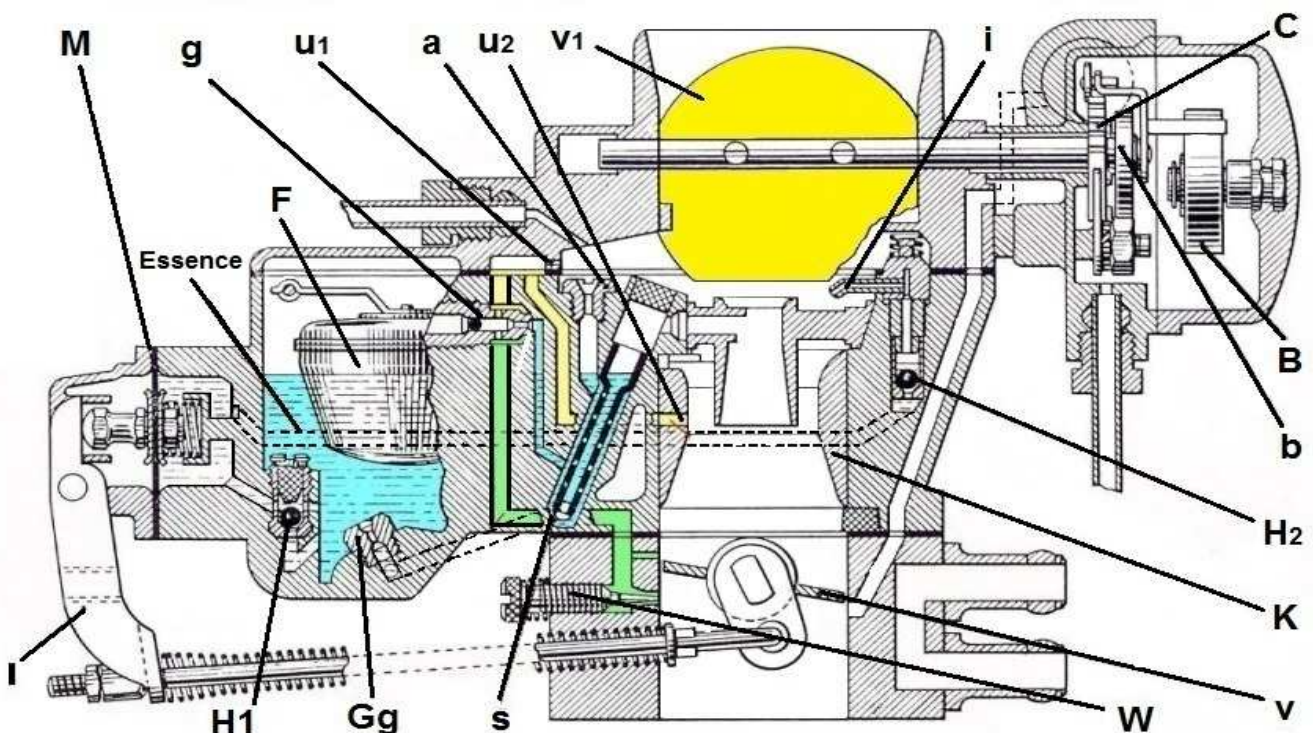
Le carburateur fonctionne par différence de pression entre :

- la cuve qui est soumise à la pression atmosphérique,
- la buse qui crée une pression inférieure à la pression atmosphérique.

Le carburant circulera donc de la pression la plus élevée (cuve) vers la pression la plus basse (buse).

Réalisation du mélange et du dosage:

- L'air circule dans le corps du carburateur de l'amont vers l'aval.
- Le mélange s'effectue dans une zone appelée chambre de carburation.
- Le giclage de l'essence est situé dans la zone la plus exposée au courant d'air et dont la pression est inférieure à la pression atmosphérique.
- L'essence est calibrée par un gicleur dont le débit est connu.
- Le débit d'air est calibré par la section de passage permise par la buse.
- Le papillon des gaz permet de faire varier de quantité de mélange admise dans les cylindres, donc de faire varier le remplissage.

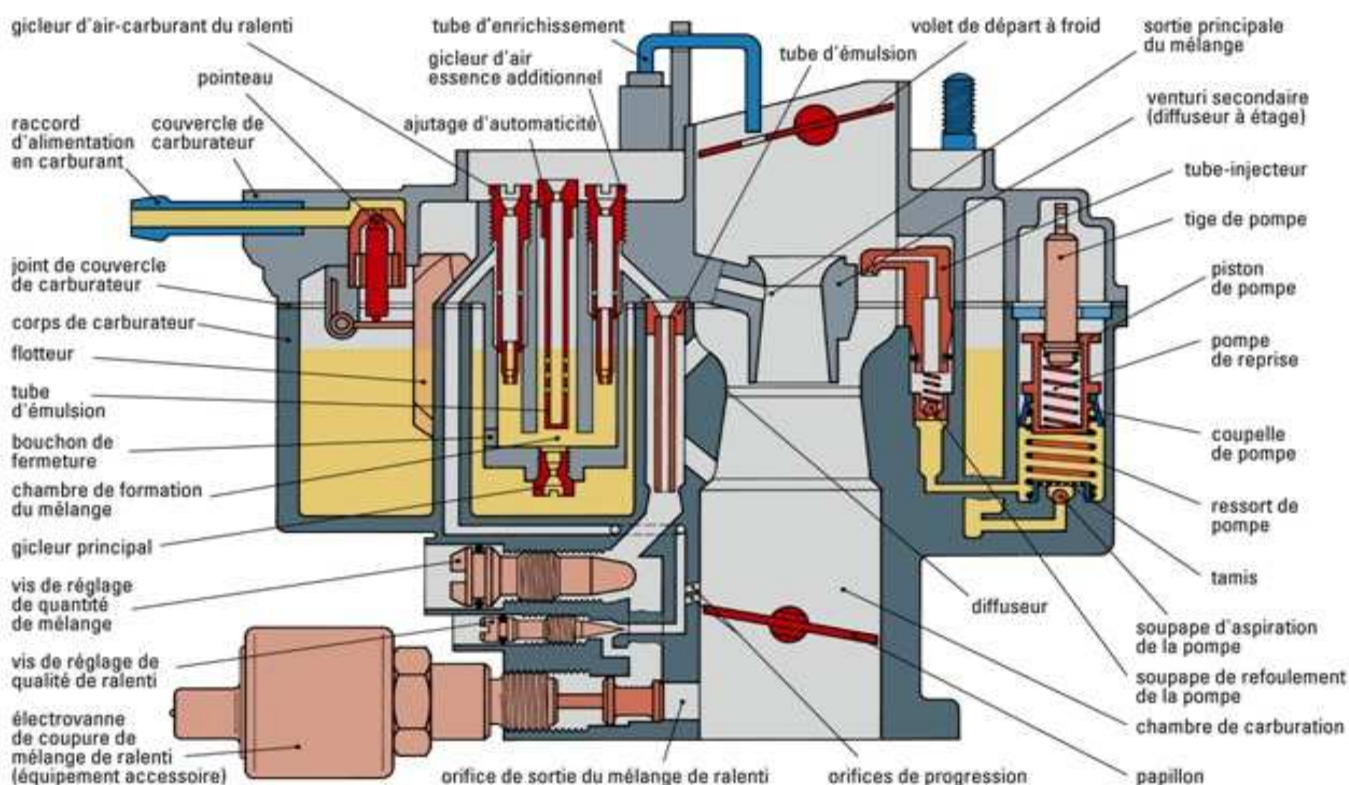


a	Ajutage d'automatisme	i	Injecteur pompe de reprise
B	Bilame	K	Buse d'air
b	Petite bilame	L	Levier de pompe
C	Came	M	Membrane de pompe de reprise
F	Flotteur	u1	Orifice calibré
Gg	Gicleur principal	u2	Orifice calibré
g	Gicleur de ralenti	v	Papillon des gaz
H1	Siege de bille	v1	Volet de départ
H2	Siege de bille	w	Vis de richesse

CARBURATEUR

Nom :

Circuits d'un carburateur:



Circuit principal :

A une certaine ouverture de papillon, dans le diffuseur on a une augmentation de la dépression qui amorce le circuit principal.

L'essence passe des cuves aux puits à travers le gicleur principal qui en contrôlent le débit.

Dans les puits on a un premier mélange, réalisé dans les tubes d'émulseurs, avec l'air contrôlé par le gicleur d'air (ajutage d'automatisme).

Le circuit principal assure un dosage économique de l'ordre 1/18 aux moyens régimes.

Circuit de ralenti:

Au ralenti le papillon est quasiment fermé, la dépression dans le venturi est insuffisante pour amorcer le circuit principal.

Le circuit de ralenti débouche sous le papillon, le dosage est réalisé par un gicleur de ralenti pour l'essence et par l'entrebâillement du papillon pour l'air.

Circuit de pompe de reprise:

**Une pompe de reprise compense, par injection d'une certaine quantité d'essence, l'appauvrissement du mélange lors d'une brusque ouverture du papillon des gaz.
La pompe peut être à piston ou à membrane.**

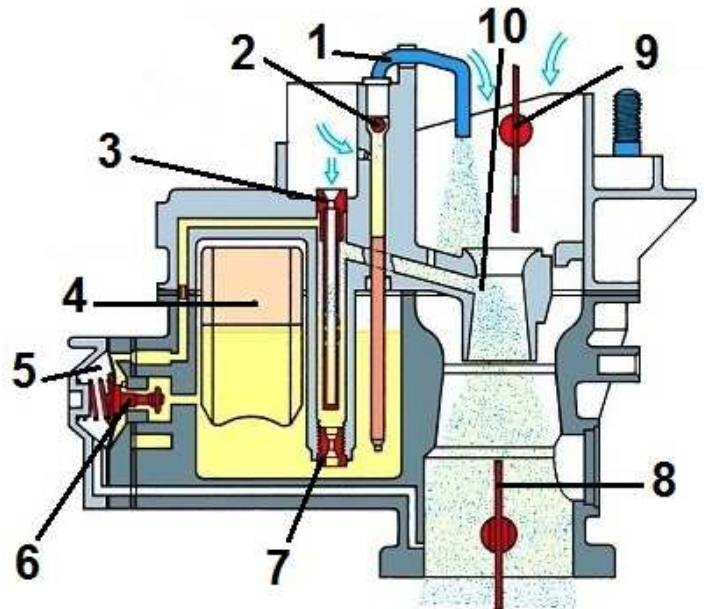
Circuit d'enrichissement de puissance:

Ce système qui entre en action pour les grandes ouvertures de papillon permet d'avoir un dosage riche de 1/12 et donc un gain en puissance.

Dans des conditions bien déterminées de charge et régime (effet du ressort > effet de la dépression) le gicleur d'enrichissement ajoute son débit à celui du circuit principal.

L'ouverture de ce gicleur est commandée par un clapet à membrane actionné par la dépression régnant dans la tubulure d'admission.

1	Circuit de l'éconostat simple
2	Bille
3	Ajutage d'automatisme
4	Flotteur
5	Pompe du circuit enrichisseur de puissance
6	Clapet d'enrichissement
7	Gicleur principal
8	Papillon des gaz
9	Volet de départ
10	Tube de garde



Circuit d'Econostat

Il peut être simple ou commandé et il fonctionne sous l'effet de la dépression créée par le débit d'air, lorsque celui-ci a atteint une certaine valeur et n'intervient qu'aux régimes élevés du moteur.

L'Econostat simple est essentiellement constitué par un tube injecteur qui s'alimente en essence directement dans la cuve à niveau constant du carburateur et débouche dans l'entrée d'air principale du carburateur.

L'Econostat commande a le même principe que l'enrichisseur de puissance, seulement il débouche dans l'entrée d'air principale du carburateur.

Départ à froid :

Le départ à froid nécessite un mélange riche ;

- soit par diminution de l'air avec un Volet de départ
- soit par ajout de l'essence avec un circuit de starter à glace.

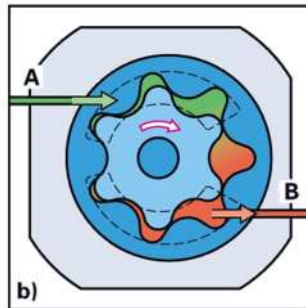
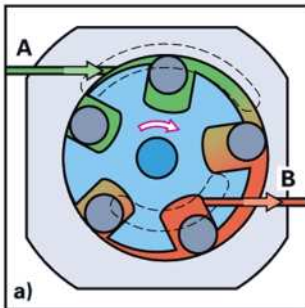
Rôle d'une pompe d'alimentation:

Le rôle de la pompe à carburant est de fournir un débit de carburant sous pression aux injecteurs.

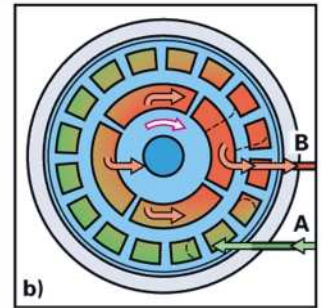
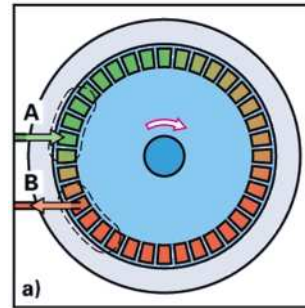
La pompe est entraînée par un moteur électrique.

Description d'une pompe à deux étages:

1	Côté aspiration	
2	Etage pompe centrifuge	
3	Etage principal pompe à rotor	
4	Clapet de non-retour	
5	Côté refoulement	
6	Raccordement électrique	
7	Induit du moteur électrique.	
8	Soupape de sureté	
9	Conduite de dégazage	



Augmentation ■ et diminution du volume ■



Pompes volumétriques à rouleaux cylindriques (a) et à rotor (b).

Pompes centrifuges à canal périphérique (a) et à canal latéral (b).

Les systèmes modernes d'injection utilisent exclusivement des pompes à carburant entraînées électriquement qui à tension nominale délivrent entre 60 et 200 l/h.

Une pression de 1 à 5,5 bar pour les systèmes d'injection indirecte.

Une pression de 3 à 7 bar pour les systèmes d'injection directe.

Une soupape de sécurité (8) s'ouvre lorsque la pression à l'intérieur de la pompe devient trop forte. A la sortie, un clapet anti-retour (4) maintient la pression d'essence dans le circuit afin d'éviter un désamorçage à l'arrêt du moteur.

Emplacement:

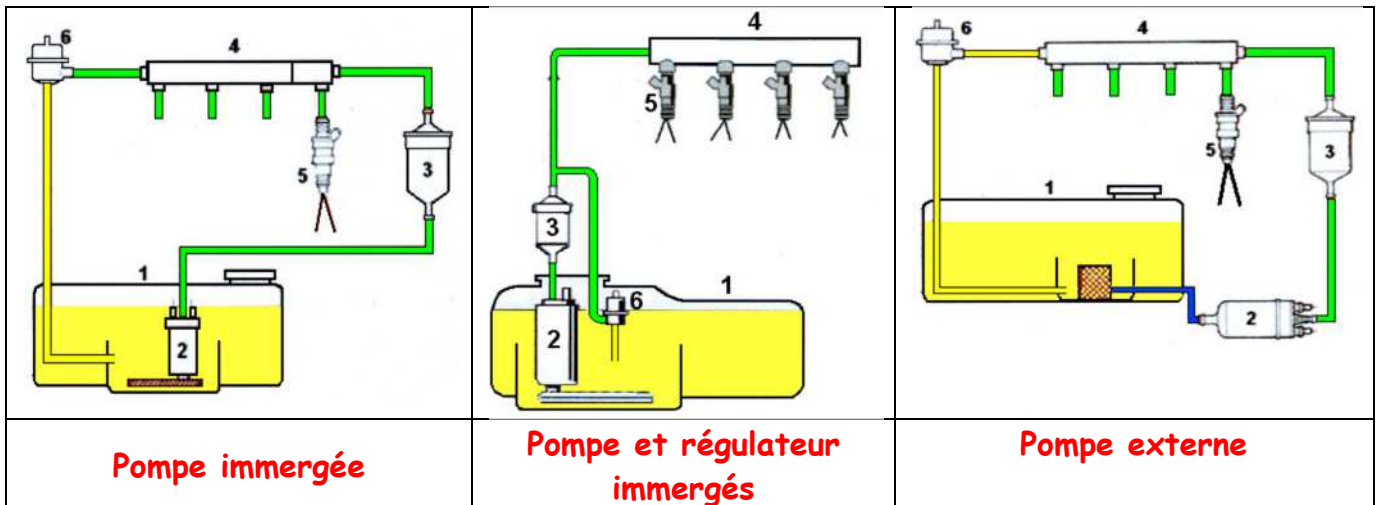
La pompe était fixée généralement sous le châssis du véhicule. Elle est maintenant de type immergée dans le réservoir et très souvent fixée sur le même support que la jauge.

L'avantage de la pompe immergée est de diminuer le bruit dû à la rotation de l'élément de pompage.

Les configurations de montage de la pompe à essence peuvent être :

- **jaugue avec pompe immergée,**
- **jaugue avec pompe et régulateur immergés,**
- **jaugue avec pompe, régulateur et filtre immergés.**

Différents montages :

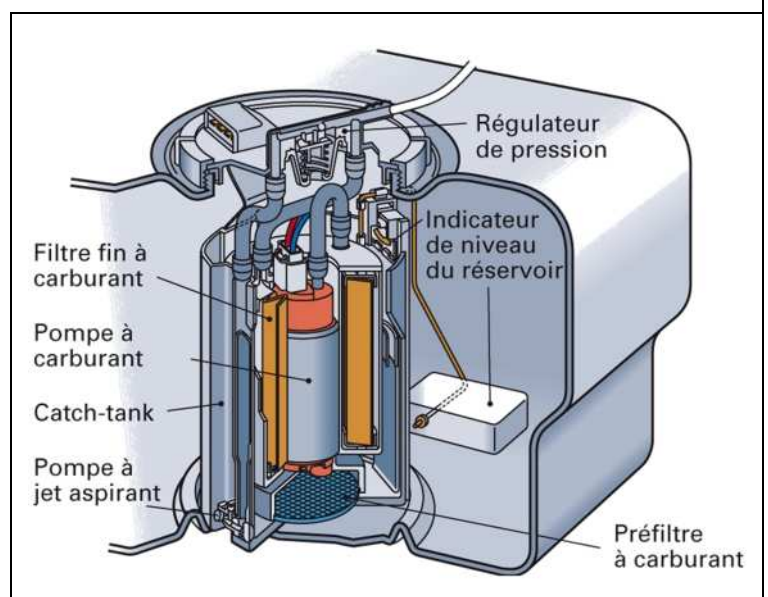


1. Réservoir 2. Pompe de gavage 3. Filtre à carburant
4. Rampe d'alimentation 5. Injecteurs 6. Régulateur de pression.

Module d'alimentation en carburant:

Les composants de l'alimentation en carburant sont regroupés dans un module qui est installé dans le réservoir à carburant.

Indicateur de niveau de carburant est généralement constitué d'un transmetteur à levier ou d'un transmetteur à tube plongeur. Celui-ci est connecté à un potentiomètre au moyen d'une tringle. La variation de tension à la résistance indique la quantité de carburant contenue dans le réservoir.

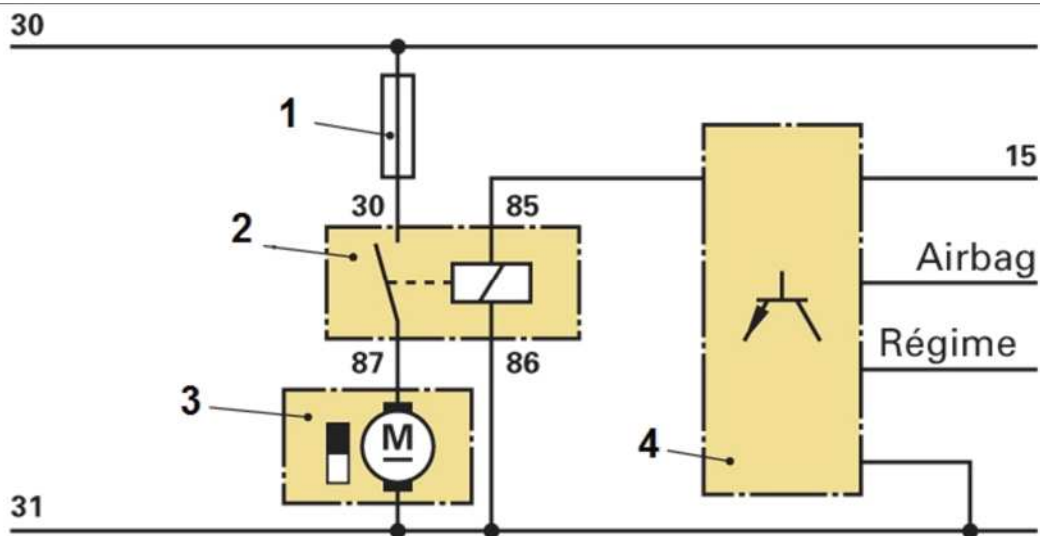


Fonction précommande de la pompe à essence :

L'alimentation électrique de la pompe à essence est gérée par le calculateur, par l'intermédiaire d'un relais et est activée par le calculateur.

- Dès que le calculateur est alimenté, le bobinage du relais est excité pour une durée de 1 une à 2 secondes afin d'alimenter la pompe à essence pour remettre le circuit sous pression.
- Dès que le moteur tourne ($N > 24$ tr/mn), le calculateur maintient la pompe en action.

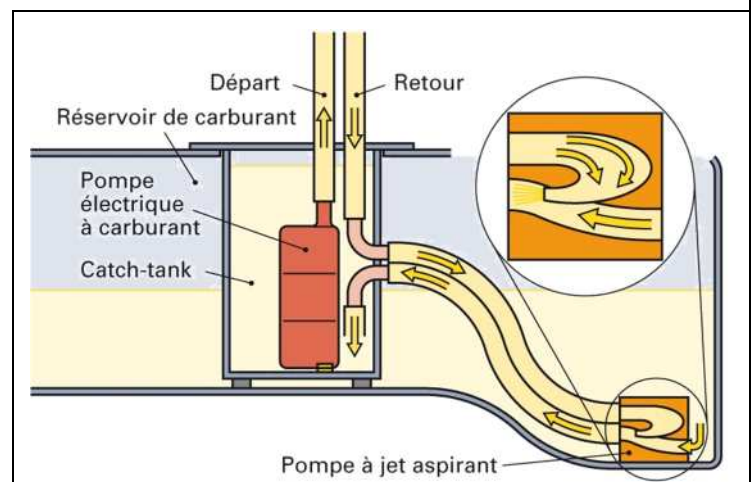
Schéma électrique de pompe à carburant:



1	Fusible	2	Relais	3	Pompe électrique	4	Calculateur
---	---------	---	--------	---	------------------	---	-------------

Pompes à jet aspirant :

Ce sont des pompes entraînées hydrauliquement qui servent à puiser le carburant dans le réservoir. Le flux de carburant généré par la pompe électrique passe à travers la buse calibrée d'une pompe à jet aspirant, ce qui permet d'aspirer le carburant stocké p. ex. dans la partie latérale du réservoir, puis de l'amener au catch-tank.



Caractéristiques fonctionnelles :

- Le carburant est pulvérisé au moyen d'injecteurs,
- La durée de leurs ouvertures détermine le débit de carburant.
- La quantité d'air aspirée par le moteur est quantifiée par le calculateur au moyen d'un débitmètre ou d'un capteur de pression.
- Diverses sondes (température, position accélérateur...) permettent au calculateur d'affiner le dosage dans toutes les plages de fonctionnement et de piloter l'injecteur (monopoint) ou les injecteurs (multipoints) .

Avantages de l'injection essence :

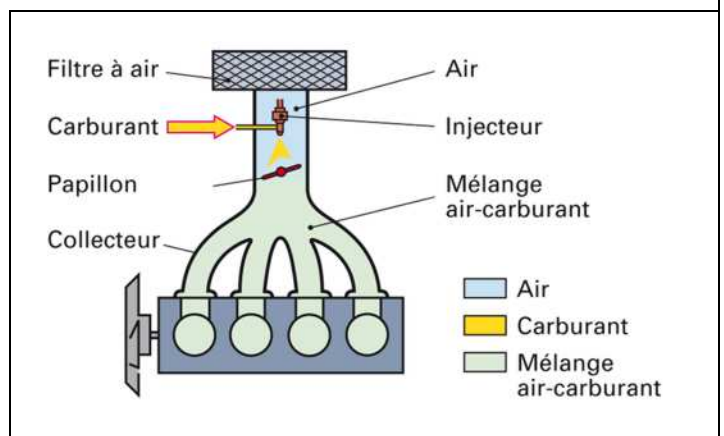
- Augmentation du rendement du moteur
- Réduction de la consommation de carburant,
- Réduction des polluants dans les gaz d'échappement.

Types d'injections :

L'injection est centralisée : si elle comprend qu'un seul injecteur, disposé en un point central au-dessus du papillon.

Elle est également nommée **Monopoint**.

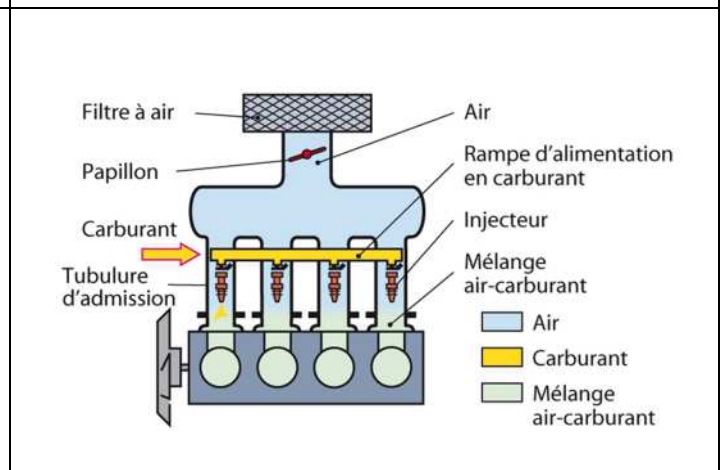
SPI (Single Point Injection).



L'injection est indirecte : si elle a lieu dans la tubulure d'admission, plus ou moins près de la soupape d'admission, le jet d'essence étant dirigé vers la soupape.

Elle est également nommée **multi-point**

MPI = MultiPoint Injection

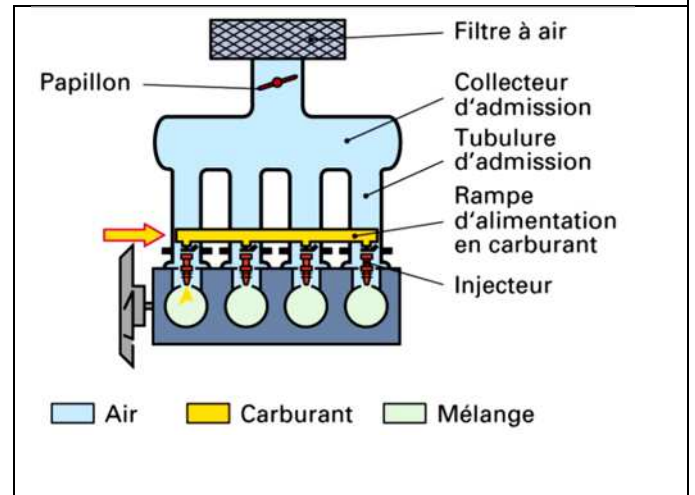


L'injection est directe : si elle s'effectue dans la chambre de combustion du cylindre.

Elle est également nommée :

FSI = Fuel Stratified Injection

GDI = Gasoline Direct Injection



Commande des injecteurs :

A. Injection continu :

Les injecteurs sont ouverts sous l'effet de la pression du carburant et restent ouverts durant tout le temps de fonctionnement du moteur. L'injection à lieu en continu.

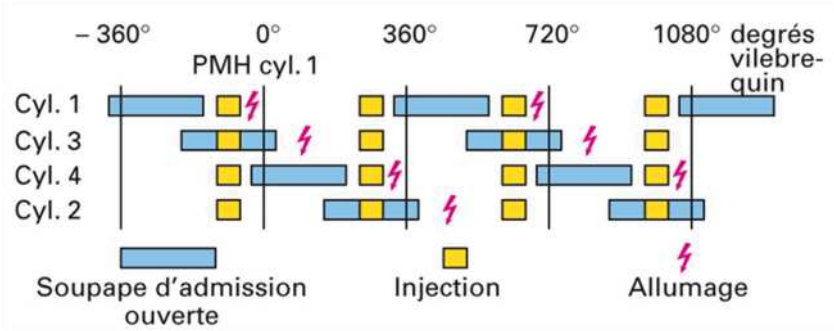
B. Injection intermittente :

Les injecteurs sont brièvement ouverts électromagnétiquement et sont refermés après l'injection de la quantité de carburant nécessaire.

En fonction du pilotage des injecteurs par la centrale de commande électronique (Calculateur), on distingue quatre sortes d'injections intermittentes différentes :

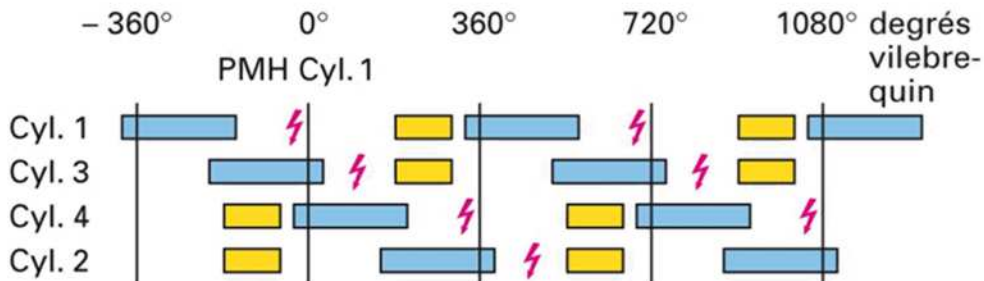
Injection simultanée :

Tous les injecteurs sont commandés simultanément. Le temps d'évaporation du carburant pour chaque cylindre varie fortement d'un cylindre à l'autre. Pour obtenir tout de même une composition équilibrée du mélange ainsi qu'une bonne combustion, on injecte la demi quantité de carburant à chaque tour de vilebrequin.



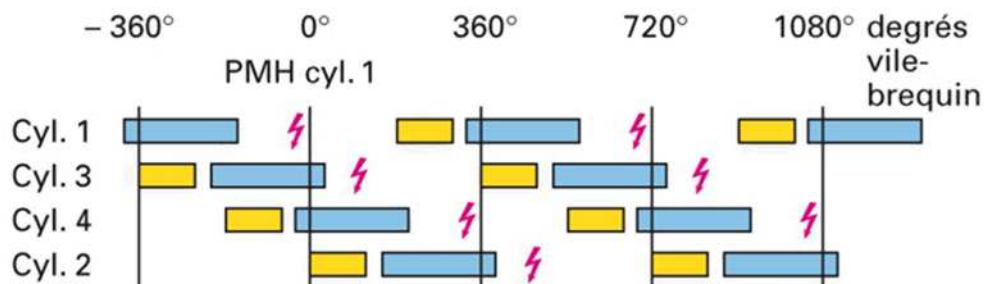
L'injection groupée :

Les injecteurs des cylindres 1 et 3 ainsi que 2 et 4 s'ouvrent en alternance une fois par cycle. L'injection a lieu en amont des soupapes d'admission. La quantité dosée est injectée en une seule fois. Les durées de vaporisation du carburant sont différentes.



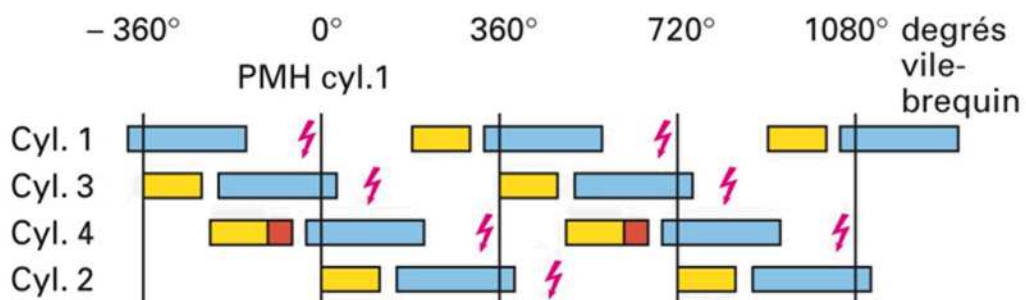
Injection séquentielle :

Les injecteurs injectent l'un après l'autre dans l'ordre d'allumage. Ils injectent en une fois la quantité dosée avant le début du temps admission (sélection par cylindre). La formation du mélange air carburant est améliorée et le refroidissement interne est amélioré.



Injection sélective par cylindre :

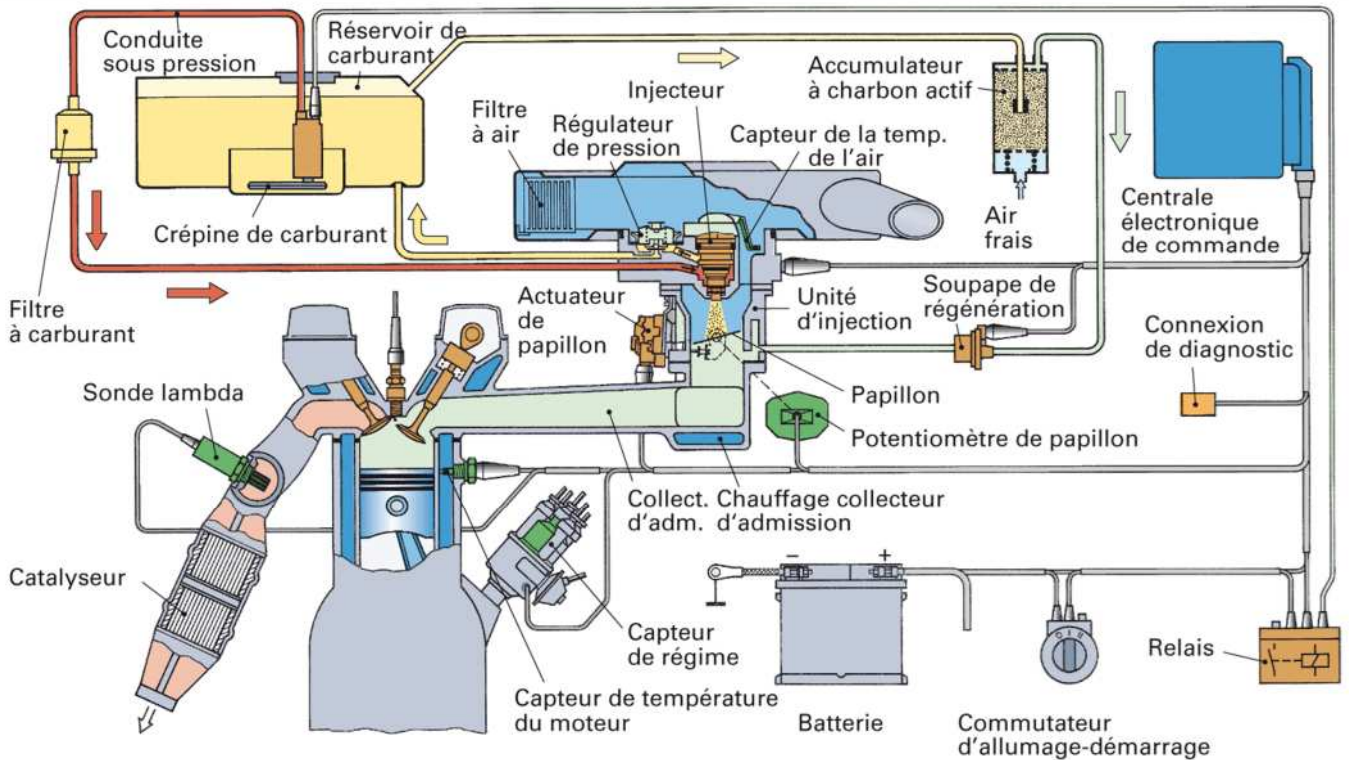
Il s'agit d'une injection séquentielle. Grâce à un système de capteurs et à une électronique plus performante, la centrale de commande (calculateur) est en mesure de délivrer une quantité spécifique de carburant à chaque cylindre.



Injection centralisée (Monopoint) :

Dans l'injection centralisée, un seul injecteur est utilisé pour alimenter les différents cylindres du moteur (SPI = Single Point Injection).

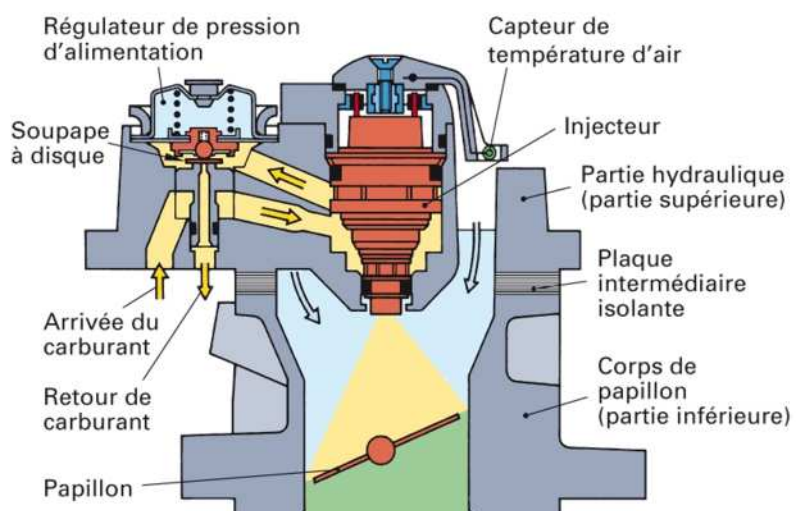
Cet injecteur de type électromagnétique est situé en position centrale dans le boîtier papillon et commandé par le calculateur. Il s'ouvre 2 fois par tour de vilebrequin d'un moteur à 4 cylindres. L'injection a lieu en amont du papillon.



Unité d'injection :

Elle se compose de :

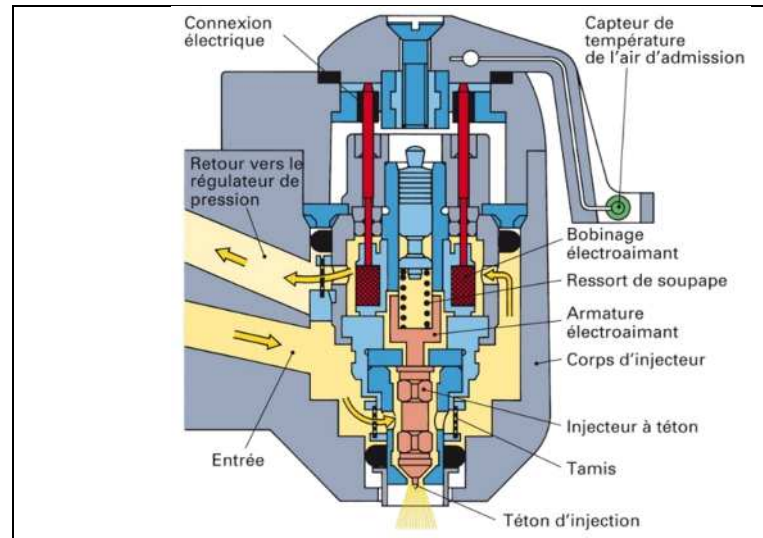
- Une partie hydraulique avec arrivée et retour de carburant, injecteur, régulateur de pression, capteur de température d'air.
- Un corps avec papillon, potentiomètre de papillon, actuateur de papillon.



Injecteur :

C'est un injecteur électromagnétique à aiguille. Sous l'action des impulsions électriques du calculateur dans le bobinage de l'électroaimant, le noyau magnétique est attiré, le ressort comprime l'aiguille de l'injecteur se soulève de son siège.

Le téton d'injection en bout de l'aiguille donne un jet de forme conique et provoque la pulvérisation du carburant.

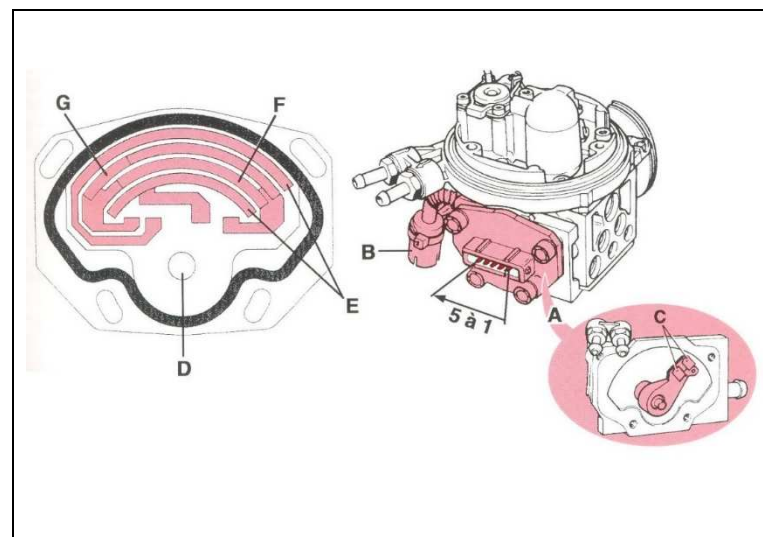


Ce capteur de position du papillon :

Ce capteur a pour fonction d'informer le calculateur de la position angulaire du papillon des gaz.

Le calculateur l'alimente suivant une tension stabilisée de 5 Volts.

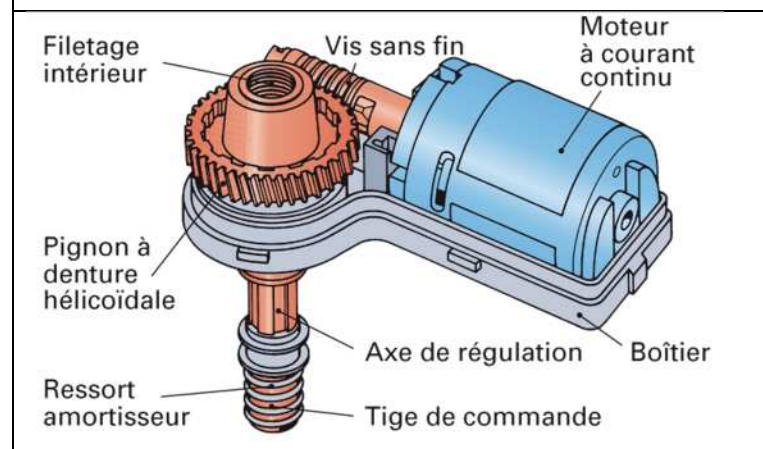
L'information de retour est transmise par une tension variable de 0,3 à 5 V selon la position du papillon.



Actuateur de ralenti :

Il agit directement sur le levier de papillon des gaz afin de garantir un passage d'air additionnel et d'assurer un régime de ralenti stable.

Ex : lors du départ à froid ou démarrage du compresseur de la climatisation.

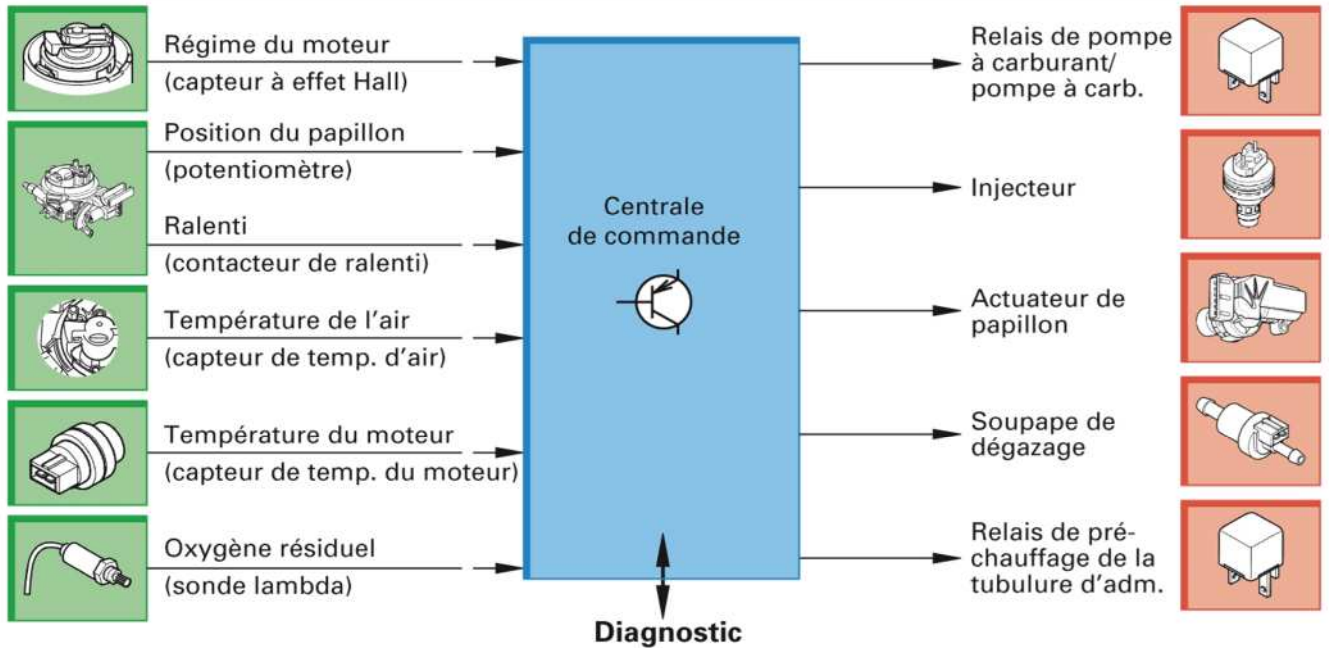


Le calculateur possède en mémoire une consigne de régime de ralenti. Il compare le régime momentané du moteur avec cette valeur de consigne.

INJECTION CENTRALISEE

Nom :

Date :



ENTREES

SORTIES

Régime moteur

Relais pompe à carburant

position de papillon

Injecteur

Ralenti

Actuateur de papillon

température d'air

Electrovanne dégazage réservoir

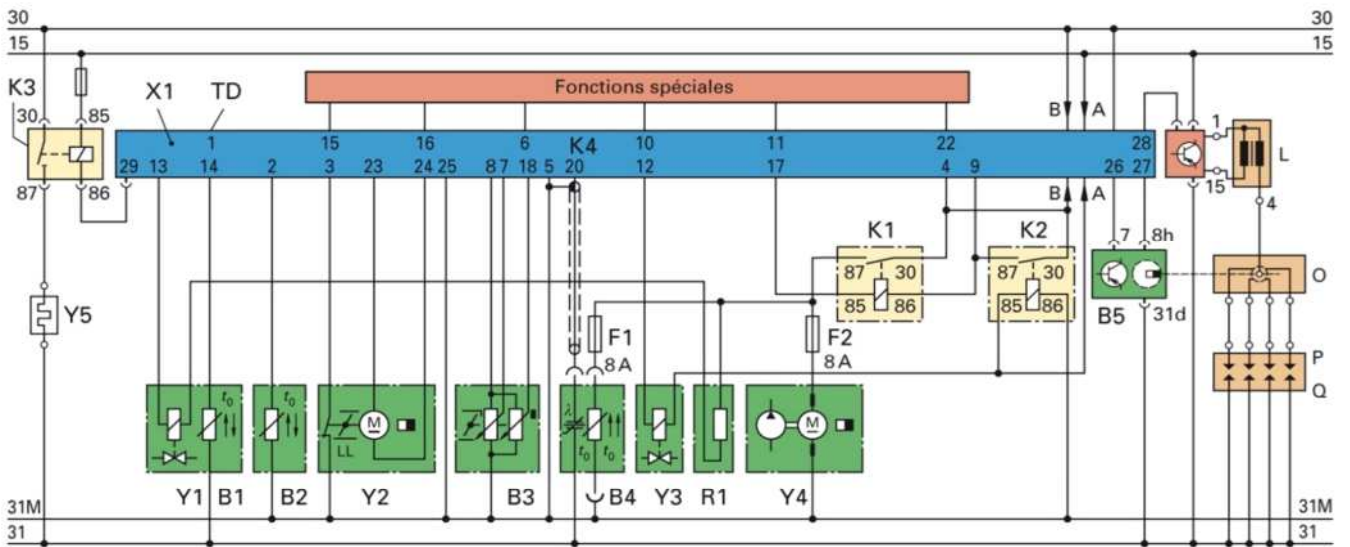
température moteur

Relais de préchauffage tubulure d'admission

Taux d'oxygène

Diagnostic

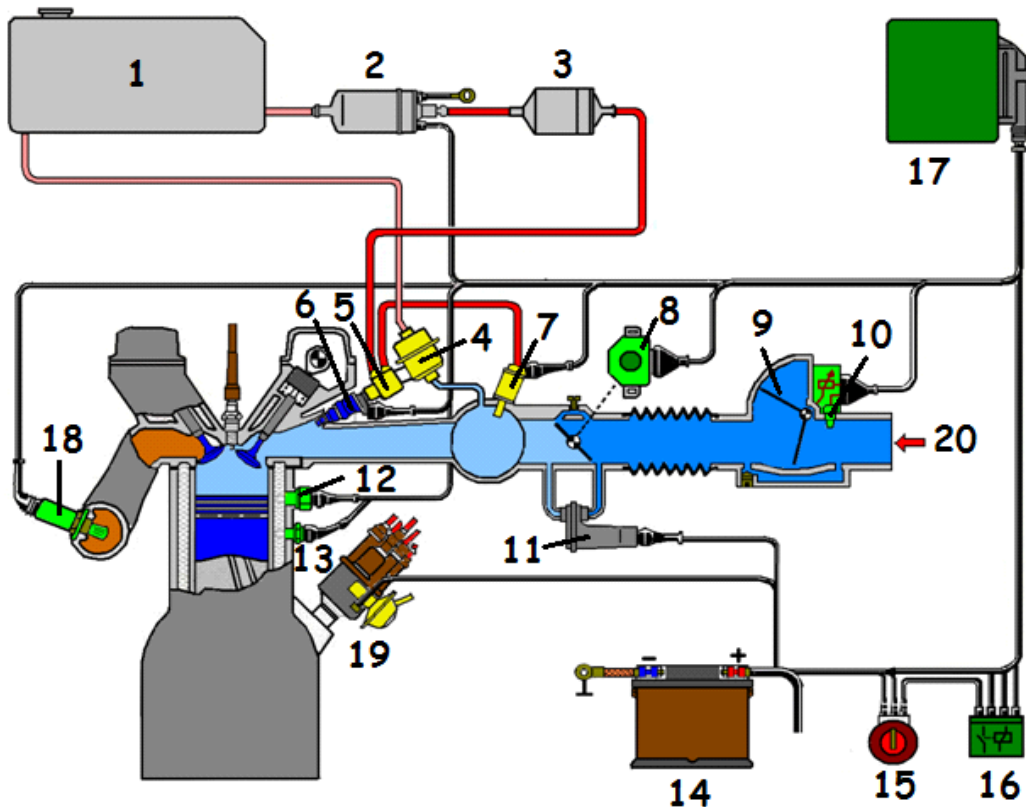
Diagnostic



- | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--|---|
| B1 Capteur temp. air | B5 Capteur à effet Hall | K3 Relais pour préchauffage tubulure d'admission | Y2 Actuateur de papillon avec contacteur de ralenti |
| B2 Capteur temp. moteur | F1 Fusible 8A | K4 Centr. de commande électr. | Y3 Soupape de régénération |
| B3 Potentiomètre du papillon | F2 Fusible 8A | R1 Résistance série | Y4 Pompe à carburant |
| B4 Sonde lambda chauffée | K1 Relais pompe à carb. | Y1 Injecteur | Y5 Chauffage tub. d'admission |

L-Jetronic

Le système d'injection L- Jetronic est un système d'injection sans entraînement, à commande électronique, avec injection intermittente de carburant dans la tubulure d'admission. Le système L- Jetronic associe les avantages de la mesure directe du débit d'air aux possibilités spécifiques de l'électronique.



1 Réservoir de carburant

11 Commande d'air additionnel

2	Pompe électrique à carburant	12	Thermocontact temporisé
3	Filtre à carburant	13	Sonde de température du moteur
4	régulateur de pression	14	Batterie
5	Rampe de distribution	15	Commutateur d'allumage-démarrage
6	Injecteur	16	Relais
7	Injecteur de départ à froid	17	Centrale de commande
8	Contacteur de papillon	18	Sonde lambda
9	Débitmètre d'air	19	Allumeur
10	Sonde de température d'air	20	Entrée d'air

Principe de fonctionnement :

- mesure du débit d'air,
- paramètres de commande principaux : débit d'air et régime,
- injection intermittente.

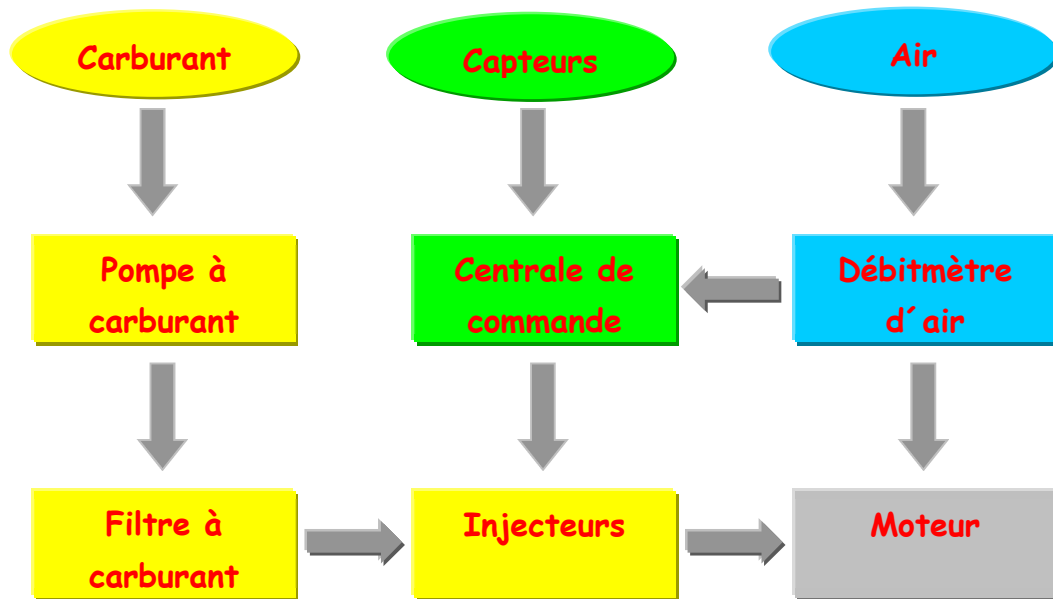


SYSTEME L-JETRONIC

Nom :

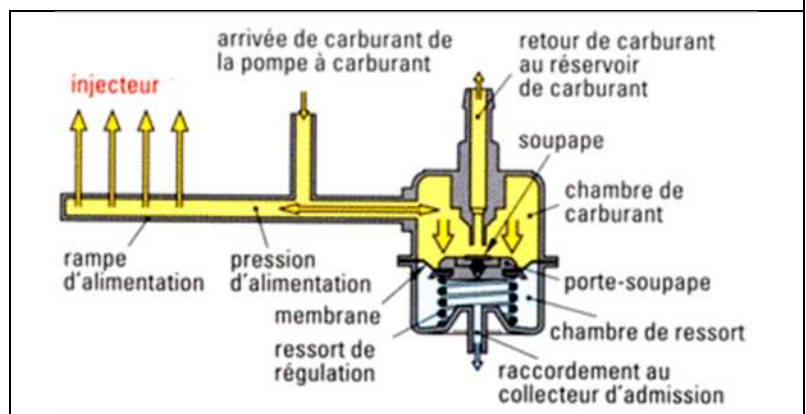
Date :

L-Jetronic :



Le régulateur de pression:

Le régulateur de pression d'essence est "une vanne" qui règle la pression d'essence dans la rampe d'injection de 2.4 bars à 3 bars et qui corrige cette pression en fonction de la dépression de la tubulure d'admission.

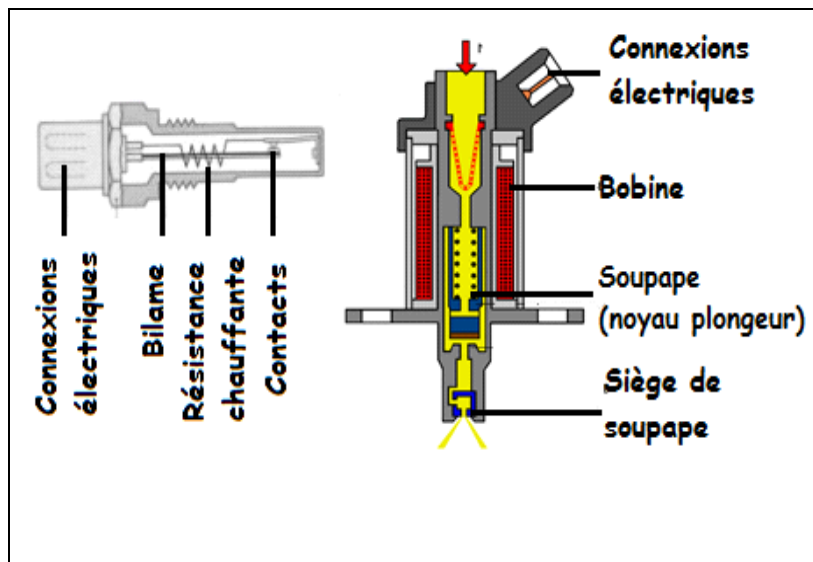


Injecteur de départ à froid :

Pendant la phase de démarrage, un supplément de carburant est injecté par l'injecteur de départ a froid pendant un temps déterminé et en fonction de la température du moteur.

Il est fixé sur le canal d'air additionnel.

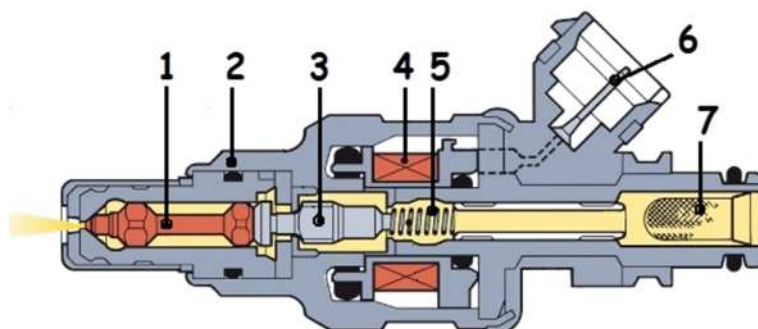
La durée d'injection est contrôlée par un thermocontact temporisé.



L'injecteur :

Les injecteurs servent au dosage et à la pulvérisation du carburant.

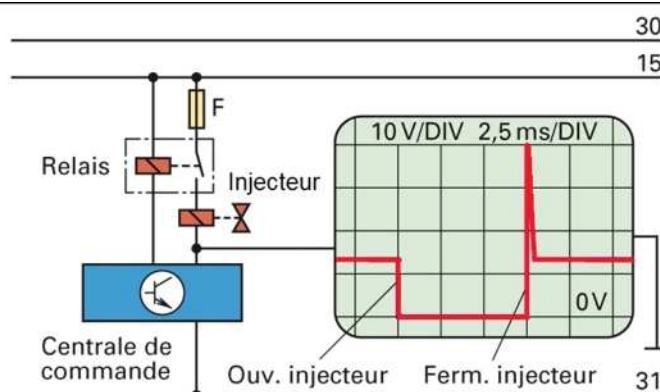
1	Aiguille
2	Corps d'injecteur
3	Noyau magnétique
4	Bobine électromagnétique
5	Ressort de rappel
6	Connexions électriques
7	Filtre



Oscillogramme :

Injecteur	Tension mesurée
Ouvert	0 V
Fermé	12 V

L'injecteur est ouvert pendant : 7.5 ms



Commande de l'injecteur :

La commande électrique provenant du calculateur crée un champ magnétique dans Bobine. L'injecteur reçoit un plus après contact (+ APC) et le calculateur envoie des masses séquentielles. Le noyau magnétique est attiré et l'aiguille se décolle de son siège, le carburant sous pression peut alors passer.

Lorsqu'on coupe cette commande, le ressort repousse l'aiguille sur son siège et le circuit est fermé.

Le temps d'ouverture des injecteurs dépend du temps de masse commandé par le calculateur.

Calcul :

Un moteur à 4 cylindres consomme 8,5 l de carburant/heure au régime $N = 3000$ 1/min. Calculer le nombre de cycles de temps de combustion détente par heure et la quantité injectée par cycle de travail.

$$V = 8,5 \text{ l/km}, Z = 4, N = 3000 \text{ t/min}, X_{CT} ?, Q_{CT} ?$$

$$X_{CT} = 60 \times N / 2 \times Z = 60 \times 3000 / 2 \times 4 = 360\,000 \text{ t/h}$$

$$Q_{CT} = 8500\,000 \text{ mm}^3/\text{h} / 360\,000 \text{ t/h} = 23,6 \text{ mm}^3$$

Institut
de Technologie
Appliquée



Spécialisé
Koulouch

SYSTEME L-JETRONIC

Nom :

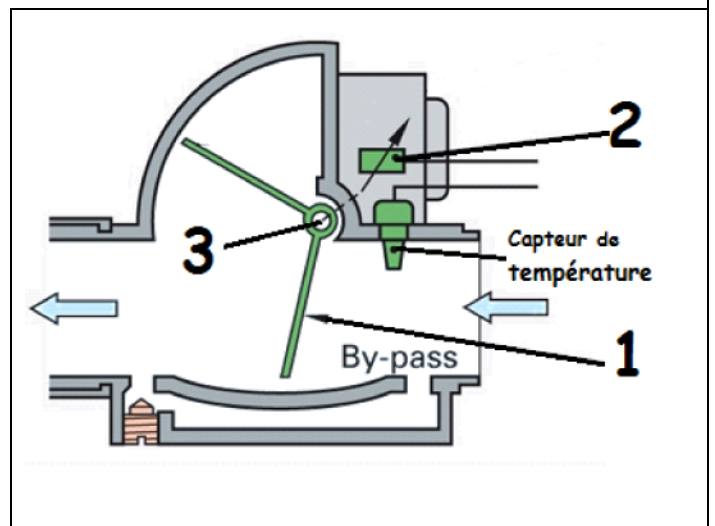
Date :

Débitmètre d'air :

Le débitmètre d'air sert à mesurer la quantité d'air absorbé par le moteur.

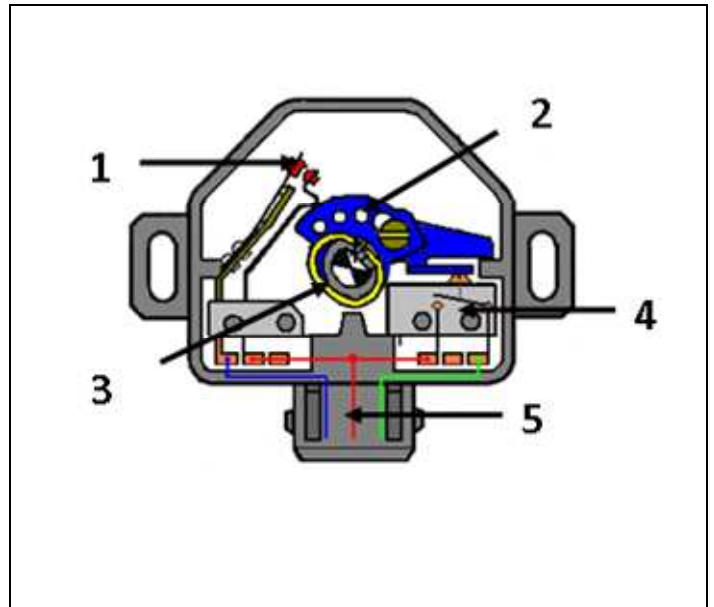
Il comprend un volet sonde (1) pivotant autour d'un axe fixe (3) dont la position angulaire augmente avec le volume d'air aspiré.

Cette position angulaire est mesurée au moyen d'un potentiomètre (2) qui envoie un signal électrique au calculateur.



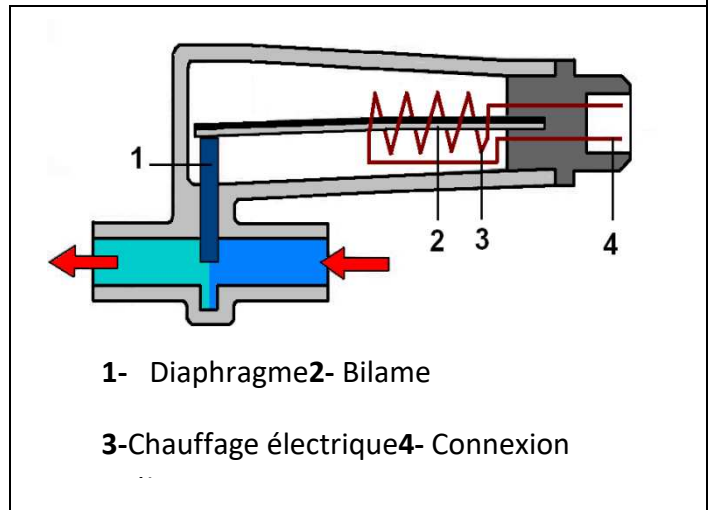
Contacteur de papillon:

Il est activé par l'axe du papillon des gaz (3). Dans le contacteur de papillon se trouvent des contacts pour le fonctionnement de ralenti (4) et à pleine charge (1). Lors de la fermeture des contacts correspondants, la centrale de commande reçoit des informations concernant la position de ralenti et de pleine charge et les traite afin de déterminer la durée d'injection.



Commande d'air additionnel:

Pendant la phase de réchauffage le moteur reçoit d'avantage de mélange par l'intermédiaire de la commande d'air additionnel afin de vaincre la haute résistance de frottement à froid et de garantir la stabilité du ralenti.



Capteur de température d'air :

Le capteur de température de l'air fournit une image électrique de la température de l'air. Cette information permet au calculateur de connaître la masse volumique de l'air donc la quantité d'air qui entre dans le moteur pour déduire ensuite la quantité d'essence à injecter.

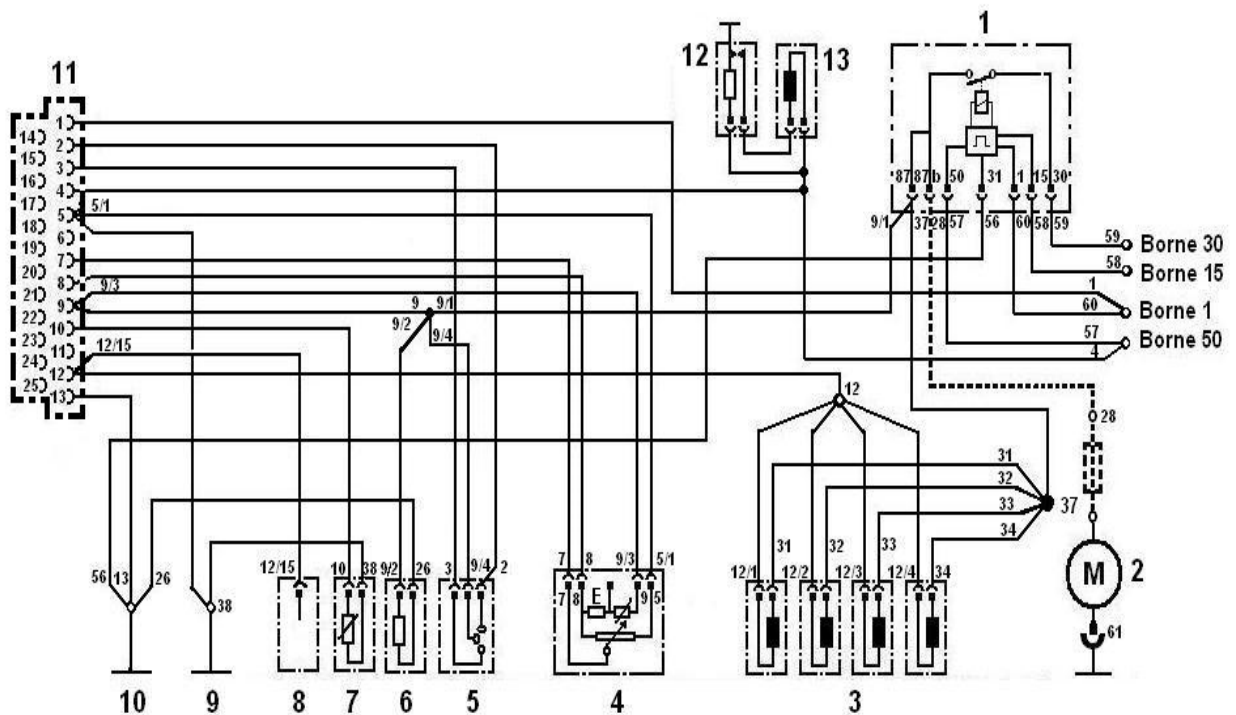


Capteur de température moteur :

Il est placé dans le circuit de refroidissement et permet de déduire la température du moteur de celle du liquide de refroidissement (figure 1), afin que le système de gestion du moteur puisse en tenir compte (plage de mesure : -40 à +130°C).



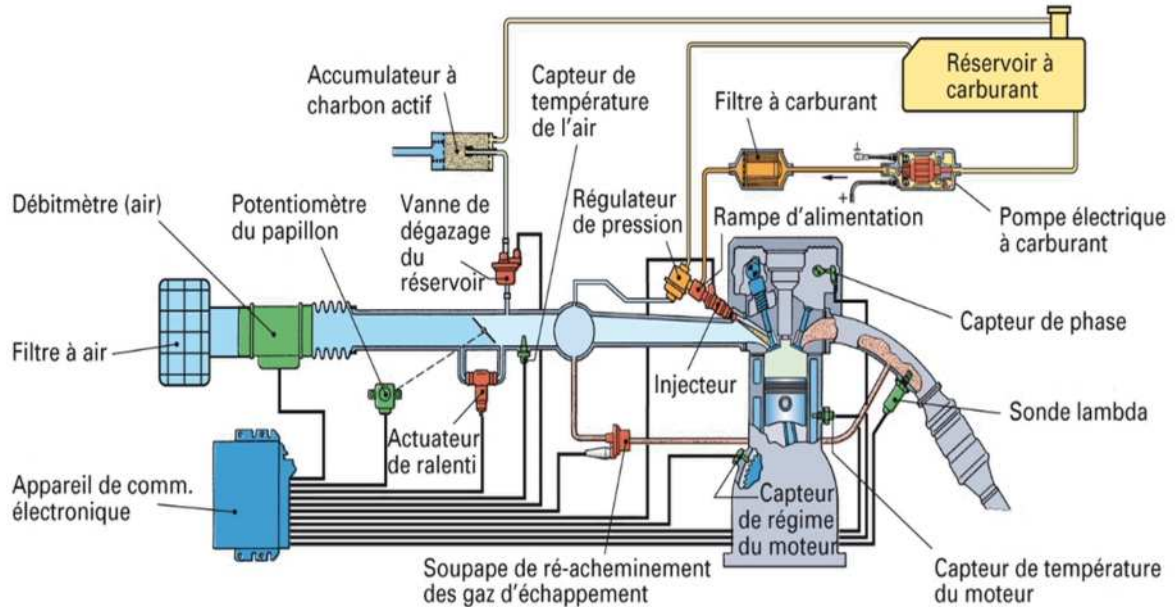
Schéma électrique :



1 : Relais -- 2 : Pompe électrique à carburant -- 3 : Injecteurs -- 4 : Débitmètre d'air -- 5 : Contacteur de papillon--
6 : Commande d'air additionnel -- 7 : Capteur de température du moteur -- 8 : Ordinateur de bord -- 9 : Masse --
10 : Masse -- 11 : Centrale de Commande Electronique (CCE) -- 12 : Thermocontact temporisé -- 13 : Injecteur Départ
à froid

LH-Jetronic :

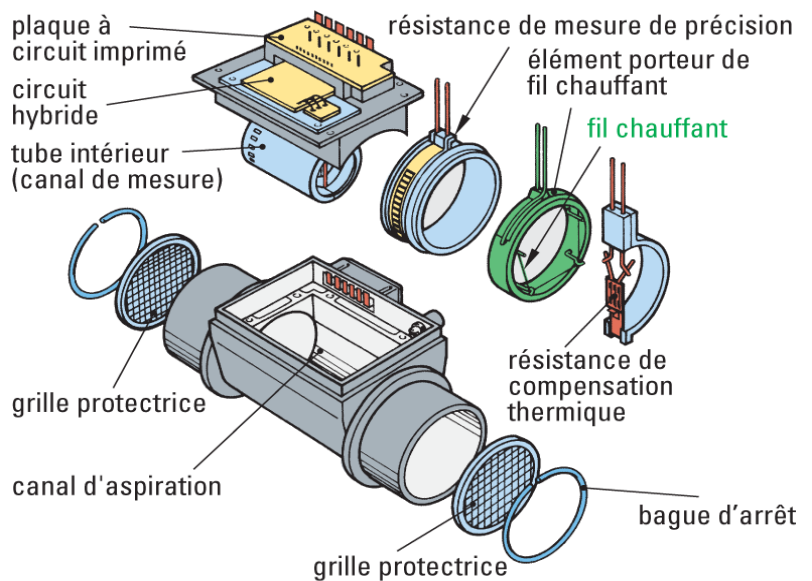
C'est l'une des variantes du développement du L-Jetronic. La différence réside dans la détection de la quantité d'air aspirée par le moteur, confiée ici à un débitmètre massique à fil chaud ou film chaud qui mesurent la masse d'air aspirée par le moteur.



Débitmètre à fil chaud :

Dans ce système, on fait passer le flux d'air à travers une buse dans laquelle est placé un fil de platine de 70 microns maintenu à une température constante d'environ 120°C.

Plus le flux d'air est important plus le fil sera refroidi. Pour pouvoir maintenir sa température constante, il faut augmenter l'intensité qui traverse le fil.



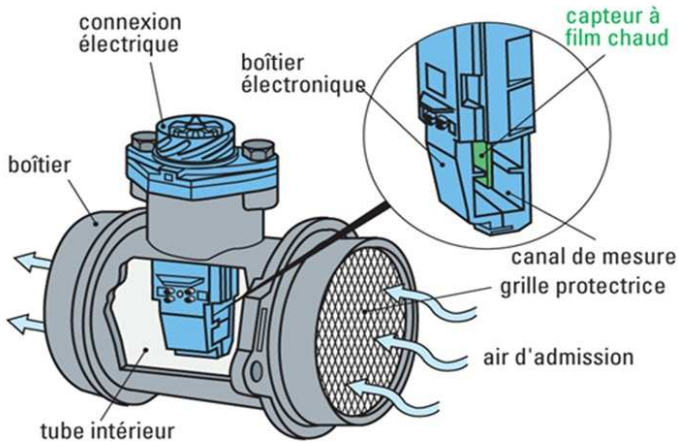
En comptabilisant la quantité d'électricité qu'il faut fournir, le calculateur connaît la quantité d'air admise dans le moteur. Les variations d'intensité du courant électrique d'alimentation du fil sont transformées, par une résistance de précision, en un signal de tension transmis au calculateur. L'encrassement du fil chaud pouvant entraîner une variation du signal de sortie. Il est porté électriquement à une température très élevée pendant une seconde après l'arrêt du moteur afin d'éliminer les dépôts perturbateurs.

Débitmètre a film chaud :

Le principe de fonctionnement est basé sur le même que le débitmètre à fil chaud à savoir le principe de la « température constante ».

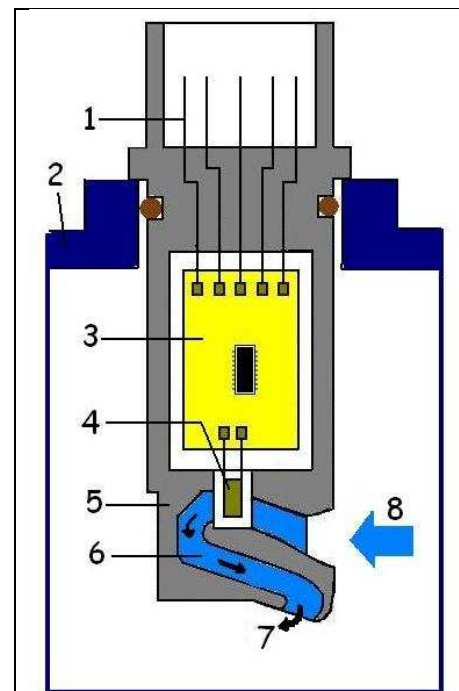
Par contre l'élément porté à température constante est désormais un film chaud placé perpendiculairement à l'écoulement.

Il est léché par l'air sur ces 2 faces, supprimant les problèmes d'encrassement.



Conception du débitmètre à film chaud :

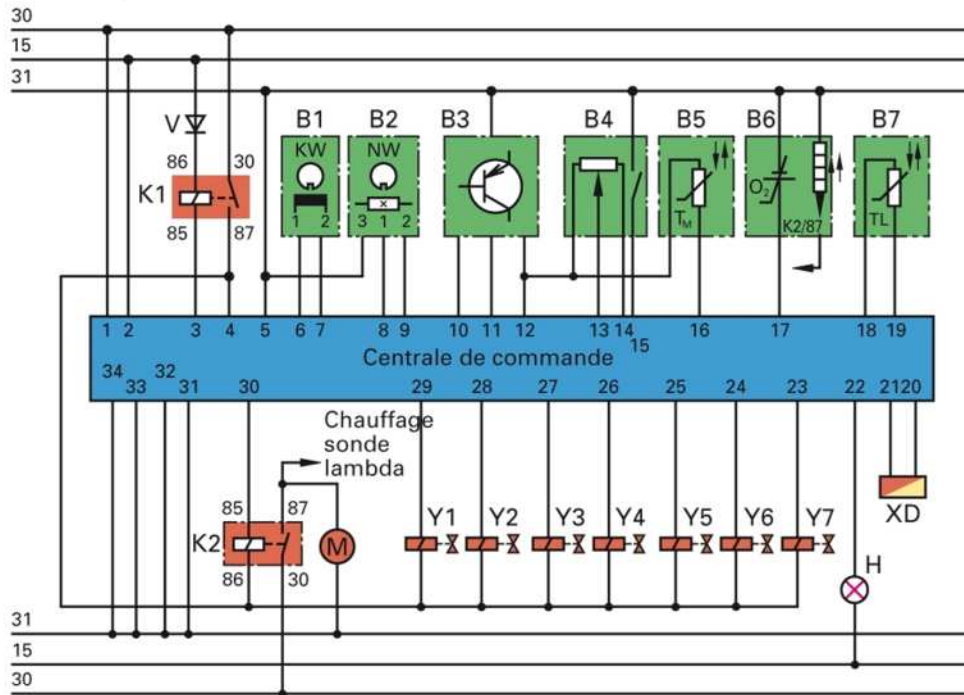
1	Connexions électriques (fiches)
2	Paroi du tube calibré ou du tube du filtre à air
3	Electronique d'exploitation (circuit hybride)
4	Cellule de détection
5	Boitier de capteur
6	Canal de mesure du lux partiel
7	Sortie du flux partiel de mesure
8	Entrée du flux partiel de mesure



Emplacement du tube calibré :

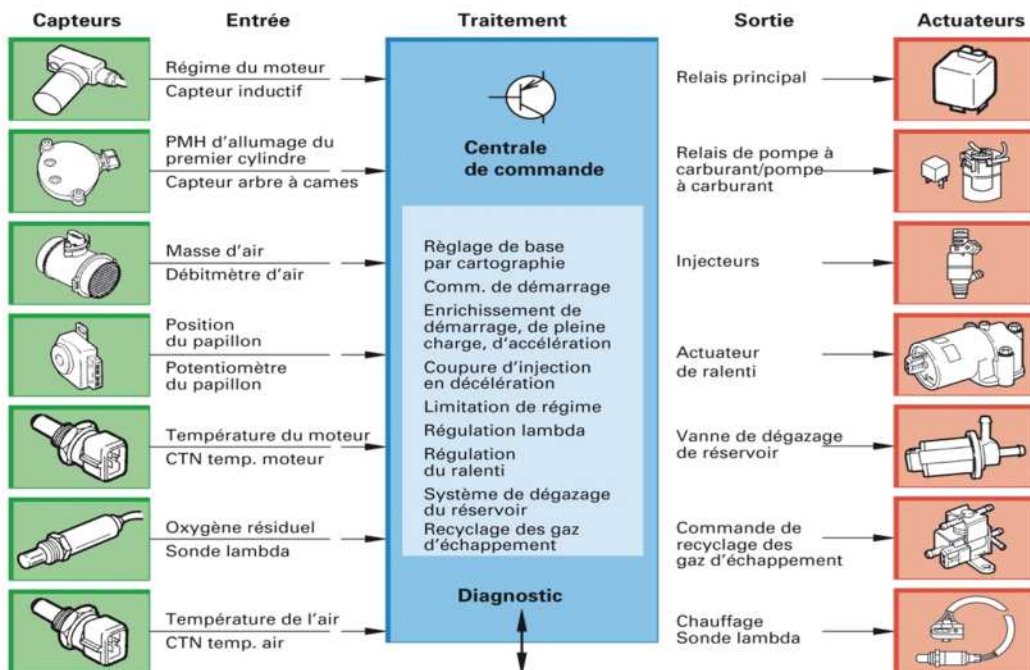
Le tube calibré est monté dans le collecteur d'admission, à air en aval du filtre à air. Il existe également des capteurs enfichables qui sont incorporés au filtre à air.

Schéma électrique :



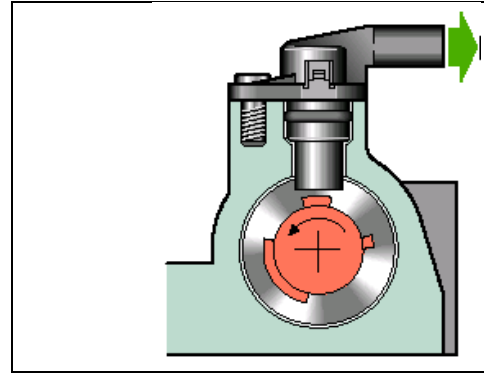
K1	Relais principal	B6	Sonde lambda chauffée
V	Diode de protection contre l'inversion de polarité	B7	Capteur de température (air)
K2	Relais de pompe à carburant	H	Lampe témoin(lampe de signalisation de défauts)
M	Pompe à carburant	Y1...Y4	Injecteurs
B1	Capteur de régime et des repères de référence	Y5	Actuateur du ralenti
B2	Capteur d'arbre à cames	Y6	Soupape de dégazage du réservoir
B3	Débitmètre d'air	Y7	Soupape de recyclage EGR
B4	Potentiomètre du papillon	XD	Connexion de diagnostic
B5	Capteur de température (moteur)		■ Capteurs
			■ Actuateurs

Synoptique du système :



Capteur de référence arbre à cames :

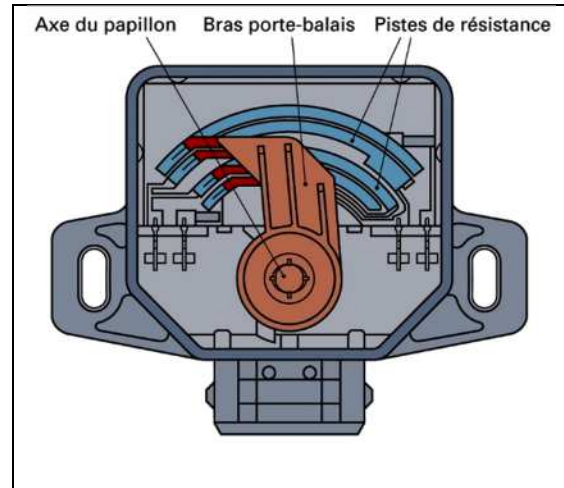
Le calculateur a besoin d'une référence de cylindre afin de pouvoir phaser les commandes des bobines d'allumage et des injecteurs en mode séquentiel (cylindre par cylindre dans l'ordre d'allumage 1 - 3 - 4 - 2).



Potentiomètre papillon :

Fixé sur le boîtier papillon, il informe le calculateur de la position angulaire du papillon. Cette information est utilisée pour la reconnaissance des positions "pied levé", "pied à fond" et "transitoires".

En fonction de ces données, le calculateur peut reconnaître le mode de fonctionnement et appliquer les stratégies d'avance et d'injection.



De plus, il permet au calculateur de calculer un temps d'injection en fonction de la position du papillon pour assurer un mode secours en cas d'une défaillance du capteur de pression.

Capteur de pression :

Le capteur pression air admission mesure en permanence la pression régnant dans la tubulure d'admission ainsi que la température de l'air admise dans le moteur.

Il est alimenté en +5V par le calculateur dès la mise du contact.

Le capteur délivre une tension proportionnelle à la pression mesurée, il est du type piézo-résistif (résistance variant avec la pression).



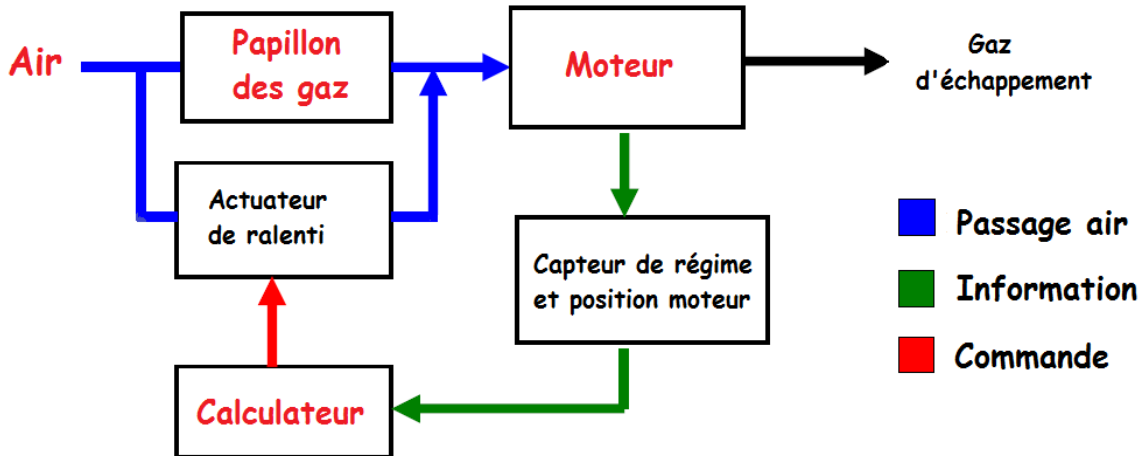
Le calculateur utilise cette information pour déterminer :

- la masse d'air absorbée par le moteur (avec les paramètres régime et température d'air),
- le débit à injecter aux différents états de charge du moteur et aux différences de pression atmosphérique,
- l'avance à l'allumage.

La régulation du ralenti :

Le besoin d'air additionnel au ralenti dépend :

- de l'état thermique du moteur,
- de l'enclenchement éventuel de consommateurs,
- de la régulation de régime moteur.



Le calculateur possède en mémoire une consigne de régime de ralenti (ex 900 tr/min). Il compare le régime instantané du moteur avec la valeur de consigne, si le ralenti n'est pas correct, le calculateur pilote l'actuateur placé en dérivation du papillon des gaz (**Actuateur de ralenti ou moteur pas à pas**). Il augmente la quantité d'air pour augmenter le régime et inversement.

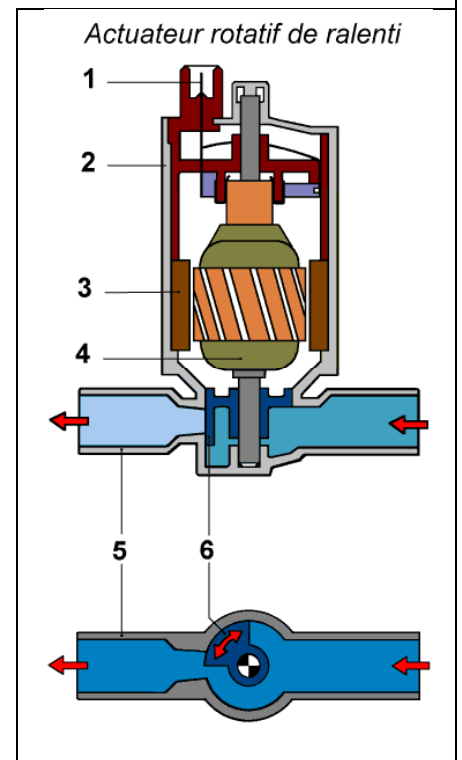
Actuateur de ralenti (à deux enroulements):

1. connexion
2. boîtier
3. aimant permanent
4. induit
5. canal de dérivation
6. boisseau rotatif

Un enroulement permet l'ouverture de la section de passage et l'autre la fermeture.

Ces deux enroulements sont commandés par un signal de type RCO (Rapport Cyclique d'Ouverture).

Pendant la période de commande les deux enroulements sont commandés mais l'un après l'autre. Ceux-ci engendrent des flux magnétiques de sens opposé dont l'intensité est fonction du temps de commande. Ce qui crée une position d'équilibre du boisseau rotatif. De cette manière on peut faire varier la section de passage de l'air.



Moteur pas à pas :

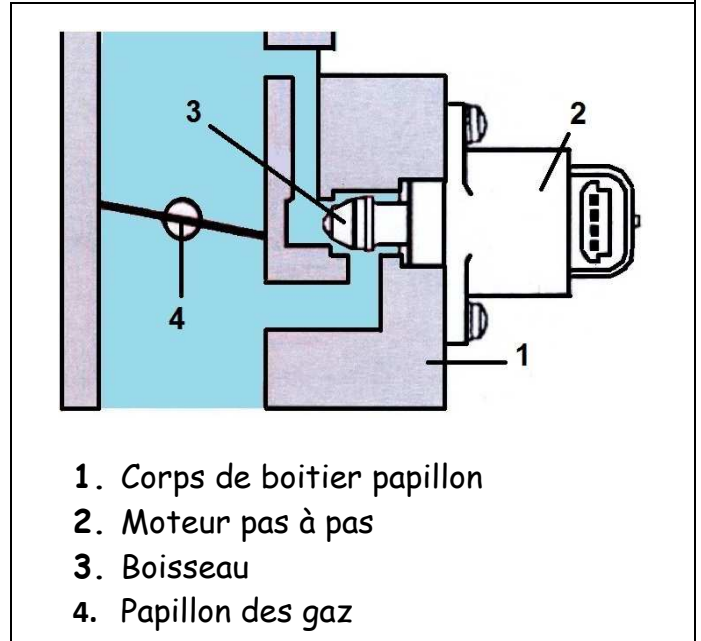
Le moteur pas à pas de régulation ralenti est monté en bout de la tubulure d'admission ou sur le boîtier papillon. Il est commandé électriquement par le calculateur avec un signal de type RCO.

De plus, il permet au calculateur de calculer un temps d'injection en fonction de la position du papillon pour assurer un mode secours en cas d'une défaillance du capteur de pression.

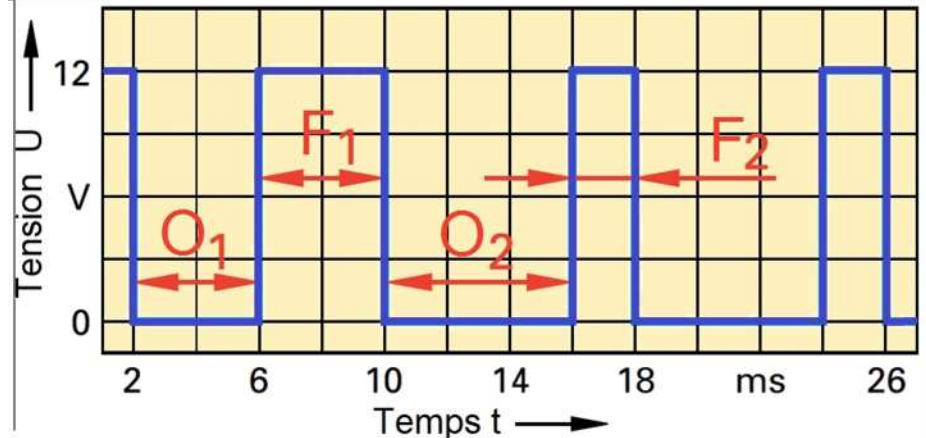
Rapport cyclique d'ouverture RCO:

Le Rapport Cyclique d'Ouverture (RCO) ou PWM (Pulse Width Modulation) est le temps d'ouverture d'un actuateur piloté par un signal carré, de fréquence et d'amplitude constante comparé à un cycle complet.

Il a pour but de commander des organes électroniques (Électro-aimant de type Vanne, moteur pas à pas etc...) en leur imposant un temps d'ouverture dans une période de quelques millisecondes, (à ne pas confondre avec la fréquence) selon les besoins du moteur.



	1	2
(O) Temps d'ouverture	4	6
(F) Temps de fermeture	4	2
RCO en %	50	75



Formule :

On définit le Rapport cyclique d'ouverture RCO par la formule suivante :

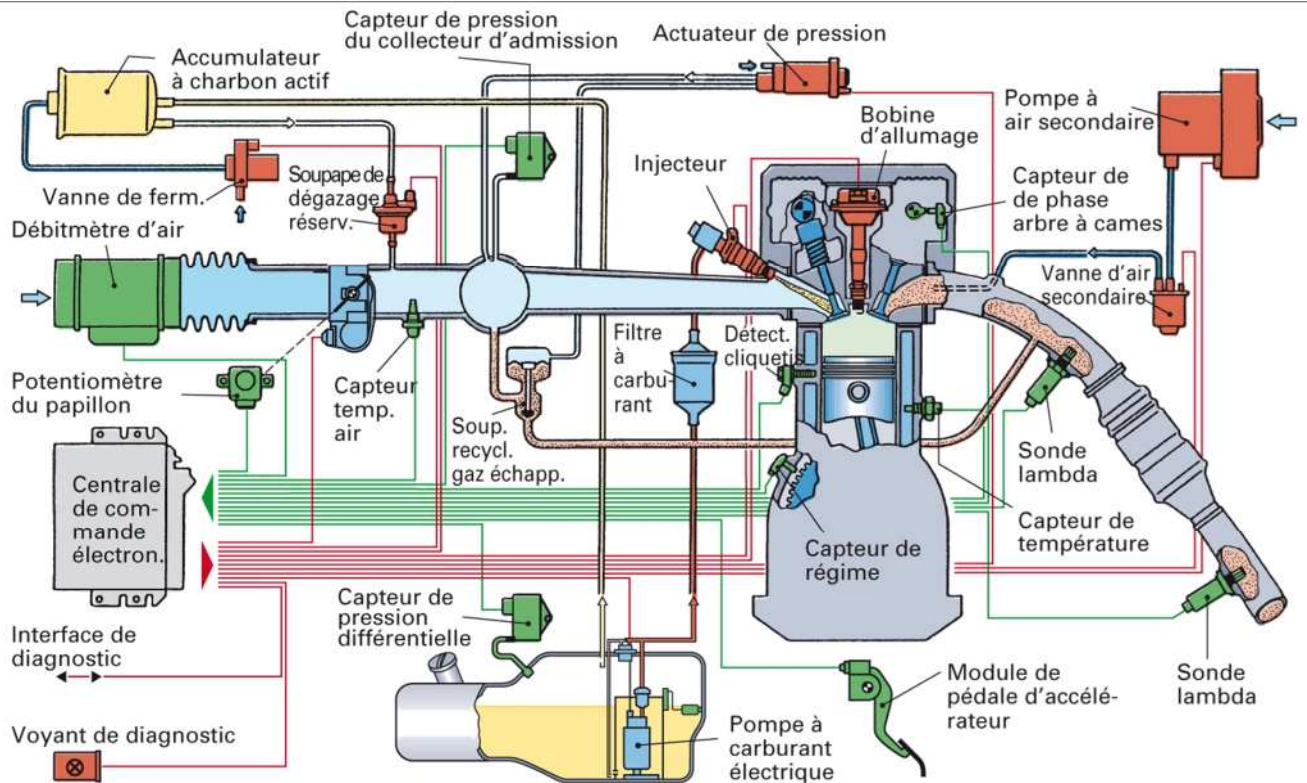
$$RCO = \frac{\text{Temps de commande}}{T \text{ (période du signal)}} \times 100$$

Tension moyenne :

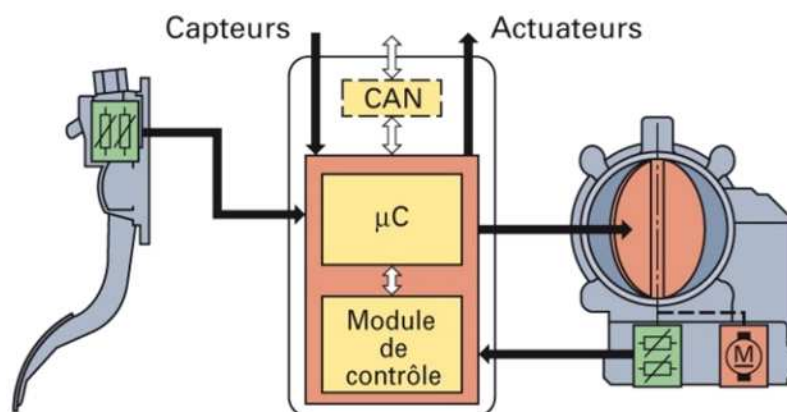
$$U_{\text{moy}} = U_{\text{max}} \times RCO$$

Système d'injection Motronic ME :

Le ME-Motronic, basé sur le M-Motronic, avec en plus un accélérateur électronique EGAS (papillon motorisé, commande électronique de la puissance du moteur).



Accélérateur à commande électrique :



Sur un accélérateur à commande électrique, le papillon des gaz est exclusivement actionné par un moteur électrique. Le câble entre la pédale d'accélérateur et le papillon est donc supprimé.

L'appareil de commande du moteur peut agir sur le couple moteur en faisant varier la position du papillon, même quand le conducteur n'appuie pas sur l'accélérateur.

➤ PRINCIPES PHYSIQUES DE L'ALLUMAGE

○ Rappel :

Dans le moteur à allumage commandé (moteur essence), la combustion du mélange air essence provoque un dégagement de chaleur qui engendre une élévation de pression dans le cylindre.

Les gaz se détendent en repoussant le piston vers le PMB; c'est la phase moteur **Combustion - détente** (Création de l'énergie mécanique).

○ Déclenchement de la combustion

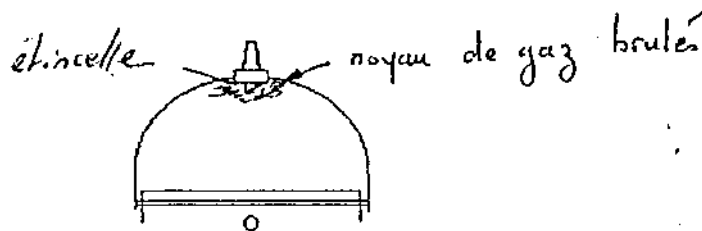
Pour s'enflammer, le mélange air - essence contenu dans le cylindre doit subir une élévation de température permettant de porter une partie de sa masse au-dessus de sa température d'inflammation (ti-380°C).

Principe retenu

L'inflammation du mélange air -essence est provoquée par un arc électrique (étincelle) qui jaillit entre les électrodes d'une bougie d'allumage placée dans la chambre de combustion

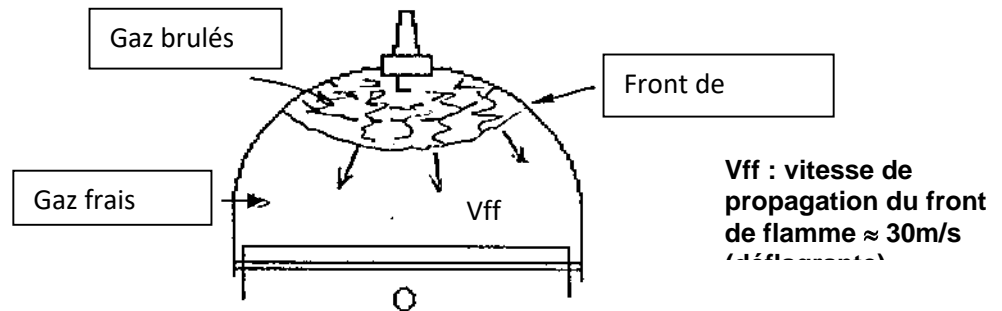
L'énergie calorifique dissipée par l'étincelle élève localement la température du mélange et provoque ainsi l'inflammation du mélange dans la petite zone proche de la bougie.

AMORCAGE DE LA COMBUSTION



La combustion étant déclenchée, le reste du mélange s'enflamme par couches successives autour du foyer d'inflammation.

PROPAGATION DE LA COMBUSTION



o Valeurs caractéristiques

Délai d'inflammation: $d_i = 0.3$ à 0.5 ms

(temps écoulé entre le début étincelle et le début combustion)

durée de combustion : 2 à 5 ms

La combustion n'est donc pas instantanée . En fin compression, l'instant d'allumage est positionné avec précision en permanence afin d'optimiser le fonctionnement du moteur.

o Objectif recherché :

- Récupérer le maximum de travail mécanique au niveau du piston donc rendement maxi , puissance maximale du moteur.

En tenant compte des contraintes suivantes :

- minimiser les émissions de polluants à l'échappement
- éviter les anomalies de combustion (cliquetis)

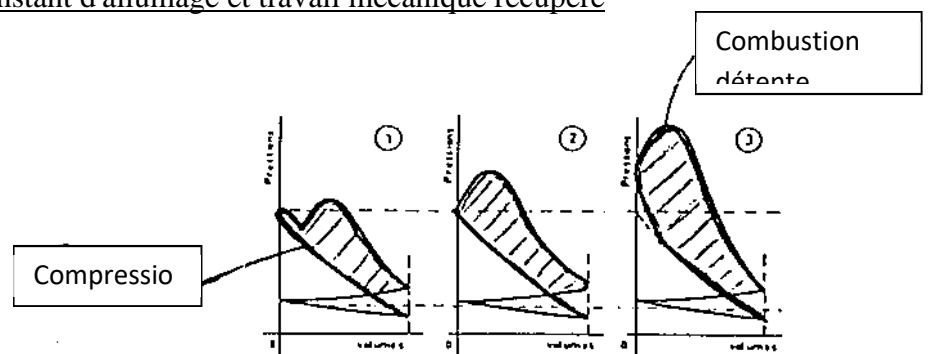
o Instant d'allumage et travail mécanique récupéré

Instants de déclenchement

fig. 1 après le PMH

fig. 2 au PMH

fig. 3 avant le PMH

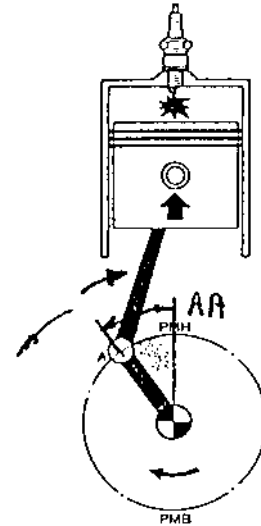


Conclusion : L'instant de déclenchement optimal est recherché pour- obtenir un travail «indiqué» maximal (S_1 maxi.). Pour obtenir ce travail maxi au niveau du piston, il est nécessaire de déclencher la combustion quelques degrés avant le PMH.

○ Définition de l'avance à l'allumage

L'avance à l'allumage est défini par l'angle de rotation volant qui sépare l'instant d'étincelle du PMH.

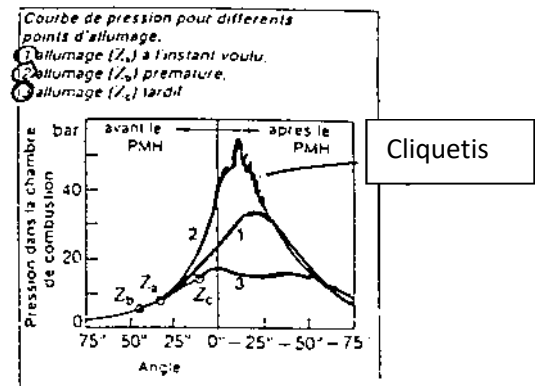
- Un décalage du point d'allumage en direction du PMH correspond à une variation dans le sens retard.
- Une correction dans l'autre sens correspond à une variation dans le sens avance.



Point d'allumage et cliquetis

Un excès d'avance engendre des pressions et des températures très fortes dans le cylindre. Dans certains cas de fonctionnement ces conditions peuvent entraîner un processus de combustion anormale : le cliquetis.

Si présence cliquetis : diminution de l'avance



➤ AVANCE A L'ALLUMAGE ET PARAMETRE DE FONCTIONNEMENT MOTEUR

Les conditions de fonctionnement moteur variant, il est nécessaire d'adapter en permanence l'avance à l'allumage en fonction des paramètres moteur (N moteur, remplissage, T° moteur...)

Avance en fonction de la vitesse moteur:

Sur un moteur, calculons l'avance à l'allumage permettant d'obtenir 50% du mélange air essence brûlé 5° après le PMH (travail mécanique maxi sur le piston), sachant que

- N moteur = 2000 tr/mn
- 50% des gaz sont brûlés lorsque la combustion est débutée depuis 1 ms
- di = 0.5 mns

Calcul de l'angle balayé par ms : $\alpha = \frac{2000 \times 360}{60 \times 1000} = 12^\circ/ms$

AA = 12 x 15 - 5 = 13°

En considérant que l'avance à l'allumage est figée, calculer la nouvelle position du vilebrequin correspondant à 50% des gaz brûlés à 6000 tr/mn sachant que:

- 50% des gaz sont brûlés lorsque la combustion est débutée depuis 0.8ms
- $\Delta t = 0.5$ ms

Conclusion

Si la vitesse de rotation augmente, même si la durée de la combustion diminue légèrement, l'angle balayé pendant la combustion augmente.

Si le constructeur désire conserver un travail méca maximal sur le piston quelque soit le régime de rotation (50% des gaz brûlés à une même position moteur : 5 à 10° après le PMH), il doit faire varier l'avance à l'allumage en Fonction du régime moteur.

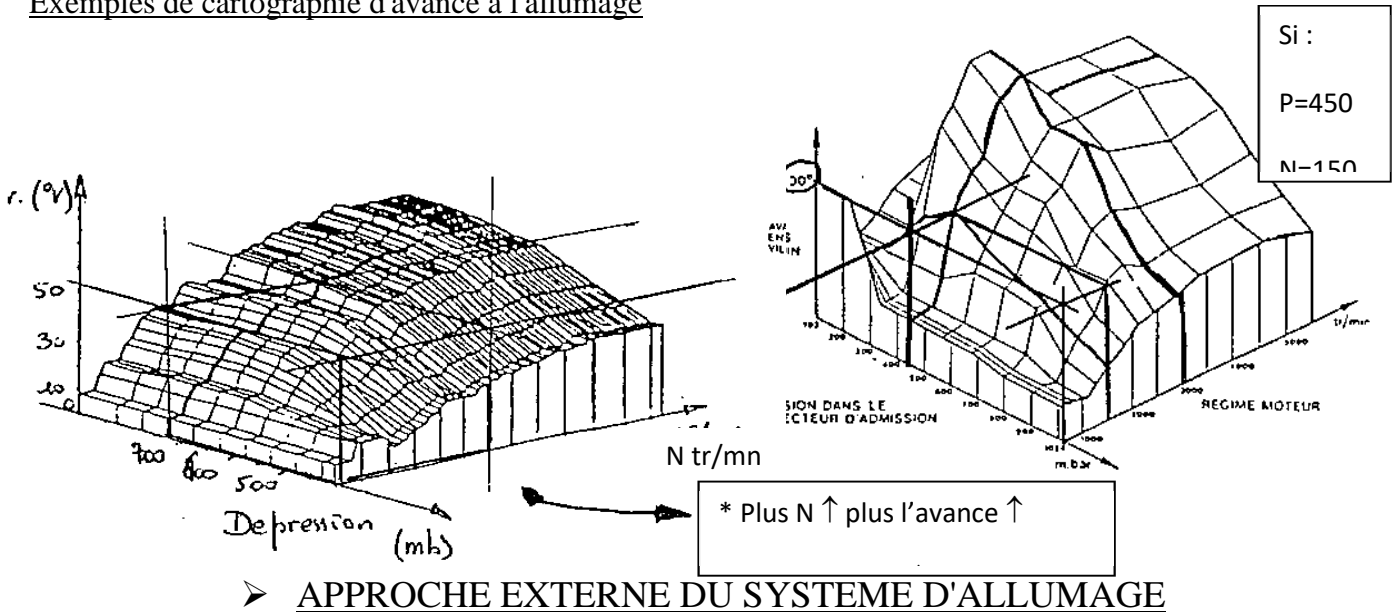
Plus le régime de rotation augmente, plus l'avance à l'allumage doit augmenter

Remplissage

Position du papillon des gaz	Ouvert à fond	presque Fermé
Remplissage	important	Faible
Durée de combustion	faible	Importante
Avance à l'allumage	faible	importante

Plus le taux de remplissage est faible, plus l'avance à l'allumage doit augmenter

Exemples de cartographie d'avance à l'allumage



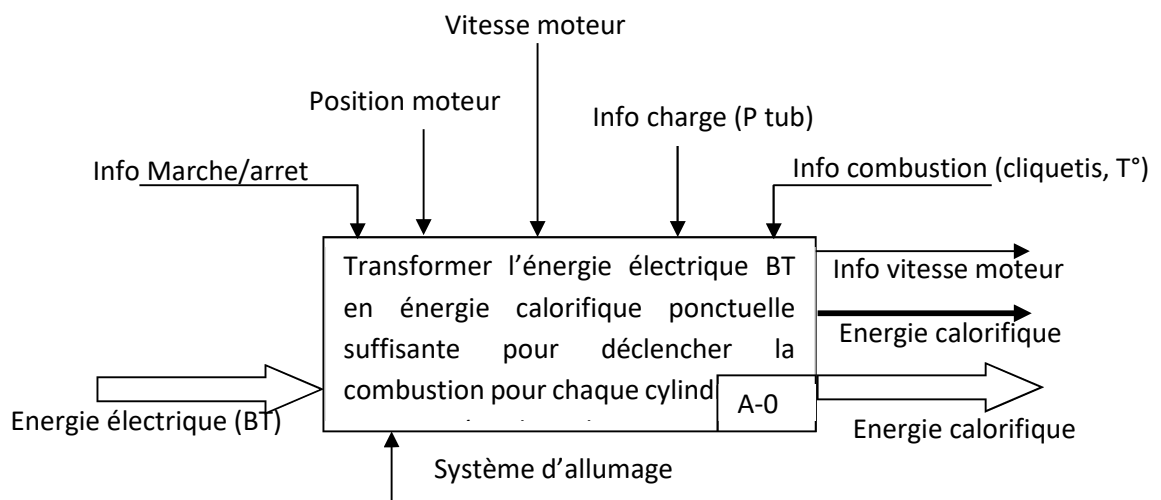
Fonction globale du système d'allumage :

Le système d'allumage doit :

- transformer l'énergie électrique basse tension en une énergie calorifique suffisante pour déclencher la combustion
- déclencher la combustion à un instant précis du cycle à 4 temps
- faire varier le point d'avance à l'allumage en fonction des paramètres moteur :
 - o N moteur
 - o Remplissage moteur (charge)
 - o De certains paramètres : cliquetis, T° moteur,

Représentation fonctionnelle :

- Présentation d'un système (voir feuille jointe)
- Actigramme A-0 :



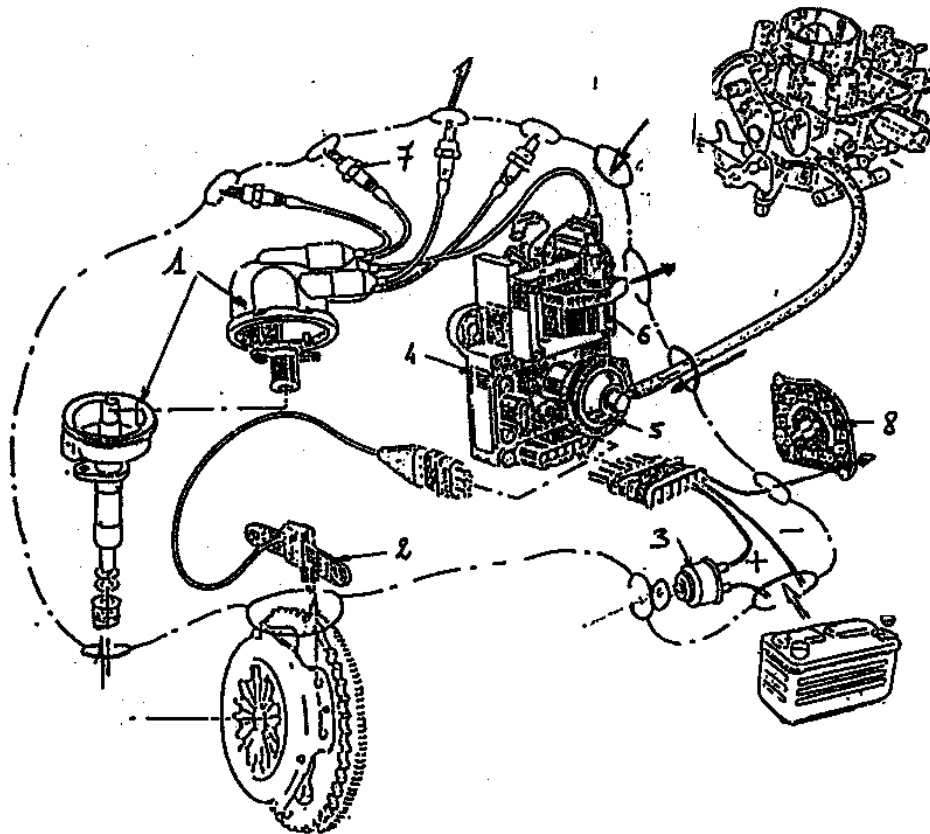
PRESENTATION D'UN SYTEME D'ALLUMAGE

LE SYSTEME D'ALLIIMAGE ELECTRONIQUE INTEGRAL RENIX

Constitution :

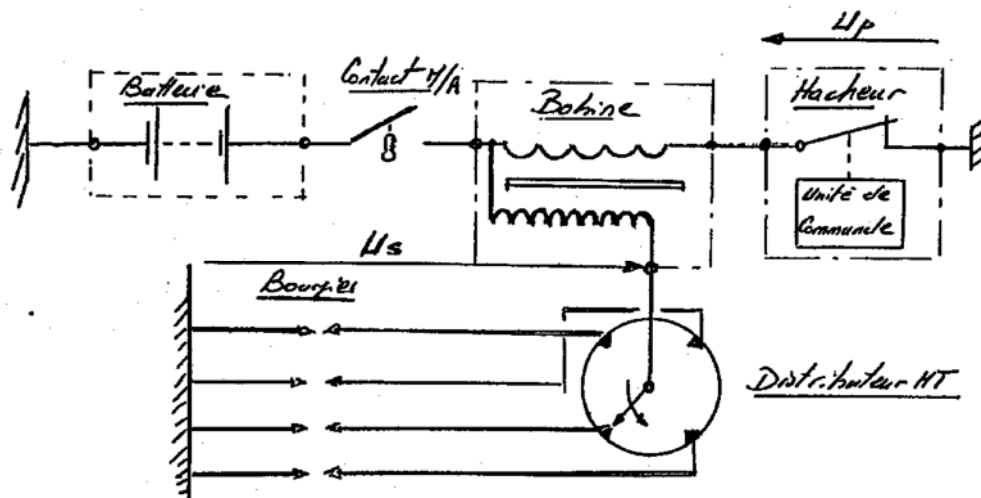
- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Allumeur | 2 : Capteur position / vitesse moteur |
| 3 : Contacteur à clé | 4 : Module d'allumage |
| 5 : Capsule de dépression | 6 : Bobine d'allumage |
| 7 : Bougies | 8 : Compte tours moteur |

Frontière du système, étude des flux échangés:



➤ PRINCIPES DE L'ALLUMAGE

○ Schéma de principe d'un circuit d'allumage



- **Le hacheur :** Il permet d'établir et d'interrompre (hacher) le courant primaire qui circule à travers la bobine primaire de la bobine d'allumage.
- **La bobine d'allumage:** elle transforme l'énergie électrique basse tension en énergie électrique haute tension suffisante pour déclencher la combustion.
- **Le distributeur:** il distribue l'énergie électrique haute tension aux bougies dans un ordre déterminé.
- **La bougie:** Elle transforme l'énergie électrique haute tension en énergie calorifique.

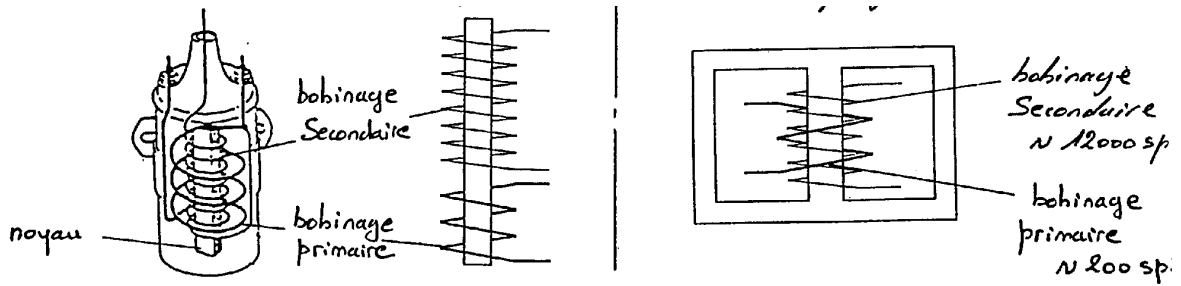
○ Principe de transformation basse tension \Rightarrow haute tension

Pour obtenir l'énergie calorifique suffisante servant à déclencher la combustion, on fait jaillir un arc électrique entre les 2 électrodes de la bougie.

Pour créer cet arc électrique dans la chambre de combustion (passage d'un courant dans la couche de mélange comprimé compris entre les deux électrodes distantes de $\approx 0.8 \text{ mm}$), il faut une différence de potentiel entre les électrodes de la bougie de **15000 à 30000 V**.

Pour obtenir cette haute tension à partir du 12 V disponible aux bornes de la batterie, la bobine d'allumage utilise le principe de variation de flux magnétique dans 2 bobinages dont le rapport de nombre de spires est supérieur à 100.

o Description de la bobine



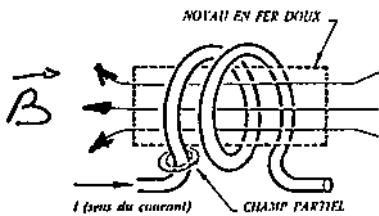
Le principe de fonctionnement de la bobine est régi par les lois d'électromagnétisme

Un bobinage parcouru par un courant électrique produit un champ magnétique B. La bobine est alors traversée par un flux magnétique ϕ .

$$B = k \times \frac{N}{l} \times i$$

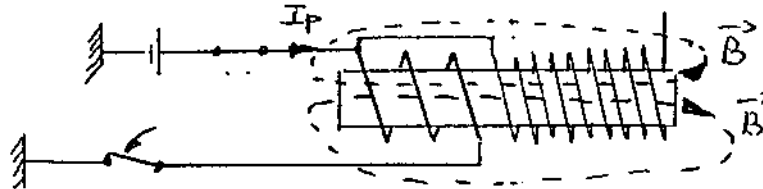
et

$$\Phi = B \times S$$



- N : nombre de spires de la bobine
- l : longueur de la bobine
- i : intensité dans la bobine
- S : surface de la bobine

A la fermeture du circuit primaire par le hacheur, il y a établissement de I_p et donc établissement d'un champ magnétique B. Les bobinages primaire et secondaire, soumis à cet établissement de champ magnétique, sont traversés par un flux magnétique variables.



Lorsqu'il y a variation de flux dans un bobinage, il y a création aux bornes de ce bobinage d'une force électromotrice induite (tension) qui tend à s'opposer à la cause qui a donnée naissance à cette variation de flux.

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} \times N \Rightarrow E = -L \times \frac{di}{dt}$$

L : inductance de la bobine.

A la fermeture du circuit primaire par le hacheur, cette variation de flux (créée par l'établissement du courant primaire) dans le bobinage primaire et secondaire génère:

- une fem induite dans le primaire qui tend à s'opposer à l'établissement du courant primaire et donc retarde son établissement.
- une fem induite dans le secondaire qui est faible et qui ne peut produire une étincelle.

Lorsque le hacheur coupe brutalement le circuit primaire, le courant primaire diminue brusquement. Le champ magnétique et le flux disparaissent brusquement. Cette variation brutale du flux entraîne :

- Une fem induite dans le bobinage primaire $E_p \approx 300V$

$$\boxed{E_p = -\frac{d\Phi}{dt} \times N_p} \Rightarrow \boxed{E_p = -L_p \times \frac{di_p}{dt}}$$

- Une fem induite dans le bobinage secondaire E_s d'expression

$$\boxed{E_s = E_p \times \frac{N_s}{N_p}}$$

Calculons E_p permettant d'obtenir à cet instant 20000V au secondaire

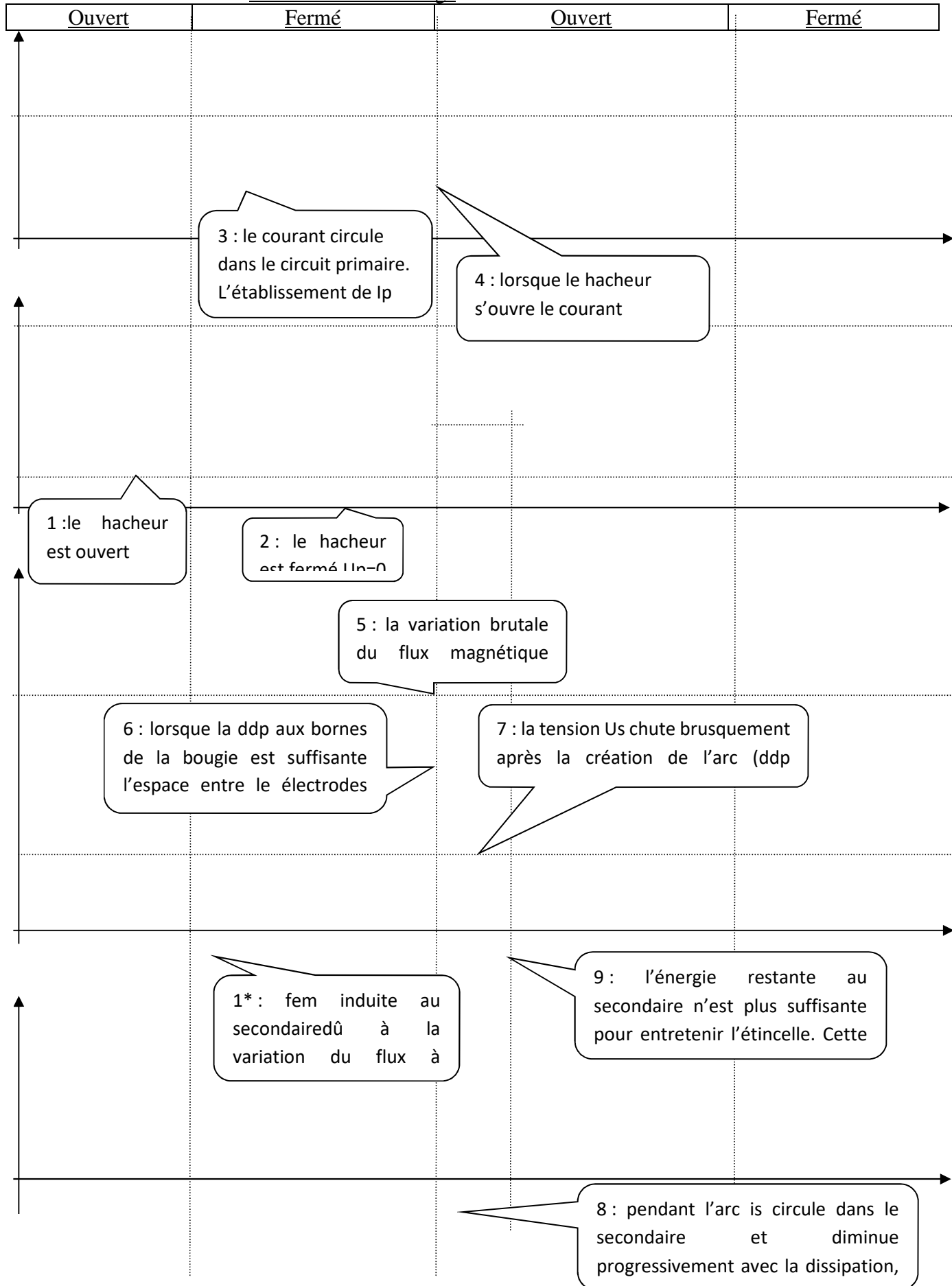
- N_s 12000 spires
- N_p 200 spires

$$E_p = E_s \cdot N_p / N_s \Rightarrow E_p = 20000 \cdot 200 / 12000 = 333 \text{ V}$$

Cette tension apparaît à la coupure du circuit primaire grâce à la variation brutale de ϕ dans les bobinages primaires et secondaires

L'instant d'allumage correspond à l'instant de coupure du courant primaire. La variation brutale du flux magnétique traversant les bobinages crée une fem au secondaire suffisante pour créer l'étincelle à la bougie.

o Les courbes d'allumage



Exercice Placer sur les courbes suivantes

t_o : l'instant d'ouverture du circuit primaire

t_f : l'instant de fermeture du circuit primaire

t_i : l'instant d'étincelle

T_c : le temps de conduction de la bobine

(temps pendant lequel le circuit primaire est fermé)

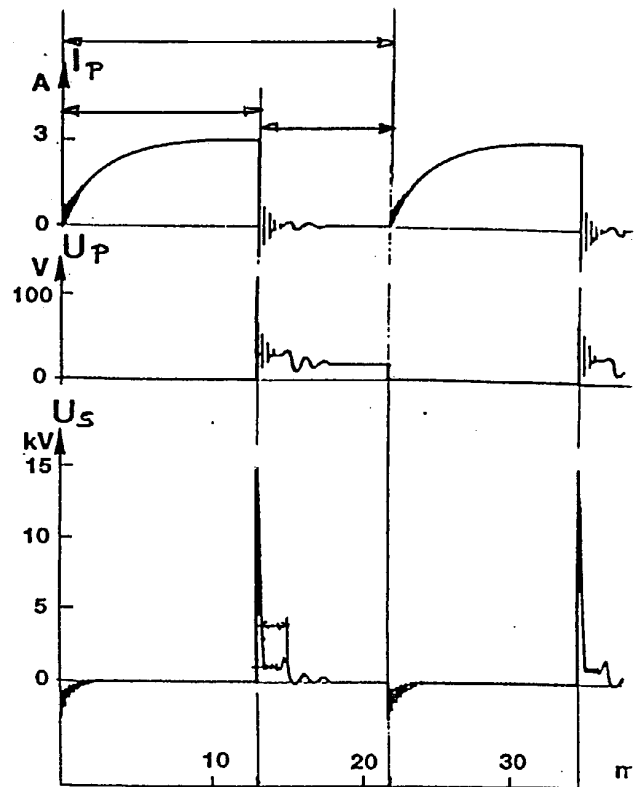
T_o : le temps d'ouverture du circuit primaire

T_i : la durée de l'étincelle

T_{cy} : la période d'allumage

(temps entre 2 étincelles)

Le % de Dwell représente le temps de conduction par rapport à la durée totale d'un cycle d'allumage.



$$\%Dwell = \frac{T_c}{T_{cy}} \times 100$$

Calculer le % Dwell

➤ Gestion de l'énergie

L'énergie emmagasinée dans la bobine d'allumage conditionne l'énergie calorifique libérée par l'étincelle qui doit être suffisante pour provoquer l'inflammation rapide du mélange.

Cette énergie est de la forme : $W = \frac{1}{2} \times L_p \times I_{pm}^2$

I_{pm} : intensité du courant primaire (maxi) à l'instant d'ouverture du circuit primaire.

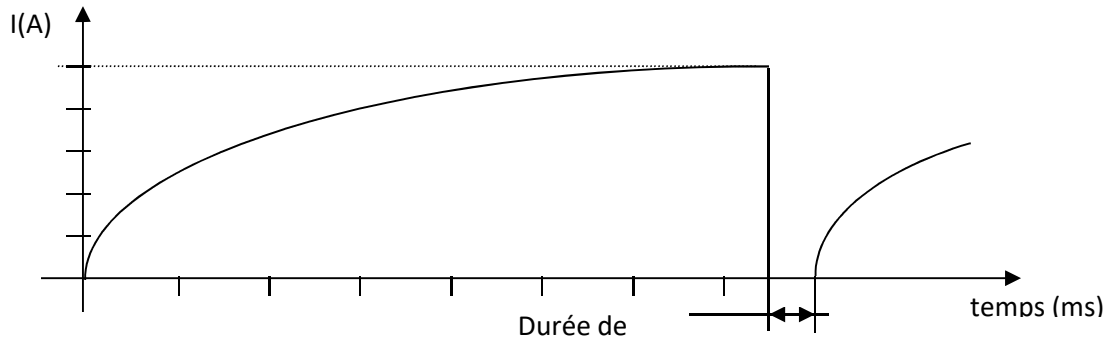
L_p : inductance de la bobine primaire (donnée constructeur).

Un courant maxi de 5 A à l'instant d'ouverture du circuit primaire permet de délivrer cette énergie suffisante.

Exercice

Soit une bobine permettant d'obtenir 5 A en 7.5 ms

courbe de l'établissement du courant dans cette bobine



- Calculer la vitesse moteur permettant au courant d'atteindre 5 A au moment de la création de l'étincelle.
- à 6000 tr/mn, calculer T_{cy} . Sachant que la durée de l'étincelle reste de 0.5 ms, représenter graphiquement la courbe d'évolution de I_p pour ce régime.

Constatation : avec cette bobine, entre 3750tr/mn et 6000tr/mn, I_{pm} diminue donc l'énergie emmagasinée par la bobine diminue. Donc l'énergie disponible à l'étincelle diminue ce qui entraîne des risques de ratés à l'allumage.

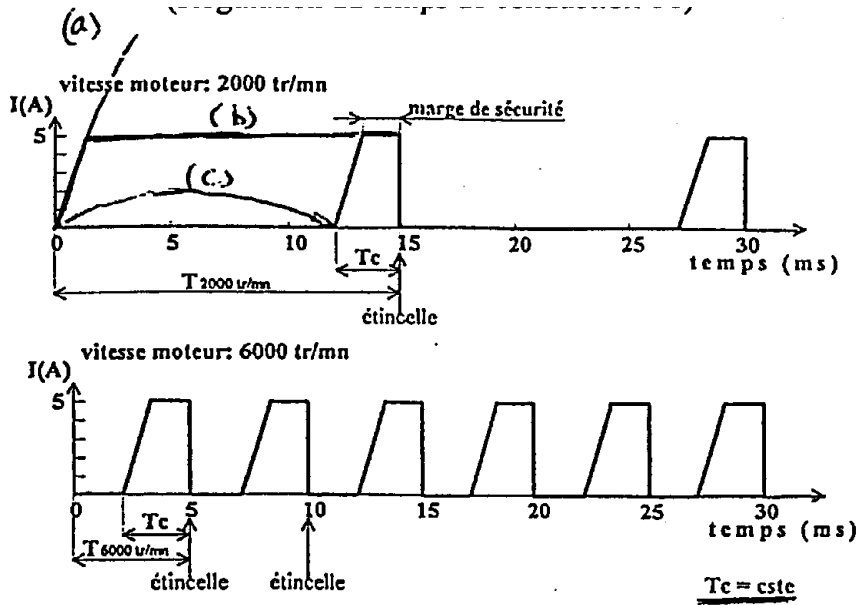
Pour conserver une énergie suffisante à l'étincelle, quelque soit le régime de rotation, il faut :

- Atteindre une intensité primaire suffisante quel que soit le régime de rotation moteur au moment de l'ouverture du circuit primaire.

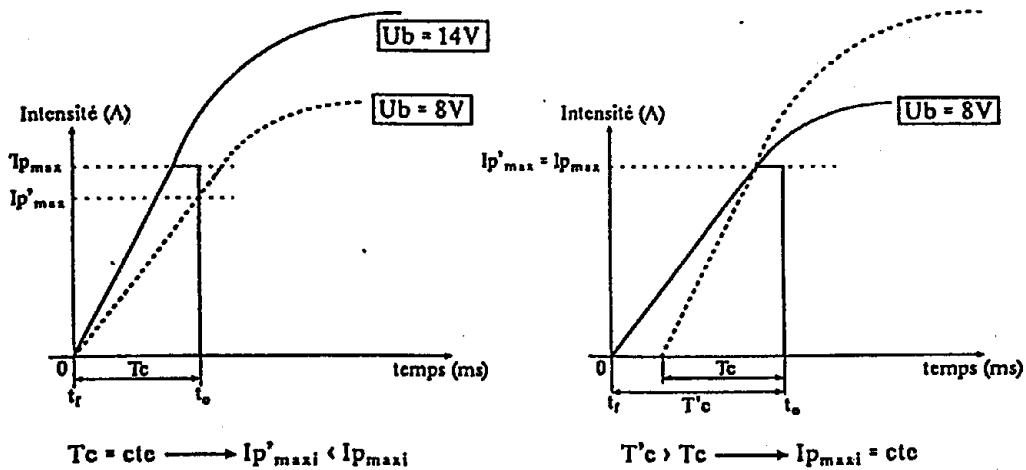
Solution adoptée :

- établir plus rapidement le courant primaire et atteindre une valeur maxi supérieure à 5 A : adaptation de la **bobine d'allumage**
- réguler le niveau d'énergie emmagasiné par la bobine : cette fonction est réalisée par l'unité de commande du hacheur. Elle va :
 - limiter l'intensité primaire maxi
 - contrôler le temps de conduction de la bobine en faisant varier l'instant de conduction en fonction du régime moteur : % Dwell variable.

Courbes d'évolution de I_p avec % Dwell variable
(Régulation du temps de conduction T_c)



De plus l'instant de conduction doit varier avec la tension batterie



Si la tension batterie diminue (exemple : phase démarrage) : le temps pour atteindre $I_{p_{max}}$ augmente. Il faut donc augmenter le temps de conduction T_c .

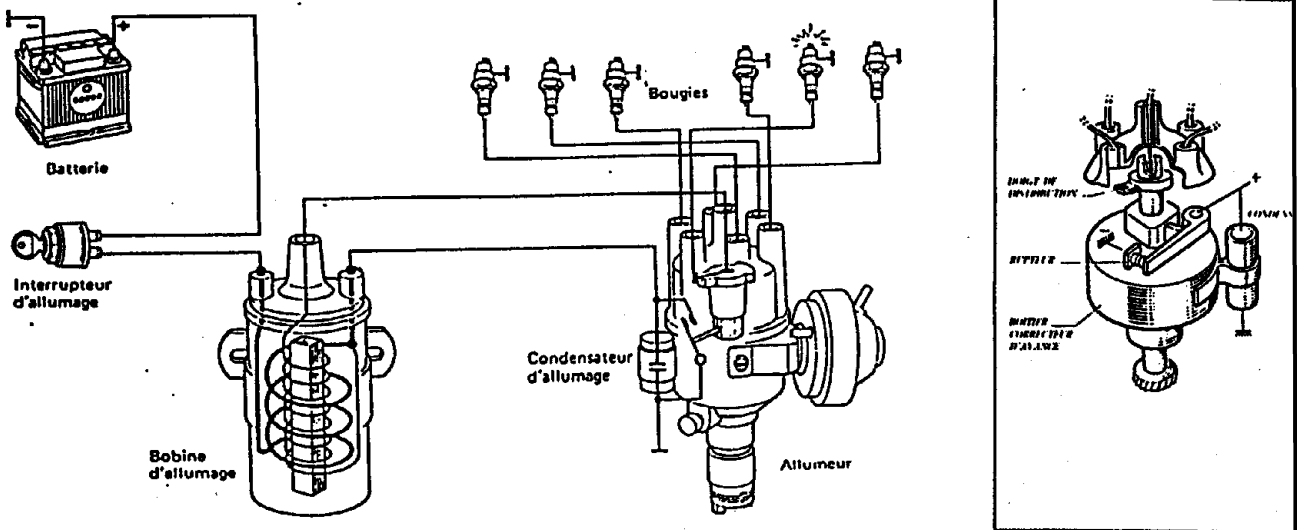
L'unité de commande du hacheur doit :

- Définir l'instant d'allumage et ouvrir le circuit primaire à un instant précis du cycle (moment d'étincelle). Faire varier cet instant en fonction de N moteur, charges et autres paramètres (vibration image du cliquetis)
- Gérer le niveau d'énergie délivrée :
 - Contrôler le temps de conduction de la bobine en faisant varier l'instant de fermeture du circuit primaire, en fonction de N moteur et U batt (adaptation du % de Dwell).
 - Limiter l'intensité maxi au primaire.

➤ REALISATIONS TECHNOLOGIQUES: les systèmes d'allumage

○ Système d'allumage classique

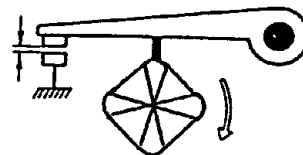
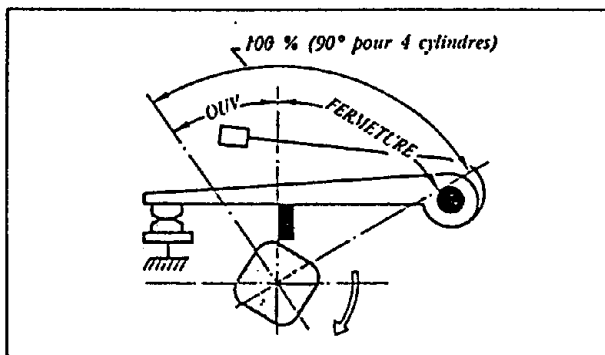
▪ Constitution du système :



▪ Fonctionnement du système

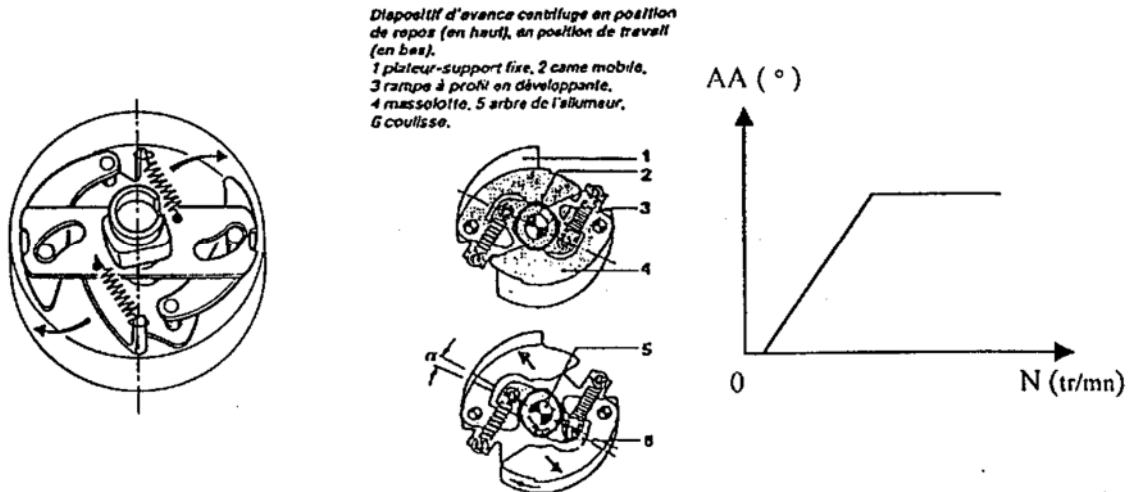
Le hacheur:

Le hacheur est logé dans l'allumeur. C'est un interrupteur mécanique à contacts appelé **rupteurs**. Il est commandé mécaniquement par une came qui est entraînée à demi vitesse moteur par l'arbre de l'allumeur lié à l'arbre à cames.

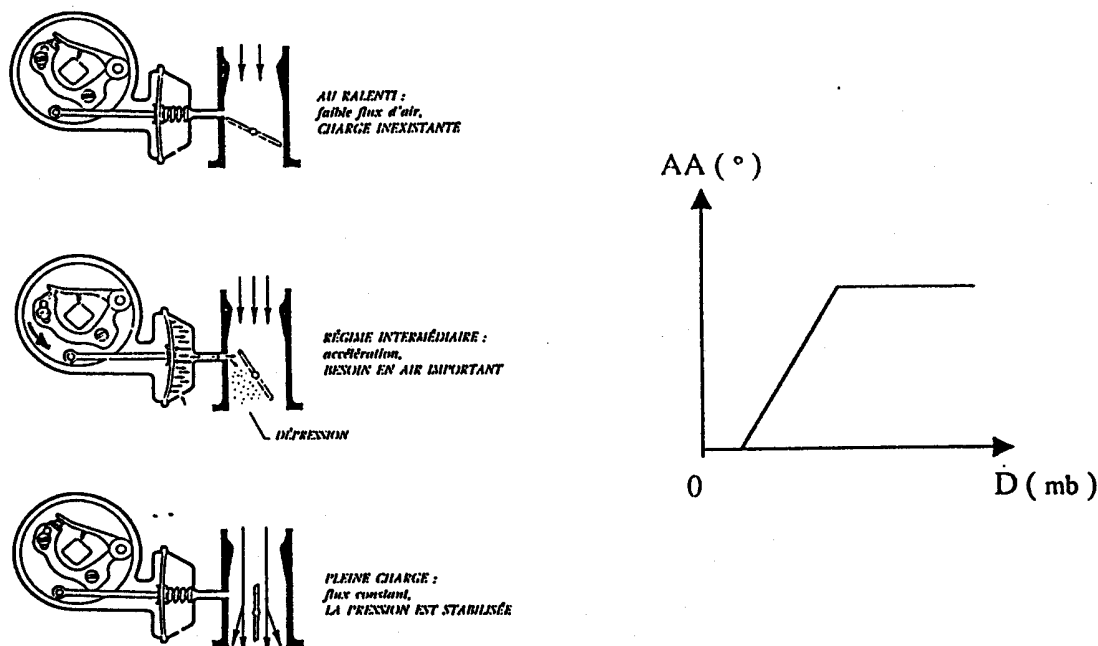


L'instant d'ouverture et de fermeture du circuit primaire est défini mécaniquement par le positionnement angulaire de l'ensemble rupteurs par rapport à la came, qui est liée au vilebrequin. Cette position initiale correspond à l'avance initiale (au ralenti) et dépend de l'orientation du corps d'allumeur sur le moteur : opération de calage de l'allumeur.

La variation du point d'avance à l'allumage en fonction de N moteur est obtenue par un système d'avance centrifuge qui va décaler la position angulaire de la car-ne par rapport au vilebrequin en fonction de N moteur.



La variation du point d'avance en fonction de la charge est obtenue par un décalage de la position angulaire des rupteurs par rapport à la came en fonction de la pression tubulaire grâce à un système d'avance à dépression équipé d'une capsule à dépression.



Inconvénients de ce système d'allumage :

Usure des pièces mécaniques ⇒ Déréglage de l'avance.

Coupe mécanique du circuit primaire ⇒ arc électrique au moment de la coupe malgré un condensateur: tension secondaire limitée(coupe non franche), $I_p \text{ maxi} = 4 \text{ A}$ (faible énergie BT), détérioration des contacts. **La commande mécanique du hacheur ne permet pas :**

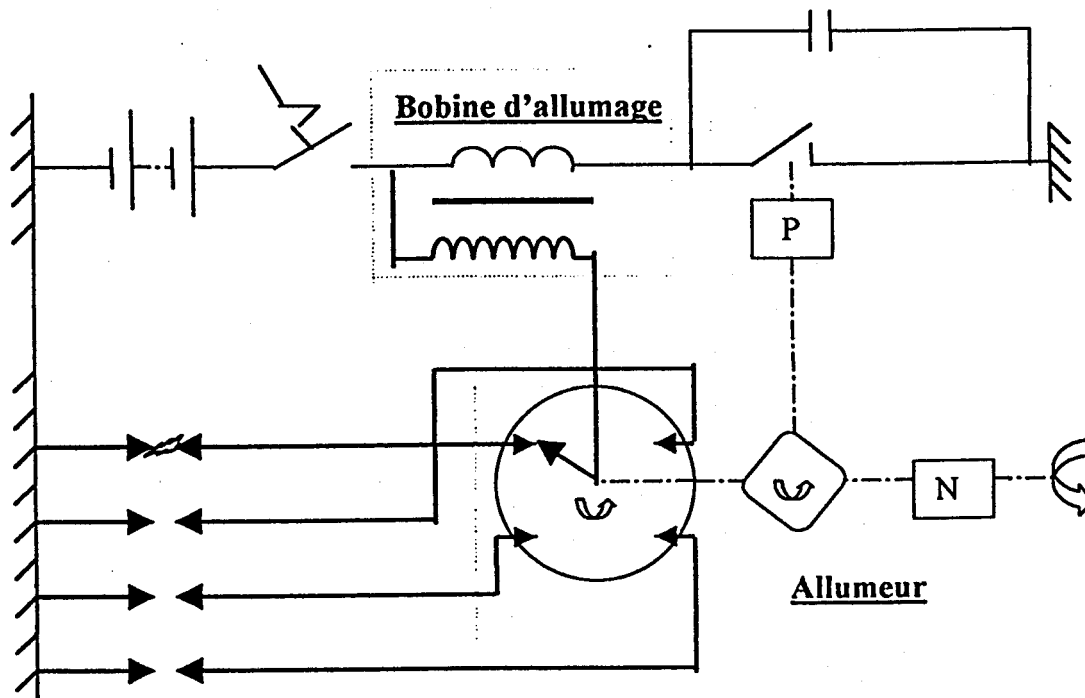
De gérer le niveau d'énergie (allumage médiocre à hauts régimes)

De tenir compte d'autres paramètres : cliquetis, T° moteur... pour l'AA

Le distributeur HT

Il est constitué de la tête d'allumeur et d'un doigt d'allumeur qui est entraîné par l'arbre d'entraînement de l'allumeur. Le doigt d'allumeur qui tourne distribue l'énergie électrique HT aux différents cylindres en fonction du branchement des fils de bougie.

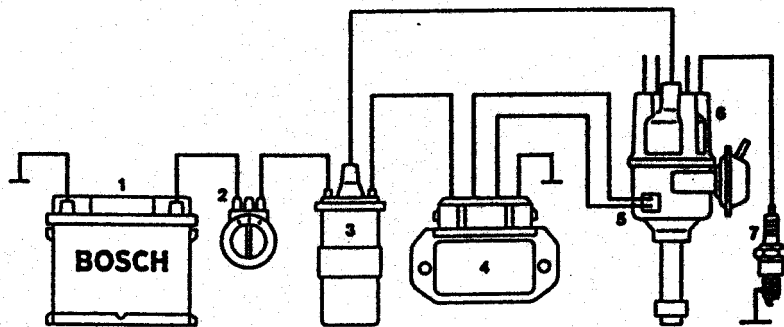
▪ Schéma de principe du système



○ Système d'allumage transistorisé à générateur d'impulsions

▪ Constitution du système

- 1) batterie
- 2) commutateur
- 3) bobine d'allumage
- 4) module d'allumage
- 5) générateur d'impulsion
- 6) distributeur HT
- 7) bougie d'allumage



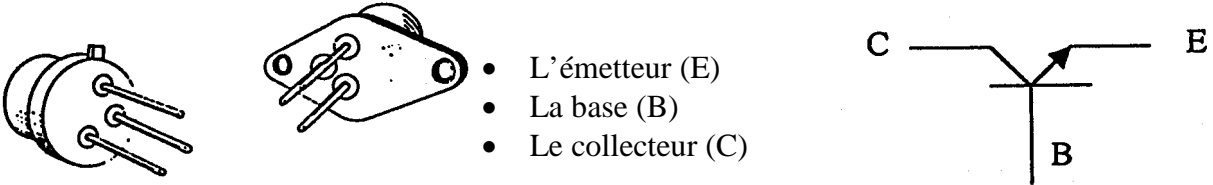
▪ Fonctionnement du système

Le hacheur:

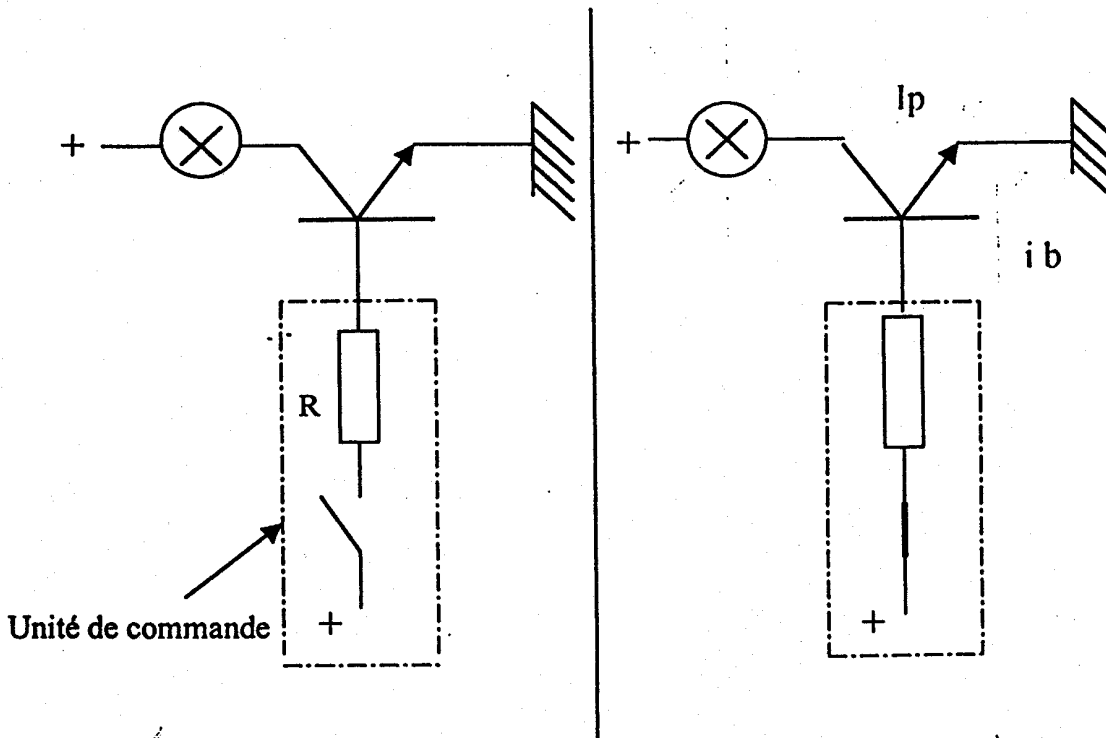
Le hacheur est logé dans le module d'allumage électronique. **C'est un interrupteur électronique appelé transistor.** Il est commandé par l'unité de commande électronique du module d'allumage.

Le transistor est un élément électronique qui possède 3 branches

Symbole du transistor NPN (base positive)



Fonctionnement du transistor : Le transistor permet de faire passer une intensité importante entre le collecteur et l'émetteur (I_p) dès que la base est alimentée par une faible intensité de commande (i_b). Dès que (i_b) cesse, (I_p) est interrompu.



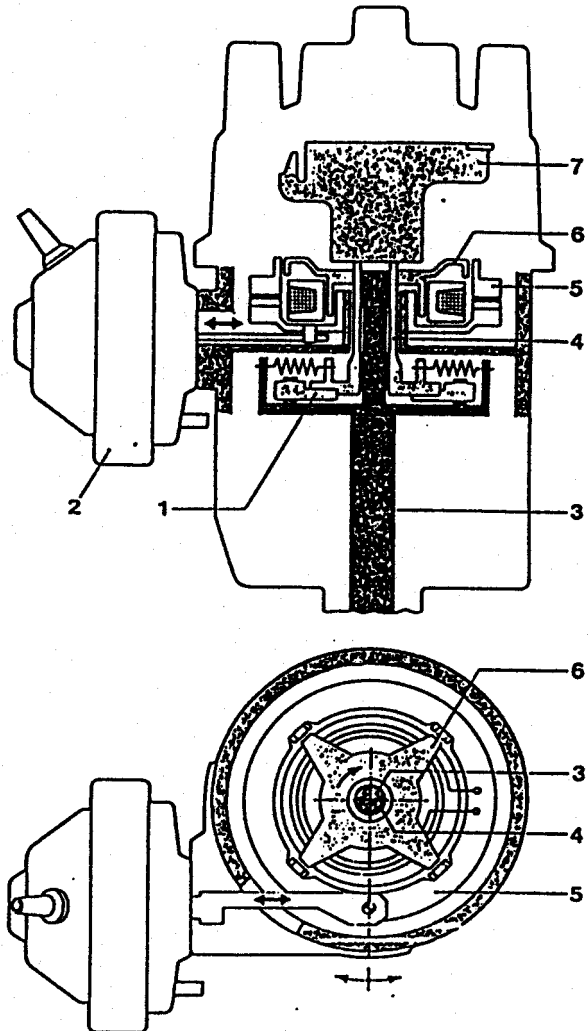
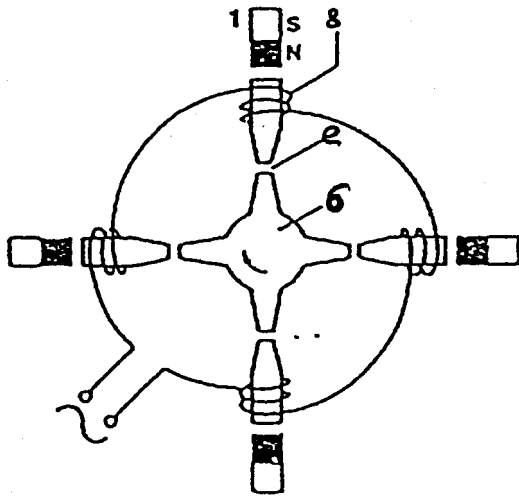
L'instant d'ouverture et de fermeture du circuit primaire est défini par l'unité de commande électronique du module d'allumage à partir du signal envoyé par le générateur d'impulsions.

Le générateur d'impulsion

Le générateur d'impulsion est logé dans l'allumeur. Il fournit les informations régime moteur et instant de déclenchement de l'étincelle, au module d'allumage.

Constitution :

- 1) système d'avance centrifuge
- 2) système d'avance à dépression
- 3) arbre d'entraînement de l'allumeur
- 4) arbre creux
- 5) disque polaire (stator)
- 6) rotor à griffes
- 7) doigt d'allumeur
- 8) enroulements (bobines)



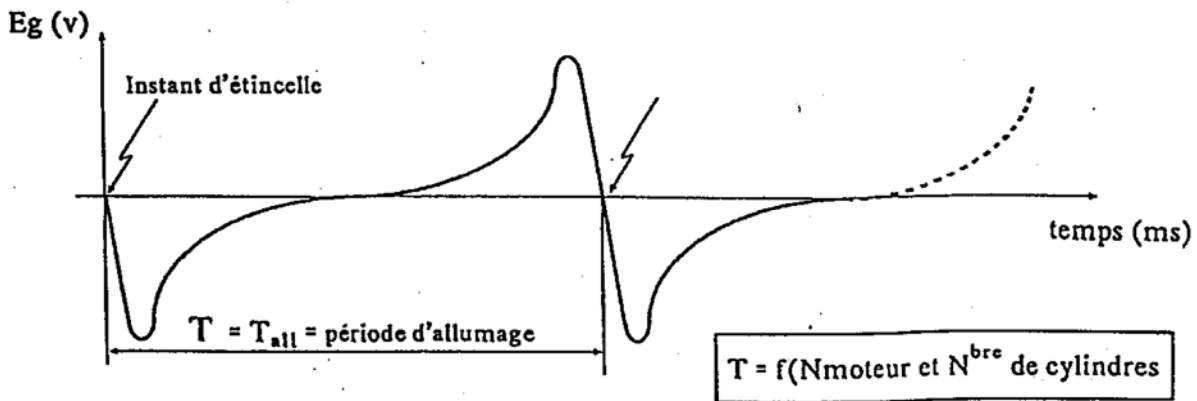
Fonctionnement :

Le stator et le rotor comportent autant de griffes qu'il y a de cylindres.

Le rotor à griffes (6) est entraîné en rotation par l'arbre de l'allumeur. Cette rotation provoque la variation d'entrefer entre le rotor et le disque polaire (stator) et donc une variation de flux magnétique dans les enroulements (8) fixés sur le disque polaire. Cette variation de flux produit dans les enroulements une tension induite E_g variable.

Quand les griffes du stator et du rotor sont face à face, la tension E_g est nulle (flux magnétique maximal, variation de flux nulle). Ce point de tension nulle est le point de référence correspondant à l'instant d'étincelle.

Forme du signal du générateur d'impulsions :



L'allumage transistorisé à générateur d'impulsion conserve les systèmes de correction mécaniques de l'avance à l'allumage :

- le système d'avance centrifuge décale la position angulaire du rotor par rapport au vilebrequin
- le système d'avance à dépression décale la position angulaire du stator par rapport au rotor.

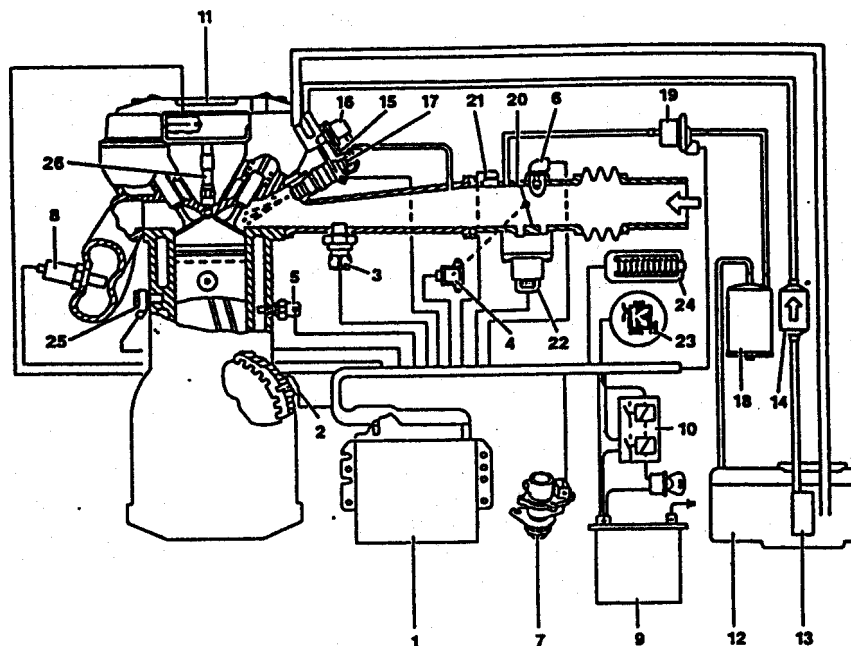
Avantage de ce système d'allumage

- **Coupe électronique du circuit primaire:**
 - Coupe plus franche \Rightarrow tension secondaire élevée
 - I_p plus élevé \Rightarrow W calorifique plus importante.
- **Contraintes mécaniques au niveau des rupteurs supprimées :**
 - moins de déréglage de l'avance \Rightarrow moins d'entretien.
- **Commande électronique du hacheur:**
 - gestion du niveau d'énergie de la bobine « système d'allumage à énergie constante »

Inconvénients du système :

- **Conservation de systèmes mécaniques :**
 - Système de commande centrifuge, système de commande à dépression et distributeur HT
- **Nombre de paramètres limités pour l'AA :**
 - T^o moteur, cliquetis...non pris en compte

Exemple: Système d'allumage du Système BOSCH MOTRONIC MP 5.1.1.



Eléments du système:

- Calculateur injection allumage (1)
- Bobine d'allumage jumo-statique (11)
- Bougies (26)

Informations prises en compte pour la., gestion de l'allumage

- Capteur régime position moteur (2)
- Capteur pression (3)
- Sonde T° air (6)
- Potentiomètre papillon (4)
- Capteur T' eau (5)
- Capteur cliquetis (25)
- Capteur vitesse véhicule (7)
- U batterie

▪ Fonctionnement du système:

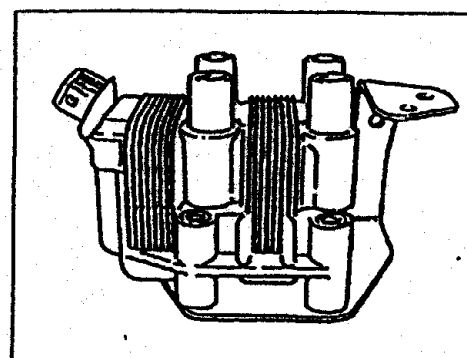
Bobine d'allumage jumo-statique:

Le distributeur HT est un système mécanique qui s'use.
L'allumage statique supprime le distributeur HT.

Dans cette bobine d'allumage jumo-statique il y a
2 bobinages primaires et 2 bobinages secondaires.

Chaque extrémité d'un bobinage secondaire est liée
à une bougie donc il y a une bobine pour 2 cylindres:

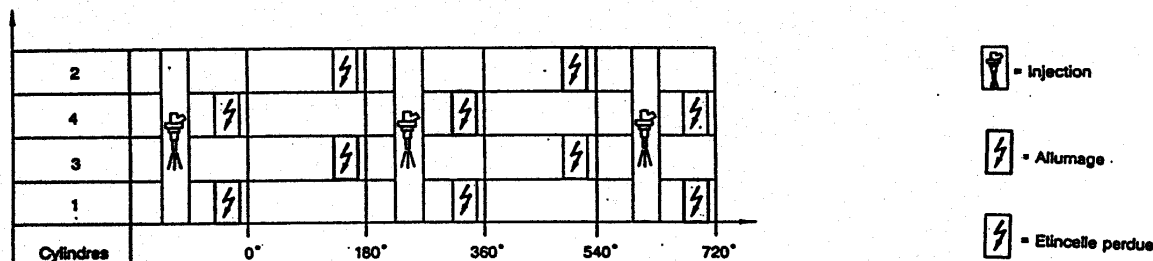
- une pour le cylindre 1 et 4
- une pour le cylindre 2 et 3



Bobine d'un allumage statique 4

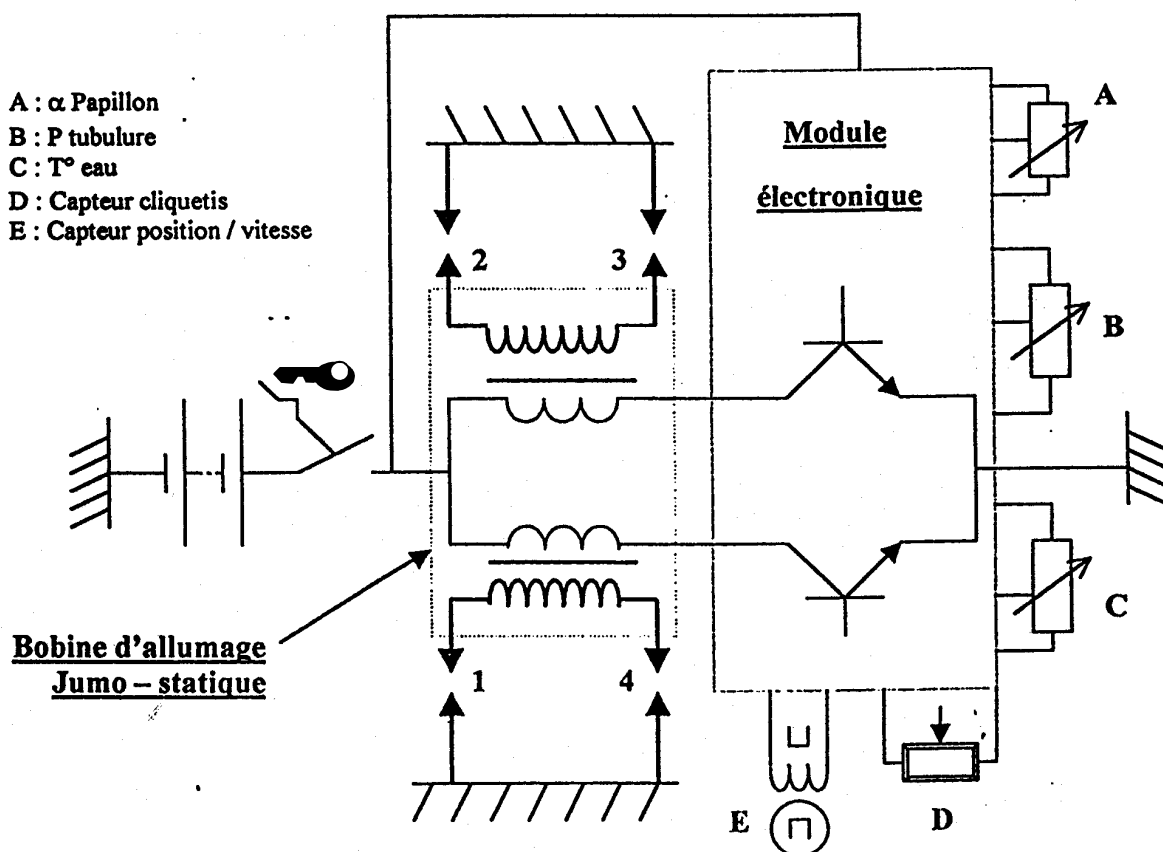
Le hacheur est logé dans le calculateur d'allumage. Il s'agit de 2 transistors qui commandent alternativement les circuits primaires de la bobine d'allumage statique (voir schéma de principe ci dessous). Ces 2 transistors sont commandés par un module électronique intégré dans le calculateur d'allumage.

Le déclenchement de l'allumage a lieu alternativement tous les demi-tours moteur sur une paire de cylindres (1 & 4 ou 2 & 3), en respectant l'ordre d'allumage (ex : 1.3.4.2). Il y a donc une étincelle effective fin compression sur un cylindre (ex cyl 1) et une étincelle « perdue » fin échappement sur 1 'autre cylindre (ex: cyl 4).



Le module électronique gère le niveau d'énergie délivrée ainsi que l'instant d'allumage sur le cylindre donné en fonction des informations des différents capteurs (paramètres moteurs) et des cartographies programmées qu'il a en mémoire.

▪ Schéma de principe



➤ Tableau récapitulatif

	système d'allumage classique	Système transistorisé à générateur d'impulsions	Système électronique intégral
Type de Hacheur	Mécanique: Rupteurs	Electronique: Transistor	Electronique : Transistor
Unité de commande du hacheur (méca / électronique)	Mécanique	Electronique et Mécanique	Electronique
Eléments constituants l'unité de commande	Came Système d'avance Centrifuge (1) Système d'avance à dépression (2)	Module d'allumage Générateur d'impulsions Systèmes (1 & 2)	Calculateur d'allumage(et d'injection) Capteurs
Distribution H T	Oui : distributeur HT	Oui distributeur HT	Oui ou non selon les Systèmes (statique)
Instant de déclenchement de l'étincelle	A l'ouverture des rupteurs	Dès que le transistor n'est plus passant	Dès que le transistor n'est plus passant
Possibilité de gestion de 1 'énergie emmagasinée dans la bobine : % de Dwell variable (oui / non)	Non	Oui	Oui
Asservissement au cliquetis	Non	Non	Oui
Info position moteur	Liaison mécanique de la came par rapport au vilebrequin	Liaison mécanique du rotor du géné avec le vilebrequin	Capteur position et vitesse moteur
Variation de L'AA en fonction de N	Variation de la position angulaire de la came (Syst centrifuge)	Variation de la position angulaire du rotor (Syst. centrifuge)	Capteur position et vitesse moteur
Variation de L'AA en fonction de la charge	Variation de la position angulaire des rupteurs (Syst. à dépression	Variation de la position angulaire du stator (Syst. à dépression	Capteur pression tubulure ou capsule à dépression
Calage initial de L'AA (oui / non)	Oui	Oui	Non
Comment	Orientation initiale du corps de l'allumeur	Orientation initiale du corps de l'allumeur	

CORRECTION DES APPLICATIONS :

Application p7 :

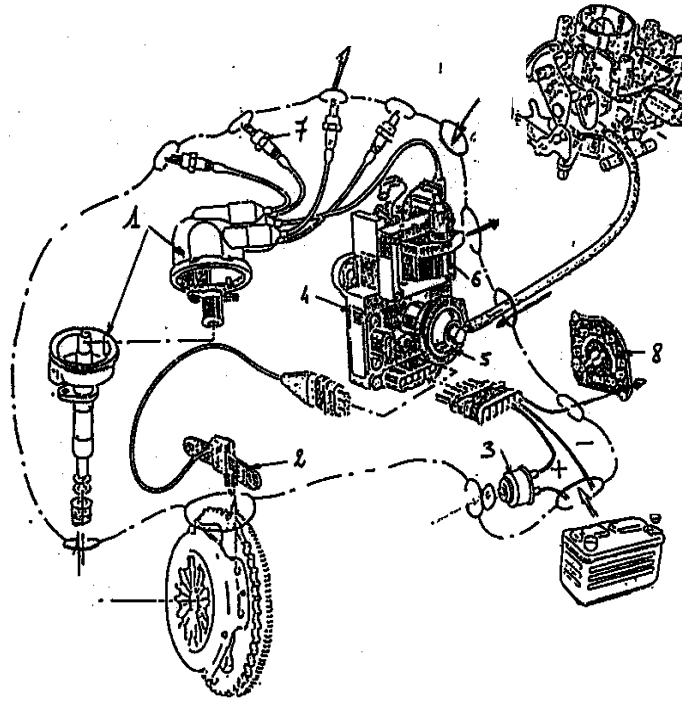
En considérant que l'avance à l'allumage est figée, calculer la nouvelle position du vilebrequin correspondant à 50% des gaz brûlés à 6000 tr/mn sachant que:

- 50% des gaz sont brûlés lorsque la combustion est débutée depuis 0.8ms
- $d_i = 0.5$ ms

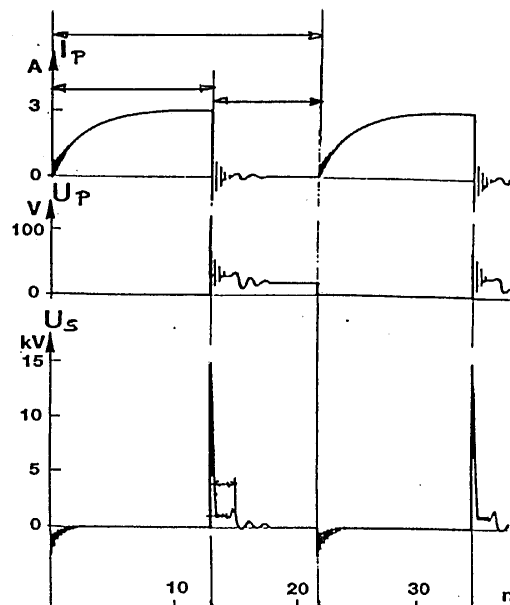
sol : $N = 6000 \text{ tr/mn} \Leftrightarrow (\alpha = 36^\circ/\text{ms})$
 $\alpha (50\%) = 1,3 \times 36 - 13 = 33,8^\circ$ après le PMH

Application p9 :

Etude des flux échangés:



Application p14 :



$$\%Dwell = \frac{T_c}{T_{cy}} \times 100$$

$$\%Dwell = \frac{13}{22} \times 100 = 59\%$$

TRAVAUX PRATIQUES

1- CONTRÔLE DU CIRCUIT D'ALIMENTATION SUR UN SYSTÈME D'INJECTION

Objectif:

- Contrôler et remettre en conformité le circuit d'alimentation en carburant d'un système d'injection.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un manomètre de pression d'essence
- Une éprouvette graduée
- Un chronomètre.

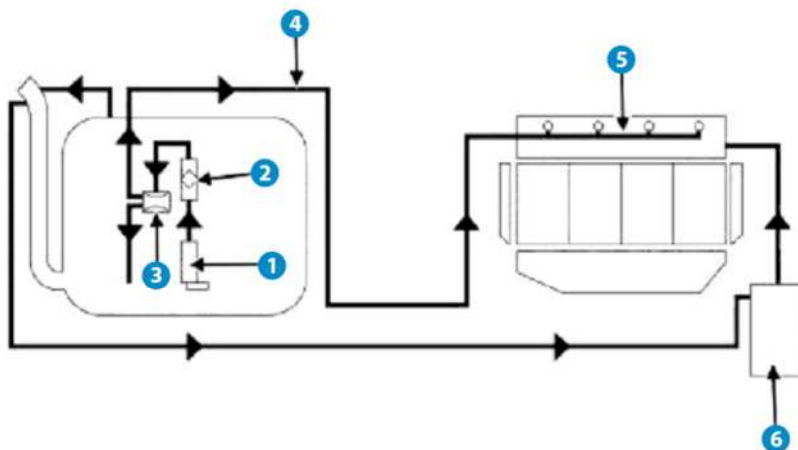
ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Les éléments du circuit d'alimentation.
- > La pression d'alimentation.
- > Le débit sous pression.

Préparer

- > Le matériel de mesure.
- > Un extincteur à proximité.
- > Rechercher à l'aide de la documentation constructeur les bornes du relais qu'il faudra shunter afin d'alimenter la pompe à carburant, moteur à l'arrêt et contact coupé (si le véhicule n'est pas multiplexé).



- 5. Rampe d'injection
- 6. Réservoir de réaspiration des vapeurs d'essence

Schéma fonctionnel du circuit d'alimentation en essence

CONTRÔLER – MESURER

1. Contrôle de la pression d'alimentation

- > **Débrancher** le conduit d'arrivée de carburant au niveau du raccordement moteur (arrivée de la canalisation sur la rampe d'injecteurs).
- > **Adapter** un Té de dérivation puis un manomètre 0-6 bars.
- > **Faire démarrer** le moteur.
- > **Relever** la pression et la comparer à la valeur donnée dans la documentation technique.

2. Contrôle du débit d'essence

- > **Débrancher** la conduite d'alimentation ou celle de retour au réservoir (selon le cas) et la plonger dans une éprouvette.
- > **Faire débitier** la pompe pendant un certain nombre de secondes et comparer la quantité débitée avec celle préconisée par le constructeur.
- > **Shunter** les voies 3 et 5 (gros fils – calculateur débranché) sur le connectique du relais de pompe à essence, pour mettre en action la pompe à essence.
- > Débit mini : 80 à 120 l/h.

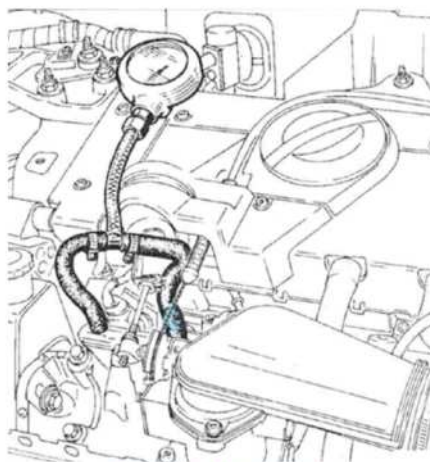
> Si le débit est faible, **vérifier** la tension d'alimentation (perte de débit de 10 % pour une chute de tension de 1 volt).



Éprouvette graduée



Pompe à essence



Exemple de mesure de pression d'essence

À NOTER

De nombreux véhicules actuels ont le circuit de carburant sans retour au réservoir.

Le régulateur de pression est incorporé à l'ensemble pompe/jauge, on ne peut donc plus utiliser la méthode indiquée pour mesurer le débit. Dans ce cas il faut voir la méthode préconisée par le constructeur.

Si le véhicule possède un réseau multiplexé, on ne shunte pas le relais (risque de détérioration), on met juste le contact pour contrôler la pression d'alimentation.

2- CONTRÔLER UN SYSTÈME D'INJECTION ÉLECTRONIQUE

Objectif:

□ Identifier les éléments et effectuer le diagnostic d'un système d'injection électronique pour déterminer l'élément en panne.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un multimètre
- Un appareil de diagnostic (lecteur EOBD).

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Le type d'injection qui équipe le moteur.
- > Les éléments qui composent le système.
- > L'implantation de ces éléments sur le véhicule.
- > Le schéma électrique du système d'injection.
- > Les valeurs constructeur et les bornes de mesure.

Préparer

- > Vérifier l'état du filtre à air.
- > Contrôler la tension de la batterie et le circuit de charge.
- > Contrôler l'allumage (bougies, bobines).
- > Le multimètre et/ou l'appareil de diagnostic.
- > Contrôler le circuit d'alimentation en carburant (fiche précédente).
- > Contrôler la qualité des gaz d'échappement avec un analyseur de gaz (voir la fiche suivante).

CONTRÔLER – MESURER

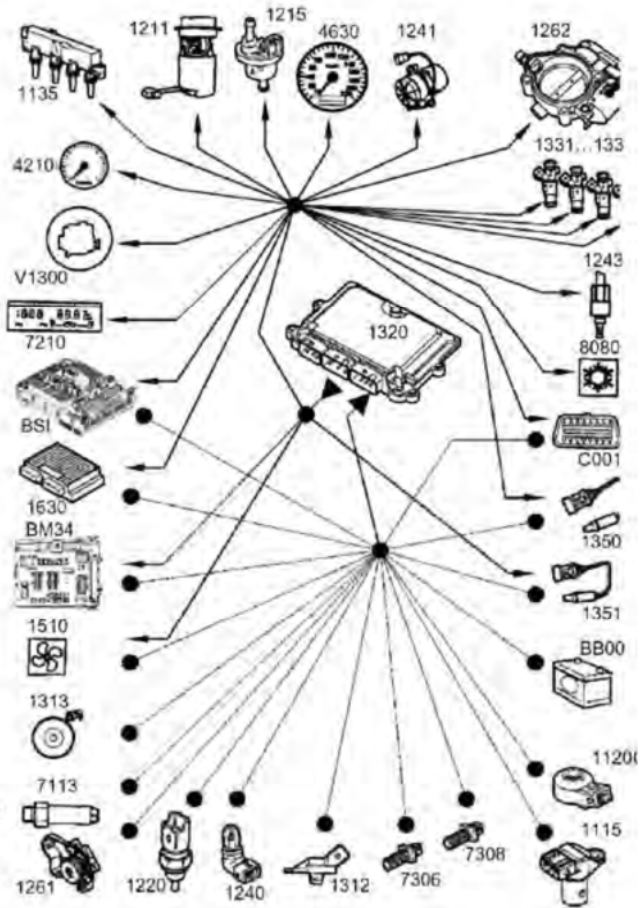
Plusieurs paramètres d'entrée du système d'injection sont à contrôler, les sondes de température d'eau et d'air, la pression d'air admission, etc., mais également les éléments commandés tel que les injecteurs, le papillon motorisé, etc. Tous les éléments à contrôler se trouvent dans la revue technique.

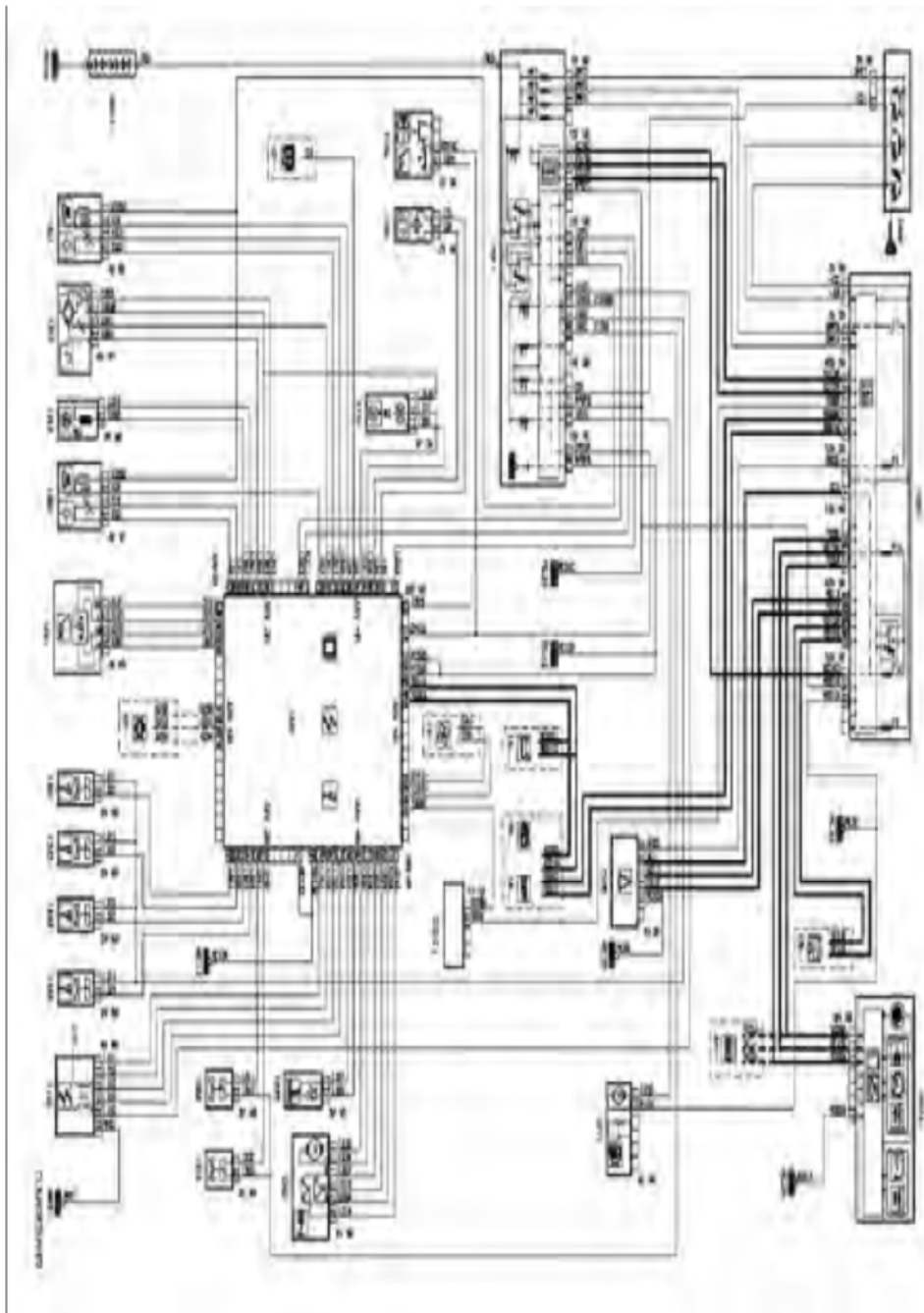
Le tableau suivant est nécessaire pour contrôler tous les éléments du système et pour trouver l'élément causant la défaillance :

Éléments	Conditions de contrôle	Numéro des bornes	Valeur constructeur	Valeur relevée	Conclusion

Nomenclature

- BB00 - Batterie
- C001 - Connecteur diagnostic
- BSI - Boîtier servitude intelligent
- BM34 - Boîtier servitude moteur (BSM)
- 0004 - Combiné
- 1115 - Capteur référence cylindre
- 1120 - Capteur cliquetis
- 1135 - Bobine d'allumage
- 1211 - Pompe jauge à carburant
- 1215 - Electrovanne canister
- 1220 - Capteur température eau moteur
- 1240 - Capteur température air admission
- 1241 - Pompe pulsair (pompe à air)
- 1243 - Electrovanne de distribution variable
- 1261 - Capteur position pédale accélérateur
- 1262 - Papillon motorisé
- 1312 - Capteur pression air admission
- 1313 - Capteur régime moteur
- 1320 - Calculateur injection ECM
- 1331 } Injecteurs
- 1332 }
- 1333 }
- 1334 }
- 1350 - Sonde à oxygène amont
- 1351 - Sonde à oxygène aval
- 1510 - Motoventilateur
- 1630 - Calculateur boîte de vitesse automatique
- 4630 - (Compteur) vitesse véhicule
- 4210 - Compte tours
- 7113 - Capteur Pression Direction Assistée
- 7210 - Ordinateur de bord
- 7306 - Contacteur embrayage (régulateur de vitesse)
- 7308 - Contacteur de frein (régulateur de vitesse)
- 8080 - Calculateur de climatisation
- 9035 - Station combiné (BTO)
- V1300 - Voyant diagnostic





À NOTER

Beaucoup de pannes peuvent provenir de mauvais contacts des connecteurs électriques.

Il est donc conseillé de vérifier ces connecteurs avant toutes interventions.

Les masses peuvent également être une source de panne, il faut donc les contrôler.

Le lecteur de diagnostic EOBD appelé aussi Scantool est un outil permettant d'avoir accès aux informations internes des systèmes embarqués. Il se branche sur la prise d'auto diagnostic OBD du véhicule et scanne les informations mémorisées ou les données courantes mises à disposition.

3- CONTRÔLER L'ANTIPOLLUTION DES MOTEURS ESSENCE

Objectif:

- Contrôler la pollution produite par un véhicule à l'aide de l'analyseur de gaz.
- Maintenir la teneur des gaz nocifs émis à une valeur définie par le constructeur et limitée par la réglementation en vigueur.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un analyseur de gaz et sa notice
- Une clé à bougie et un jeu de cales.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > le régime de ralenti.
- > les valeurs de contrôles.
- > les conditions de mesure.

Préparer

- > Étudier la notice de l'analyseur de gaz.
- > Mettre en marche l'analyseur afin de respecter son temps de mise en température de fonctionnement.
- > Le système d'allumage (bougies) et le système d'injection doivent être en bon état.
- > Brancher un tuyau d'évacuation des gaz d'échappement si le véhicule est à l'intérieur.

analyseur
de gaz



Lecture normale (exemple)

1. Contrôles préliminaires

- > **Vérifier** l'état du filtre à air, le remplacer si nécessaire.
- > **Vérifier** l'état des bougies, les remplacer si nécessaire.
- > **Contrôler** l'état de la ligne d'échappement qui ne doit pas présenter de fuite.
- > **Faire tourner** le moteur en le maintenant à 2000 tr/min jusqu'à ce qu'il atteigne sa température de fonctionnement.

2. Branchement de l'analyseur de gaz

- > L'analyseur est à température et étalonné.
- > Le moteur est à température et aucun consommateur ne fonctionne.
- > **Brancher** la pince haute tension sur le cylindre N°1 (si possible).
- > **Régler** la sonde de température à la longueur de la jauge à huile puis l'introduire à la place de celle-ci.
- > **Introduire** la sonde de gaz dans la sortie d'échappement.

3. Mesurer et interpréter

- > **Comparer** les valeurs obtenues avec les valeurs constructeur.
- > **Imprimer** un ticket avec la date, le nom du véhicule, l'immatriculation et le kilométrage si les valeurs sont conformes.
- > **Faire une recherche** de panne sur le système d'injection si les valeurs sont non conformes.

Résultat d'une combustion normale :

1. **CO₂** – Le pourcentage doit être le plus élevé possible (8 à 10% au minimum, mais la valeur normale est de 15%) : Le pourcentage inférieur à 8% prise d'air sur tubulure d'échappement ou CO trop important.
2. **CO** – Le plus faible possible sans compromettre la stabilisation du ralenti. Si le CO est trop élevé le mélange est trop riche. Il faut donc contrôler le système d'injection et la sonde lambda.
3. **CO corrigé = (CO × 15) / (CO + CO₂)**
La lecture peut se faire directement sur l'abaque ou sur l'appareil s'il donne directement la valeur. On le diminue en diminuant le CO ou en augmentant le CO₂.
4. **HC** – Nombre de particules par million (p.p.m.) de carburant non brûlé : si < 800 p.p.m., contrôler le système d'allumage.
5. **O₂** – pourcentage d'oxygène contenu dans les gaz d'échappement.

Bilan de contrôle:

	Régime de ralenti (Tr/mn)	CO (%)		CO corrigé (%)		CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)	Lambda
		Ralenti	Ralenti accéléré	Ralenti	Ralenti accéléré				
Valeurs constructeur									
Valeurs relevées									

Exemples de causes probables pour des valeurs de CO, CO₂, HC et O₂ erronées

CO	Problème d'injection Filtre à air sale Enrichissement défectueux à l'accélération (voir aussi contacteur de papillon) Bougies défectueuses Régulateur de pression défectueux
HC	SYSTEME D'ALLUMAGE: Fils de bougie défectueux Avance à l'allumage erronée Bougies défectueuses COMBUSTION INCOMPLÈTE: Mélange pauvre Étanchéité du circuit d'aspiration défectueuse DÉFAUTS MÉCANIQUES: Compression insuffisante Soupapes non étanches
CO ₂	Étanchéité du système d'échappement
O ₂	Étanchéité du système d'échappement Mélange gras

À NOTER

Sur les moteurs à injection catalysés (actuels) aucun réglage n'est possible. Le moteur diesel fait l'objet d'une réglementation qui limite l'opacité des gaz d'échappement. Le contrôle s'effectue grâce à un opacimètre.

4- REMPLACER UN FILTRE À CARBURANT

Objectif:

- Éviter tout risque de passage d'impuretés vers le circuit haute pression
- Remplacer un filtre à gasoil.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- la revue technique du véhicule
- la cartouche filtrante ou le filtre à carburant neuf approprié
- 1 bac pour recueillir le gazole
- l'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > L'implantation du filtre à carburant.
- > La procédure de purge du circuit de carburant.

Préparer

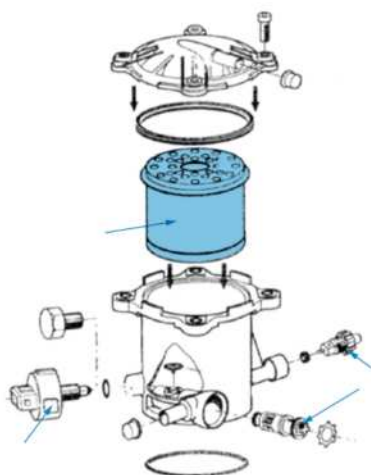
- > Placer un bac au sol sous le filtre.
- > Nettoyer la zone d'intervention.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

1. **Déposer** le support de filtre si nécessaire
2. **Dévisser** la ou les vis du couvercle du support de filtre.
3. **Déposer** :
 - la cartouche,
 - les joints.
4. **Extraire** le joint de couvercle de sa gorge.
5. **Nettoyer** soigneusement toutes les pièces.

Remarque : De nombreux moteurs diesel possèdent un filtre à carburant qui se remplace entièrement (bloc complet) en débranchant les raccords de carburant ainsi que les différents connecteurs. Dans ce cas voir la procédure constructeur.



Filtre à carburant
avec élément filtrant



Filtre à carburant (bloc complet)

Reposer

1. **Placer** les nouveaux joints.
2. **Placer** la nouvelle cartouche en vérifiant que tous les joints sont bien en place.
3. **Visser** la ou les vis de fixation modérément.

Purger

1. **Desserrer** la vis de purge à la sortie du filtre ou sur le couvercle.
2. **Actionner** la pompe manuelle d'amorçage (si le filtre en est muni) jusqu'à ce que le gazole coule sans bulle d'air. Pour purger correctement le filtre, la purge de l'eau dans le filtre décanteur se fait en même temps (si le filtre possède ce système).
3. **Resserrer** la ou les vis de purge, établir le contact.
4. **Essuyer** le gazole qui a coulé.

Nota : Si le filtre ne comporte pas de dispositif d'amorçage, avant montage, il faut remplir l'élément filtrant avec du carburant propre et filtré. Actionner ensuite le démarreur jusqu'au démarrage du moteur.

Démarrer

1. **Vérifier** le niveau de carburant dans le réservoir.
2. **Démarrer.**
3. **Contrôler** l'apparition de fuites éventuelles aux filtres et aux raccords.

À NOTER

Si le filtre est auto-amorçant (pas de pompe manuelle), ne pas débrancher les tuyauteries. Démarrer et accélérer modérément pendant une minute. Dans tous les cas, bien suivre les instructions du constructeur. Sur les moteurs à injection haute pression à rampe commune ne surtout pas débrancher les tuyauteries haute pression et suivre la méthode constructeur.

5- REMPLACER ET RÉGLER DES BOUGIES

Objectif:

- Contrôler et remplacer si nécessaire les bougies d'allumage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une clé à bougies appropriée
- Un jeu de cales
- Un flexible pose-bougies
- Une soufflette
- Les bougies neuves correspondantes (si remplacement)

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > La marque et le type de bougies préconisées par le constructeur (les équivalences éventuelles dans d'autres marques).
- > L'écartement des électrodes.

Préparer

- > La ou les clés à bougies nécessaires :

En dimension :

- clé de 16 (bougies à sièges coniques),
- clé de 21 (bougies à sièges plats).

En forme :

- droites ou articulées,
- douille longue + rotule + rallonge...
- > De la graisse graphitée.
- > Souffler les puits de bougies à l'air comprimé avant la dépose.



Clés à bougies



Rallonge + clé à bougie à serrage à couple limité



Rallonge + clé à bougie à serrage à couple limité



Bougie

RÉALISER L'INTERVENTION

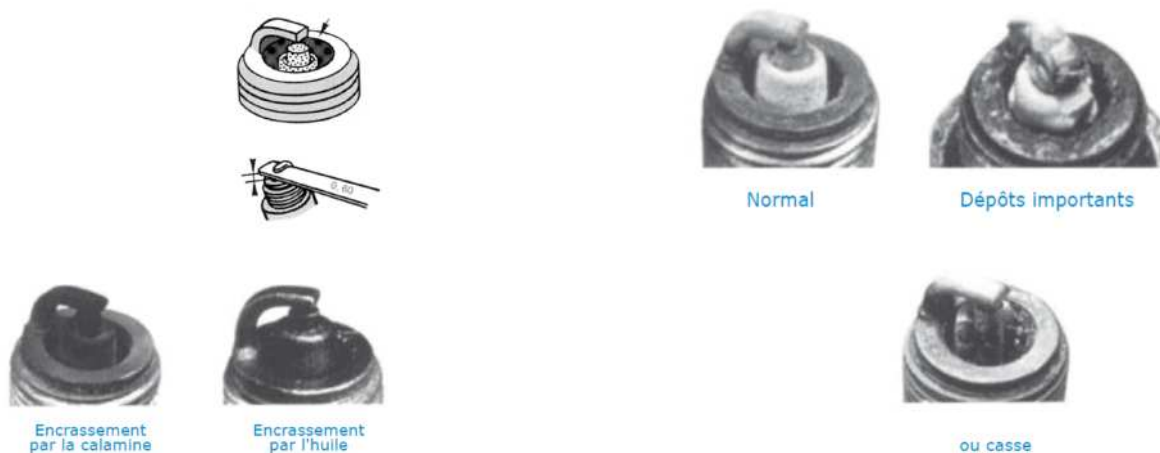
Déposer

1. **Débrancher** les fils de bougie ou déposer la ou les bobines couvrant les bougies.
2. **Dévisser** les bougies en plaçant éventuellement un petit tube sur le manche pour augmenter la force de desserrage.
3. **Boucher** les puits des bougies pour éviter toute intrusion de corps étranger dans le moteur.

Contrôler

1. Il ne doit pas y avoir de fissure de la porcelaine et le filetage ne doit pas être abîmé.
2. La présence de dépôts sur les électrodes donne des indications sur l'état du moteur :
 - **électrodes mouillées** : Bougies noyées, défaut d'allumage,
 - **présence de suie noire** : Mélange trop riche ; filtre à air colmaté, problème d'injection,

- **calamine** : huile brûlée, le moteur consomme de l'huile (usure des segments...),
 - **électrodes chargées de dépôts blancs** : silice, filtre à air inefficace. L'état normal doit être blanc-gris sans dépôt.
- 3. Régler** l'écartement de 0,6 mm à 1 mm selon les indications du constructeur à l'aide du jeu de cales.



Remplacer

1. Lorsque les dépôts sont trop importants :

- l'électrode centrale est trop usée,
- la périodicité (kilométrage) est dépassée.

Remplacer les bougies par le modèle préconisé.

2. Vérifier :

- le type exact,
- la similitude des culots (courts ou longs),
- le type de portée (conique ou plat).

Reposer

1. Contrôler l'écartement avant la repose.

2. Enduire le filetage de graisse graphitée. Faire prendre la bougie à la main ou avec un morceau de durite suffisamment long, terminer à la clé et serrer au couple (voir valeurs constructeurs):

- Bougies à portée conique : 20 N.m (2 daN.m).
- Bougies à joint : 30 N.m (3daN.m).

3. Connecter les fils de bougie ou reposer la ou les bobines.

4. Faire un essai.

À NOTER

Au serrage, ne jamais mettre de rallonge à la poignée de la clé à bougie, car sa longueur est calculée pour appliquer le couple de serrage correct en plaçant la main normalement sur la poignée. Ne jamais remonter des bougies sur une culasse chaude.

6- CONTRÔLER UN SYSTÈME D'ALLUMAGE

Objectif:

- Identifier les différents éléments composant le système d'allumage.
- Contrôler les éléments d'un système d'allumage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un multimètre et/ou un appareil de diagnostic
- Un oscilloscope
- L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Le type d'allumage qui équipe le moteur.
- > Le schéma électrique.
- > Les numéros repères des différentes bornes des éléments.
- > La méthode préconisée.
- > Les valeurs constructeur.

Préparer

- > Un multimètre et/ou une valise de contrôle (diagnostic) conçu spécialement à cet usage.
- > Effectuer tous les contrôles préliminaires :
 - Présence d'étincelle à la bougie .
 - La batterie : $U = 12 \text{ V}$ minimum (voir fiche concernée).
 - Les bougies : voir la fiche précédente.
 - Si c'est un allumage jumostatique, il faut contrôler l'état des fils haute tension (faisceau d'allumage) et leur continuité
- > Le système d'injection est en état de fonctionnement.

CONTRÔLER – MESURER

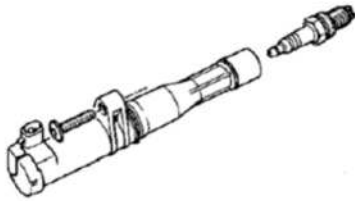
1. **Vérifier** l'ordre d'allumage (pour un allumage jumostatique).
2. **Contrôler** les fusibles du circuit de gestion moteur à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0$.
3. **Contrôler** l'alimentation en + APC du calculateur à l'aide du voltmètre : $U = U$ batterie.
4. **Contrôler** la masse du calculateur à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0$
5. **Vérifier** l'état des connexions du circuit d'allumage (bloc bobines, calculateur).
6. **Contrôler** la continuité des fils reliant le calculateur aux différents éléments du circuit d'allumage à l'aide de l'ohmmètre: $R=0$
7. **Contrôler** la résistance des bobines primaires d'allumage à l'aide de l'ohmmètre : **8. Contrôler** la résistance des bobines secondaires à l'aide de l'ohmmètre.
9. **Mesurer** l'alimentation des bobines primaire en + APC à l'aide du voltmètre : $U = U$ batterie.
10. **Contrôler** la résistance du capteur régime et position (type inductif) à l'aide de l'ohmmètre (voir valeurs constructeur).
11. **Contrôler** le signal émis par le capteur (moteur tournant au démarreur) à l'aide d'un oscilloscope.
12. **Contrôler** la continuité des fils reliant le capteur vitesse position au calculateur à l'aide d'un ohmmètre : $R = 0$ □.
13. **Contrôler** la résistance interne du capteur de pression d'air à l'aide de l'ohmmètre (voir valeurs constructeur).
14. **Contrôler** l'alimentation du capteur de pression d'air par le calculateur à l'aide du voltmètre : $U = 5$ Volts.
15. **Contrôler** la continuité des fils reliant le capteur de pression d'air au calculateur à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0$ □.
16. **Contrôler** le signal émis par le capteur de pression d'air à l'aide d'une pompe à dépression et d'un voltmètre : A la Pa : $U = 5 \text{ V}$; A Pa – 200mb : $U = 2,2 \text{ V}$ (voir valeurs constructeur).
17. **Si tous les contrôles sont corrects essayez de démarrer, si la panne persiste changer le calculateur de gestion moteur.**



Oscilloscope

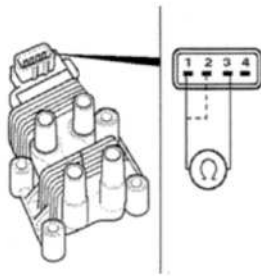
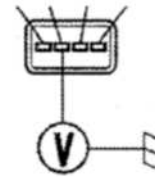


Bobine jumostatique

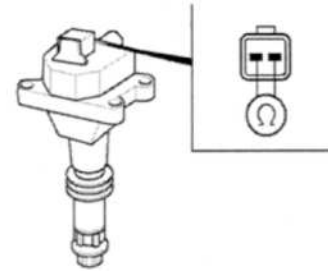


Bobine statique

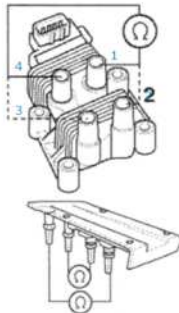
Alimentation bobine (exemp)



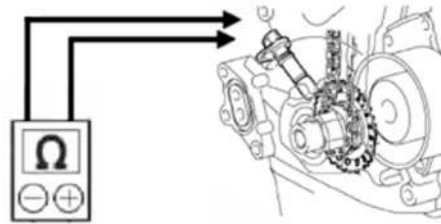
Résistance primaire sur bobine jumostatique (exemple)



Résistance primaire sur bobine statique (exemple)



Résistance secondaire sur bobine jumostatique (exemple)



De 1 850 à 2 450 Ω à 20 °C

Capteur régime et position moteur

Résistance du capteur régime et position moteur (exemple)

À NOTER

Il peut y avoir détérioration du système d'allumage si on contrôle la production d'étincelles en débranchant un fil de bougie et en faisant un essai directement sur le bloc moteur. Il est conseillé d'utiliser dans ce cas un « éclateur ».