

# Systeme d'allumage des moteurs à combustion

*Descriptifs & notions de base*



## **Sujets traités**

**Concept de base d'un moteur à combustion.**

**Fonction de l'allumage.**

**Composants de l'opération allumage.**

**Préparation du mélange.**

**Périodicité et distribution de l'allumage.**

**Equipements d'un circuit d'allumage.**

**Source d'énergie – Production haute tension –**

**Commande production haute tension – Transfer de**

**la haute tension – Arc électrique.**

***Nb: la vidéo contient des animation réalisées avec ppt***



## Rappel

### *Concept de base des moteurs à combustion:*

Le concept des moteurs à combustion, qu'ils soient à 1 ou N cylindres, est basé sur:

- Introduction dans une chambre étanche d'un **mélange carburant/comburant** d'une manière **cyclique**.
- Compression du mélange introduit à l'aide d'un piston.
- Combustion du mélange comprimé, juste avant la fin de la compression, à l'aide d'un **arc électrique**.



## Rappel

### ***Concept de base des moteurs à combustion:***

**Cette combustion, produit une force sur le piston qui agit sur le vilebrequin et par suite produit un couple sur les roues de l'engin pour le mettre en mouvement.**

**Le couple  $C(N.m)$  produit par le moteur et sa vitesse  $N(rad/s)$  détermine sa puissance  $P(Watt)$ .**

$$P = CN$$

**Pour des raisons historiques  $P$  s'exprime aussi en cheval vapeur ( $ch$ ) dit en anglais  $hp$  pour horse power**



## Rappel

### *Concept de base des moteurs à combustion:*

**Cette combustion génère des gaz à une pression et une température de l'ordre de:**

$$\mathcal{P} = 12 \text{ à } 18 \text{ bars et } \mathcal{T} = 400 \text{ à } 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

**Cette combustion se produit une fois par cylindre tous les deux tours du moteur.**

**Pour chaque cylindre, la chambre de combustion est formée par la culasse, la chemise et le piston.**



## Rappel

*Schéma de principe:*

Bougie

Culasse

Soupapes

Piston

C'est une diapositive animée,  
à voir sur la vidéo ou sur le diaporama

Compression  
Echappement  
Combustion

Animation



## Mots clé de ce Rappel

Trois mots clé en été cités dans le rappel:

**Mélange carburant/comburant.**

**Cyclique.**

**Arc électrique.**



## Fonction de l'allumage

Donc à la lumière de ce que nous venons de voir notre circuit d'allumage doit:

Produire cycliquement un arc électrique capable d'amorcer la combustion du mélange admis.



## **Composants nécessaires**

**Assurer toutes ces opérations, nécessite un matériel spécifique pour chacune d'elles.**

**Nous allons essayer de les identifier.**



## **Préparation du mélange**

**Nous parlerons plus en détail de cette opération dans une autre vidéo, pour le moment on va se contenter d'en donner un aperçu.**



## Préparation du mélange

L'opération de préparation du mélange air/carburant, appelée aussi **carburation**, est assurée soit par le **carburateur** soit par un système d'**injection électronique**.

*L'objectif est d'assurer un mélange air/carburant dans de **bonnes proportions**, afin d'obtenir les enrichissements nécessaires, quelque soit le régime du moteur, en accélération, en régime stable ou même à froid.*



## Préparation du mélange

Pour les moteurs à essence, la meilleure proportion, (dit aussi **rapport stœchiométrique**), qui assure une combustion totale est d'environ 14,5 *c'est-à-dire qu'il faut environ:*

**14,5 kg d'air pour brûler totalement 1 kg de carburant.**



## Préparation du mélange

**Nb:**

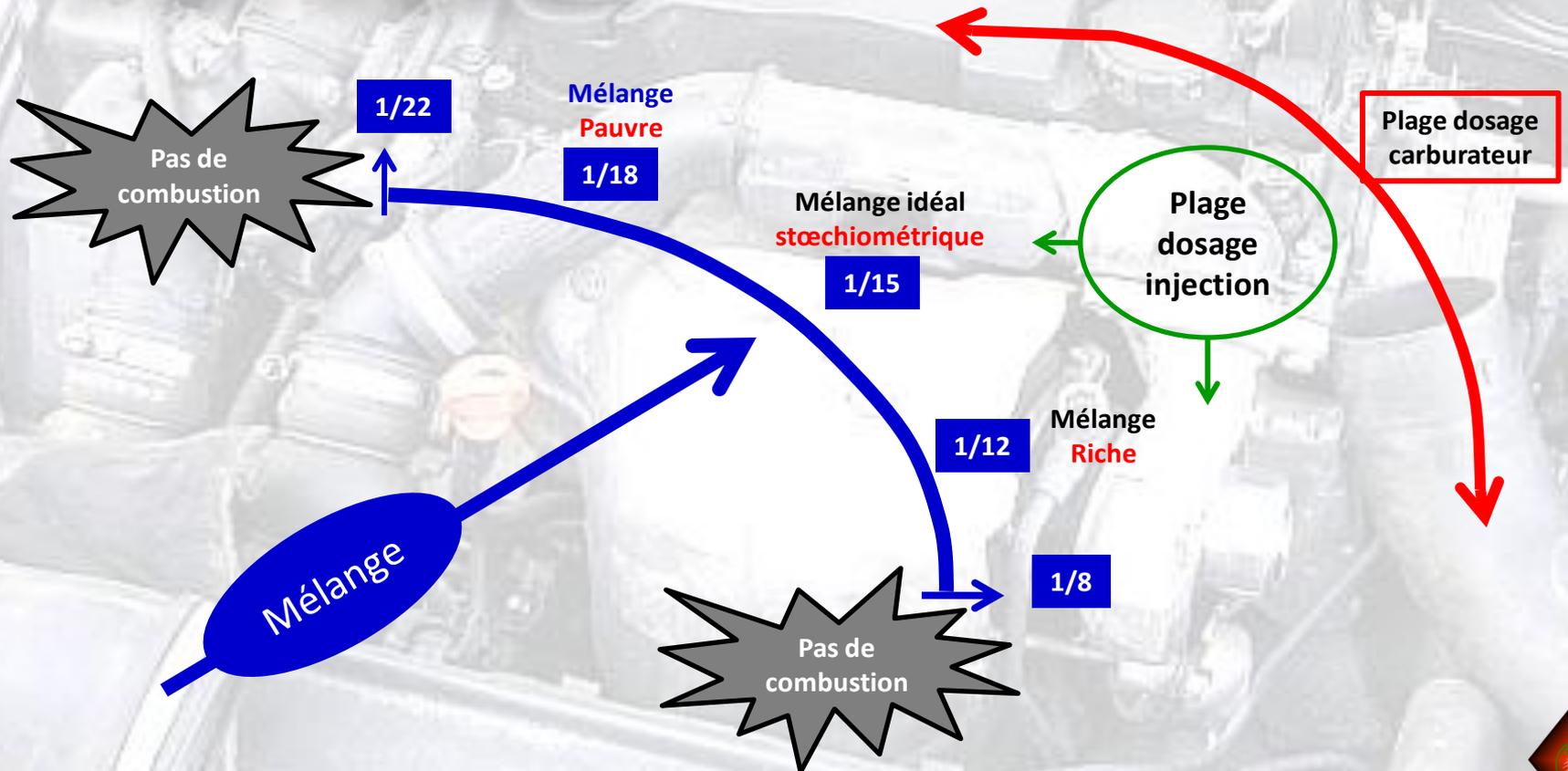
Un **RS < à 14,5** signifie un **déficit d'air** ce qui entraîne un gaspillage du carburant et l'augmentation des imbrûlés donc pollution de l'environnement.

Un **RS > 14,5**, c'est-à-dire il y a un **excédent d'air** dans le mélange, entraîne une perte de puissance et une surchauffe du moteur provoquée par le ralentissement de la combustion.



# Préparation du mélange

## Schéma récapitulatif:



## Périodicité et distribution de l'allumage.

Pour un moteur à 4 temps 4 cylindres, l'allumage pour chaque cylindre a lieu tous les deux tours du moteur du fait que chaque temps est l'équivalent d'un *demi-tour*.

Aussi à chaque *demi-tour* du moteur il y a un cylindre qui se trouve en position fin de compression c'est-à-dire nécessitant un arc pour la combustion.



## **Périodicité et distribution de l'allumage.**

**A la lumière de ce qui précède, le système d'allumage doit, à chaque *demi-tour* du moteur:**

- Produire une haute tension.**
- Assurer son envoi sur le cylindre adéquat en fonction de l'ordre d'allumage du moteur, pour produire un arc électrique.**



## **Equipement du système l'allumage.**

**Pour assurer les opérations citées, le système d'allumage doit comporter:**

- Une source d'énergie.**
- Un équipement qui, à partir de la source d'énergie, produit une haute tension capable de créer un arc électrique ayant la puissance requise pour déclencher la combustion du mélange.**



## **Equipement du système l'allumage.**

**Pour assurer les opérations citées, le système d'allumage doit comporter:**

- Un équipent qui commande la production de cette tension.**
- Un équipent qui assure l'envoi de la haute tension produite vers le cylindre adéquat.**
- Un équipement qui crée l'arc électrique.**



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***La source d'énergie***

**Toutes les voitures sont équipées d'une source d'énergie pour s'assurer toutes les fonctionnalités entre autres le démarrage et l'allumage.**

***Cette source n'est autre que la batterie.***



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***La source d'énergie***

**Elle a pour objectif:**

- **Stocker l'énergie électrique sous une forme chimique.**
- **Restituer cette énergie, à la demande, sous forme de courant continu.**



## Equipement du système l'allumage.

### *La source d'énergie*

Sommairement, une batterie est constituée par:

**Un conteneur.**

**Un électrolyte** (*une substance conductrice de courant*) **dans le conteneur.**

**Deux électrodes l'une positive et l'autre négative, les deux immergées dans l'électrolyte.**



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***La source d'énergie***

**Généralement, les batteries sont du type plomb-acide, c'est-à-dire, les électrodes positives et négatives sont en plomb et l'électrolyte est de l'acide sulfurique dilué.**

**Ce type de batterie est dit secondaire du fait qu'elle est rechargeable, par opposition au primaire qui sont d'une utilisation unique.**



## Equipement du système l'allumage.

### *La source d'énergie*

Caractéristiques:

Les principales caractéristique d'une batterie sont:

**Le voltage:** tension nominale qui est pour la majorités des véhicules de 12V.

**L'ampérage:** correspond au courant de démarrage exprimé en Ampère.



## Equipement du système l'allumage.

### *La source d'énergie*

**Caractéristiques:**

**Les principales caractéristique d'une batterie sont:**

**La capacité:** c'est la quantité d'énergie que peut délivrer la batterie pendant une durée donnée, elle s'exprime en Ah (Ampère-heure).

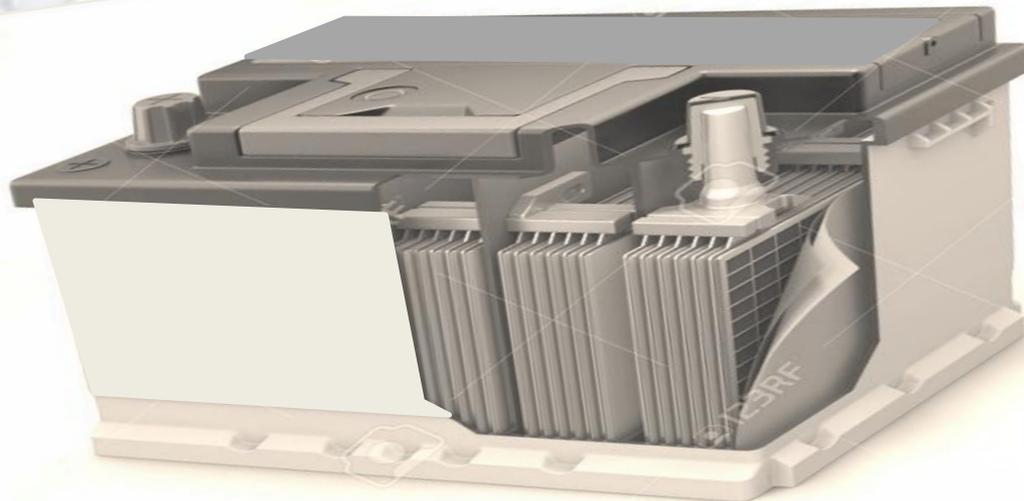
**Nb:** La capacité est variable et elle dépend surtout de la température et de l'intensité du courant délivré.



# Equipement du système l'allumage.

*La source d'énergie*

Images batterie:



# Equipement du système l'allumage.

## *La source d'énergie*

Images batterie:



## Equipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Remarquons en premier lieu que l'amorçage de l'arc électrique nécessite une tension minimale de l'ordre 15.000 V.

Or nous avons vu que la tension de la batterie n'est que de 12 V « continue » .



## Équipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Donc l'équipement pour la production de la haute tension, doit pouvoir transformer les 12 V « continue » de la batterie en 15.000 V nécessaire à la production de l'arc.

*Cette élément n'est autre que la bobine d'allumage.*



## Equipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Principe de fonctionnement de la bobine d'allumage:

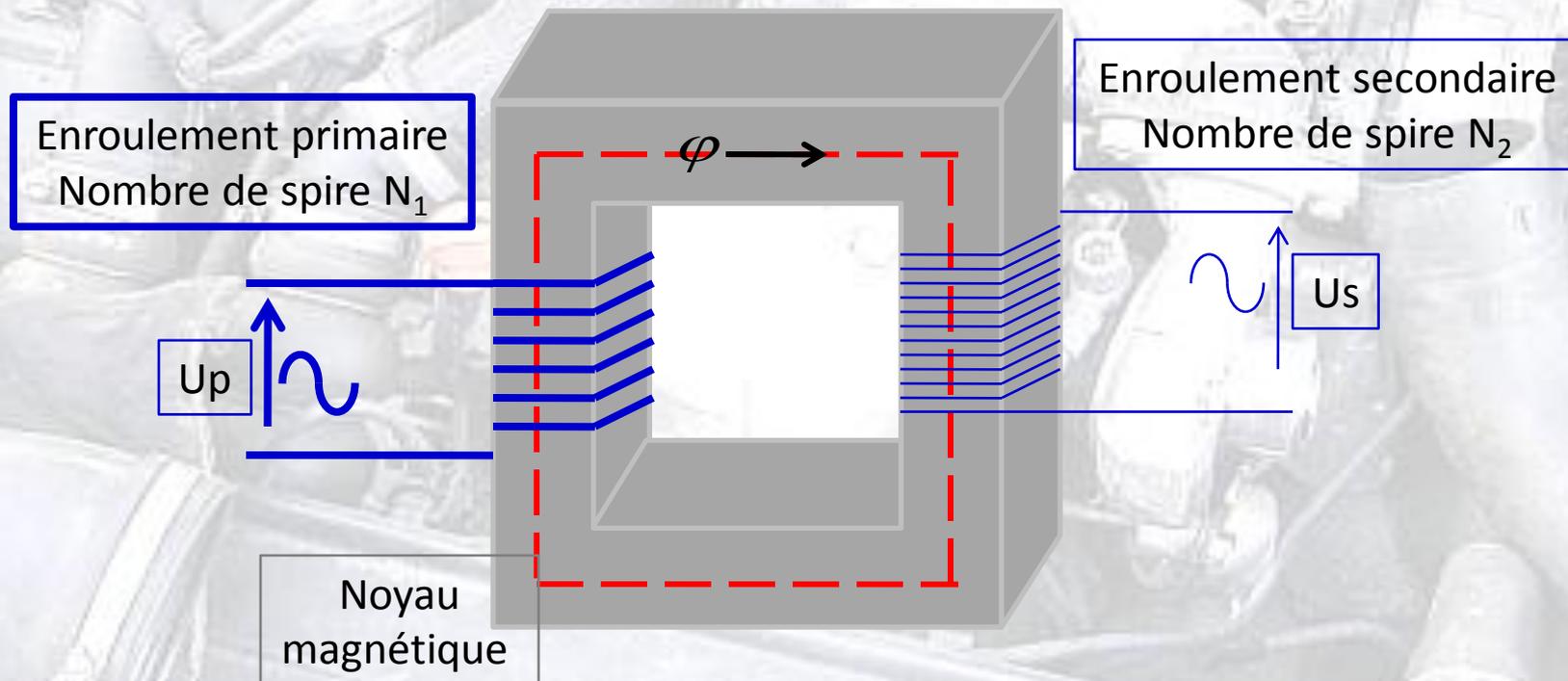
Nous avons dit précédemment que la bobine joue le rôle d'un *transformateur élévateur* puisqu'elle doit transformer la tension de 12 V « continue » en une tension de 15.000 V !!!



# Equipement du système l'allumage.

## *La production du courant fort*

Schéma de principe d'un **transformateur**:



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***La production du courant fort***

**Constitution d'un transformateur:**

**Le transformateur est constitué de deux enroulements couplés entre eux par un noyau magnétique et ne disposant d'aucune connexion électrique.**

**IL exploite le phénomène de l'induction électromagnétique.**



## Equipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Fonctionnement d'un transformateur:

L'alimentation de l'enroulement primaire par une tension alternative  $U_1$  produit un champs magnétique à travers le noyau le quel champs induit une tension alternative  $U_2$  aux bornes de l'enroulement secondaire.



## Equipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Fonctionnement d'un transformateur :

La valeur de la tension induite  $U_2$  dépend du nombre de spires de chaque enroulement et est égale à ...

$$U_2 = U_1 \cdot N_2/N_1$$

Donc pour que le transfo soit élévateur il faut que  $N_2$  soit supérieur à  $N_1$ .



## Equipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Particularité de la bobine d'allumage:

**Donc comme un transformateur élévateur, dont nous venons de voir quelques spécificités, la bobine est constituée d'un enroulement primaire ayant  $N_1$  spires, d'un enroulement secondaire ayant  $N_2$  spires avec  $N_2 > N_1$ .**



## Equipement du système l'allumage.

### *La production du courant fort*

Particularité de la bobine d'allumage:

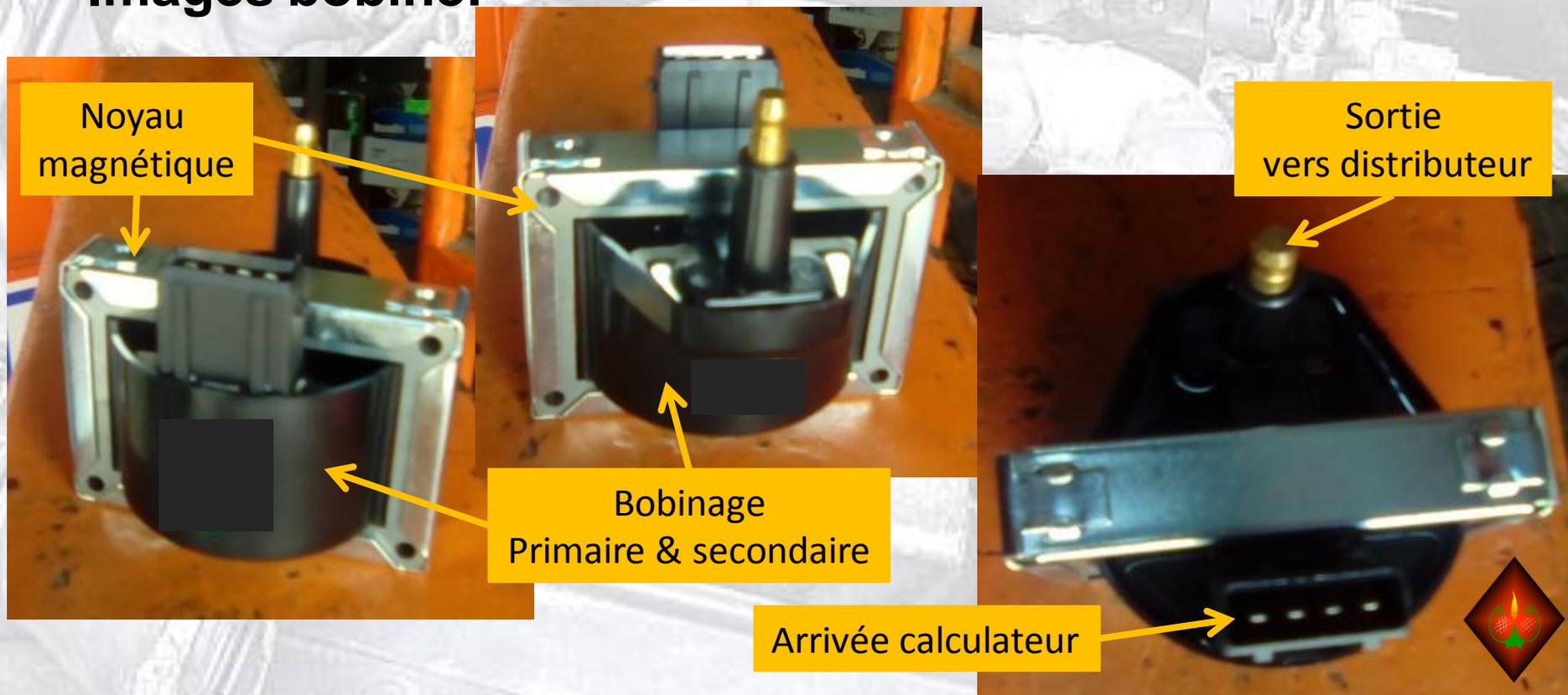
Les deux enroulements sont couplés à l'aide d'un noyau magnétique et elle exploite le phénomène de l'induction électromagnétique qui lui permet de transformer la **variation commandée** des 12 V de la batterie.



# Equipement du système l'allumage.

## *La source d'énergie*

Images bobine:



## Equipement du système l'allumage.

### *Commande de la production du courant fort*

Comment faire varier les 12 V de la batterie?

Tout simplement en coupant, *au moment opportun*, l'alimentation de la bobine, ce qui fait passer sa tension primaire en un très court temps à 0 V.



## Equipement du système l'allumage.

### *Commande de la production du courant fort*

Cette coupure brusque de l'alimentation de la bobine est assurée par un équipement autrefois appelé *vis platinée* qu'on appelle maintenant **RUPTEUR**



## Equipement du système l'allumage.

### *Commande de la production du courant fort*

Fonctionnement du rupteur:

Une came actionne un linguet porte contact mobile du rupteur pour l'écarter de son contact fixe et rompre ainsi l'alimentation primaire de la bobine et créer en même temps une très haute tension (10.000 à 15.000 V) au niveau de son secondaire.

### ***Nb:***

La came est généralement entraînée par l'arbre à came à raison d'*un tour par cycle moteur*, son *nombre de bossage* dépend du nombre de cylindre du moteur.



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***Commande de la production du courant fort***

**Fonctionnement du rupteur:**

**Le rupteur dispose d'un condensateur dont le rôle est:**

- D'absorber les courants d'auto-induction du à l'ouverture du rupteur pour rendre cette ouverture plus franche.**



## Equipement du système l'allumage.

### *Commande de la production du courant fort*

Fonctionnement du rupteur:

- De protéger les contacts.

### *Nb:*

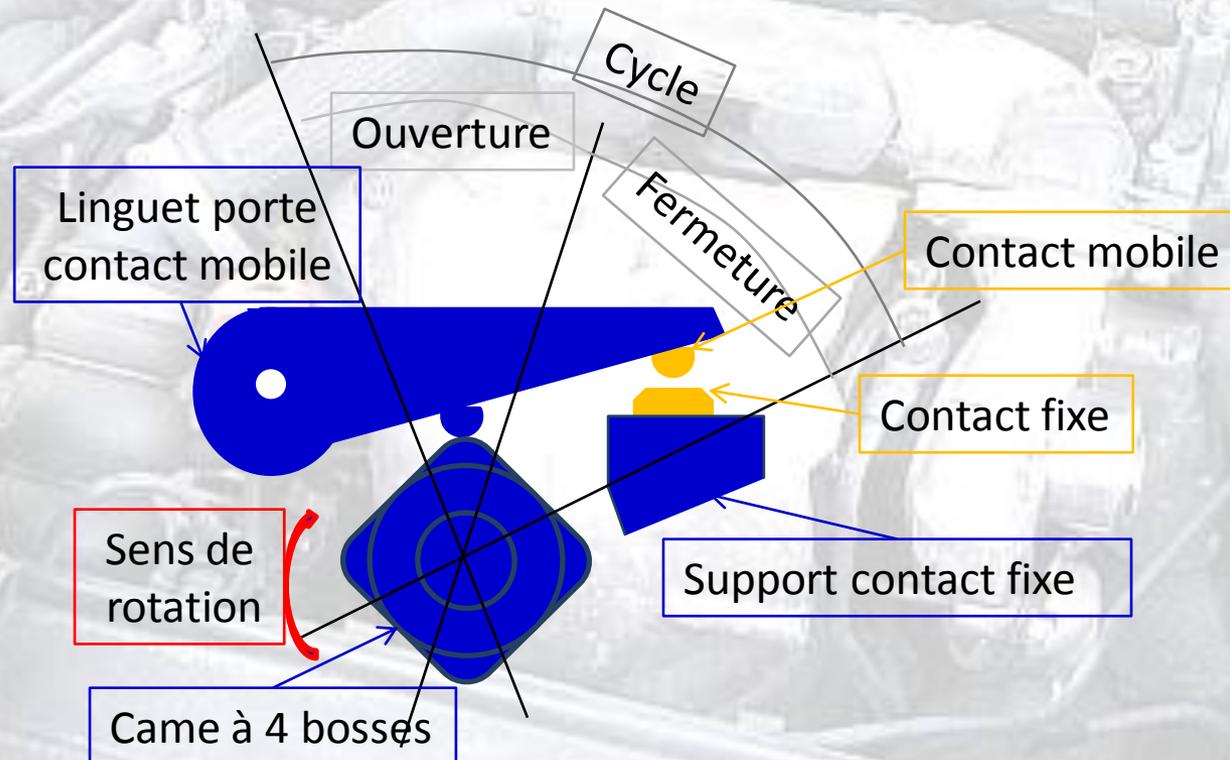
Au repos la pression exercée pour le maintien des contacts fixe et mobile bien plaqués l'un sur l'autre est assurée par un ressort spiral.



# Equipement du système l'allumage.

## *Commande de la production du courant fort*

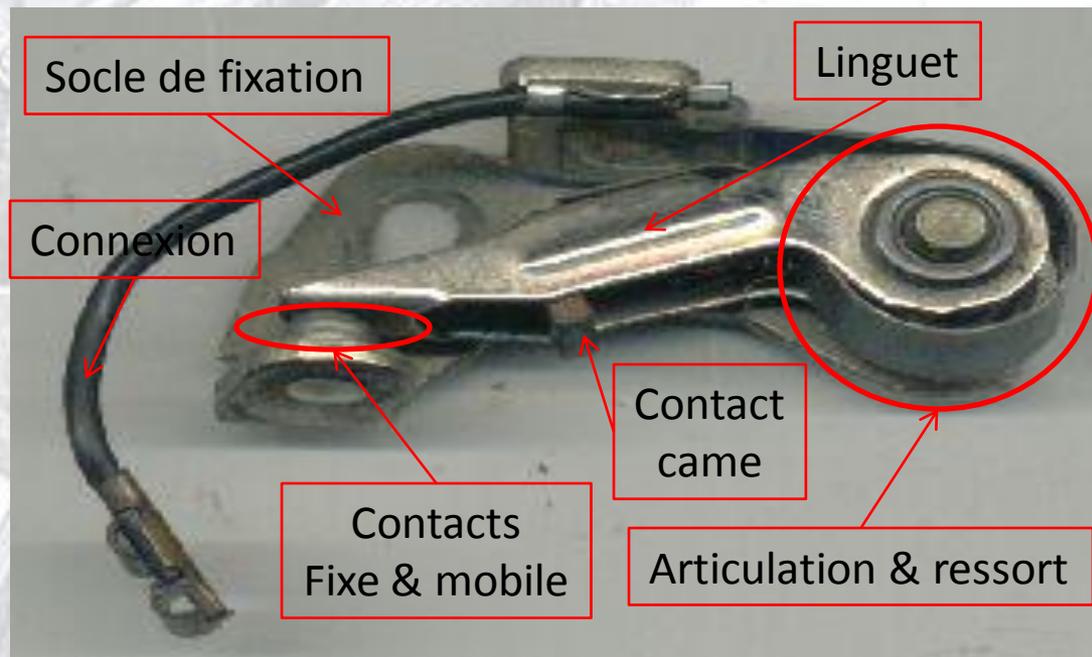
### Schéma de principe du rupteur:



## Equipement du système l'allumage.

*Commande de la production du courant fort*

Image d'un rupteur:



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***Envoi de la haute tension au cylindre adéquat:***

**Une foi produite, la haute tension doit être dirigée vers le cylindre adéquat et ce par un distributeur et un rotor.**

**- Le distributeur qui dispose d'une entrée et d'autant de sorties que de cylindres, reçoit, par son entrée, la haute tension produite par la bobine suite à l'action du rupteur**



## Equipement du système l'allumage.

### *Envoi de la haute tension au cylindre adéquat:*

- La dirige par le rotor au cylindre adéquat via l'une de ses sorties, pour amorcer la combustion.

### *Nb:*

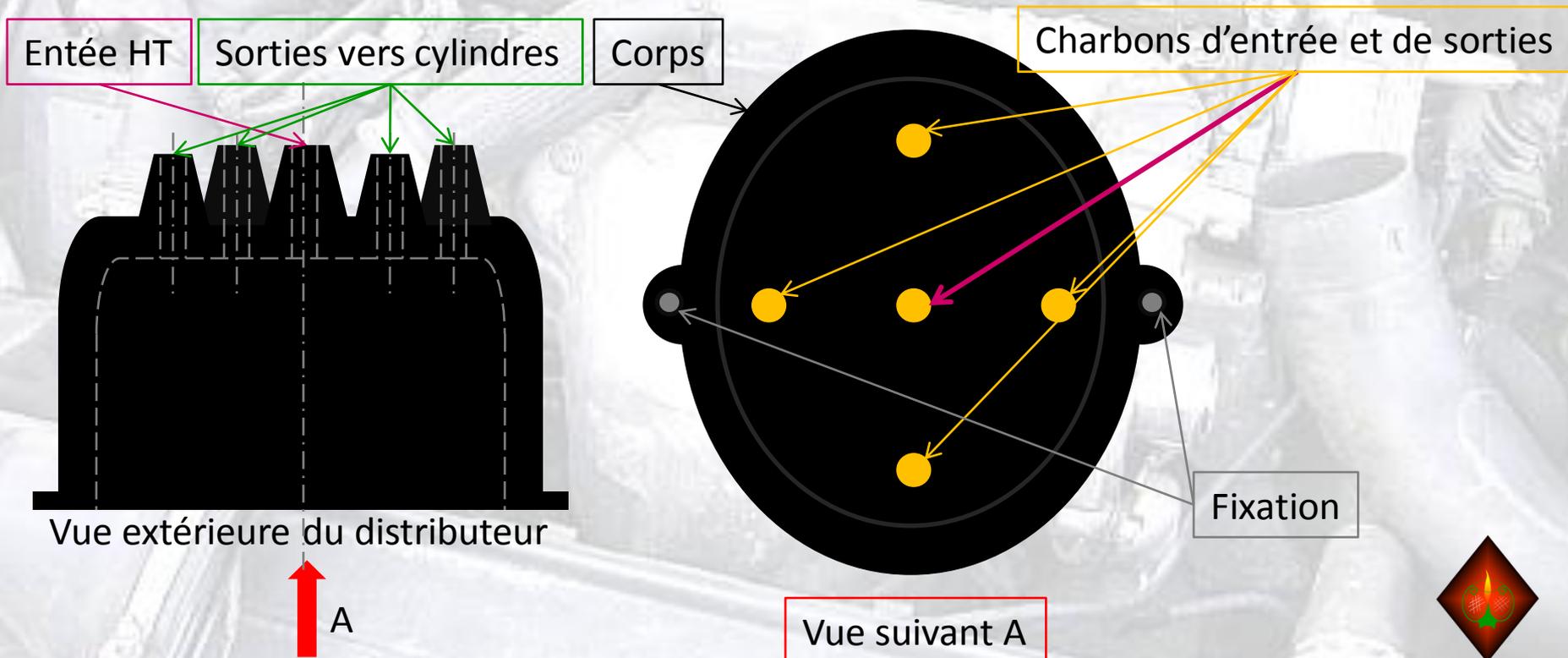
*Le « cylindre adéquat » désigne celui qui est en fin de compression.*



# Equipement du système l'allumage.

*Envoi de la haute tension au cylindre adéquat:*

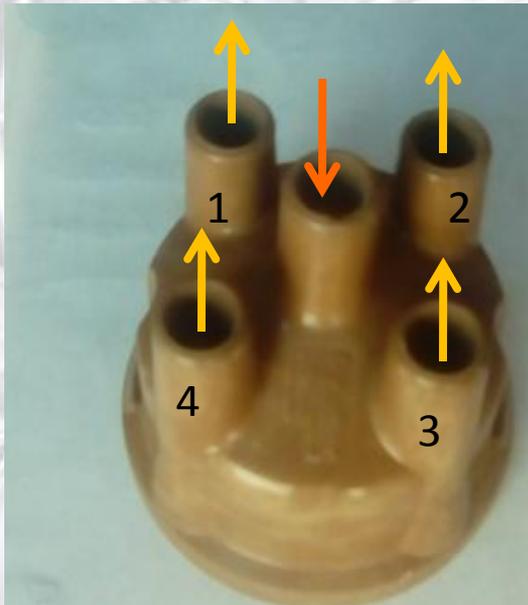
## Schéma de principe du distributeur



## Equipement du système l'allumage.

*Envoi de la haute tension au cylindre adéquat:*

Images distributeur



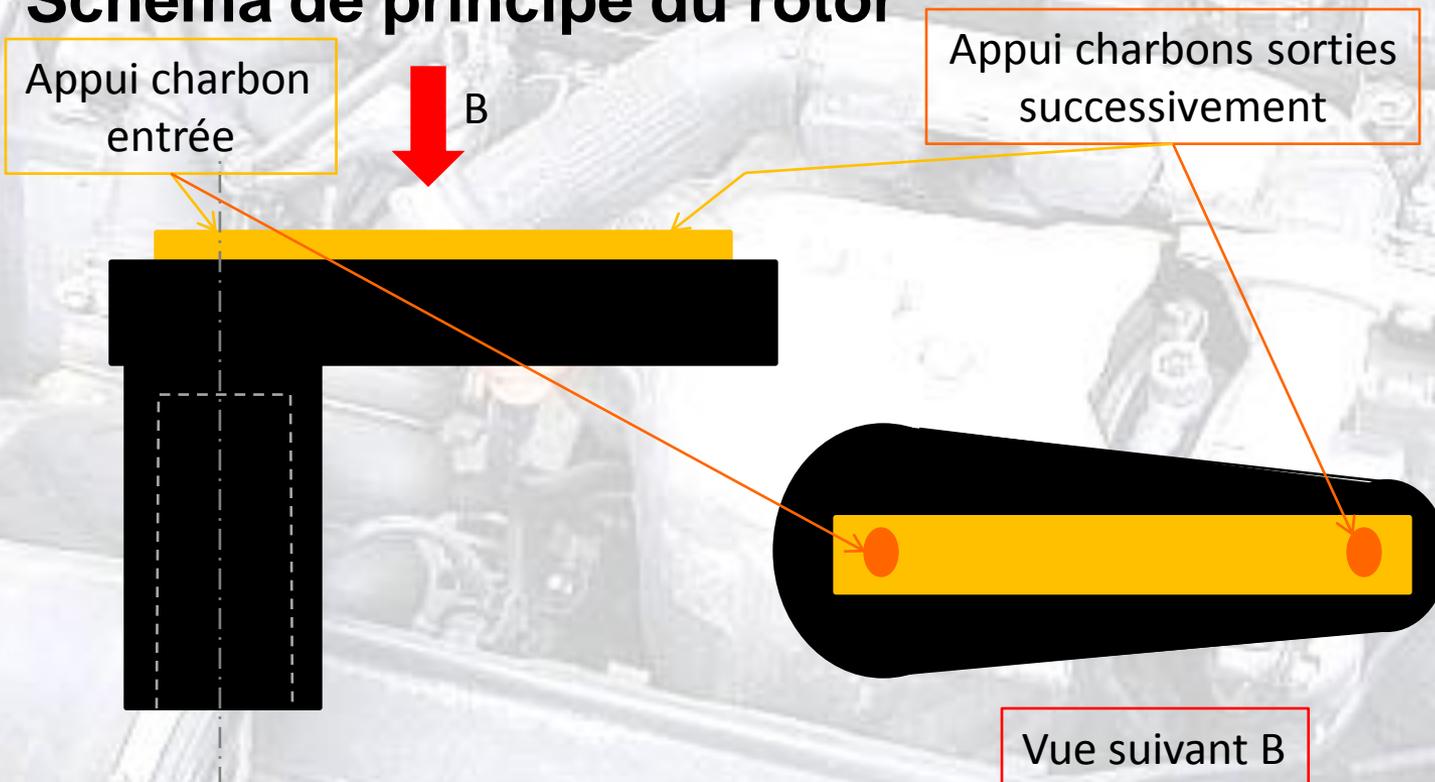
Ordre d'allumage 1342



## Equipement du système l'allumage.

*Envoi de la haute tension au cylindre adéquat:*

### Schéma de principe du rotor



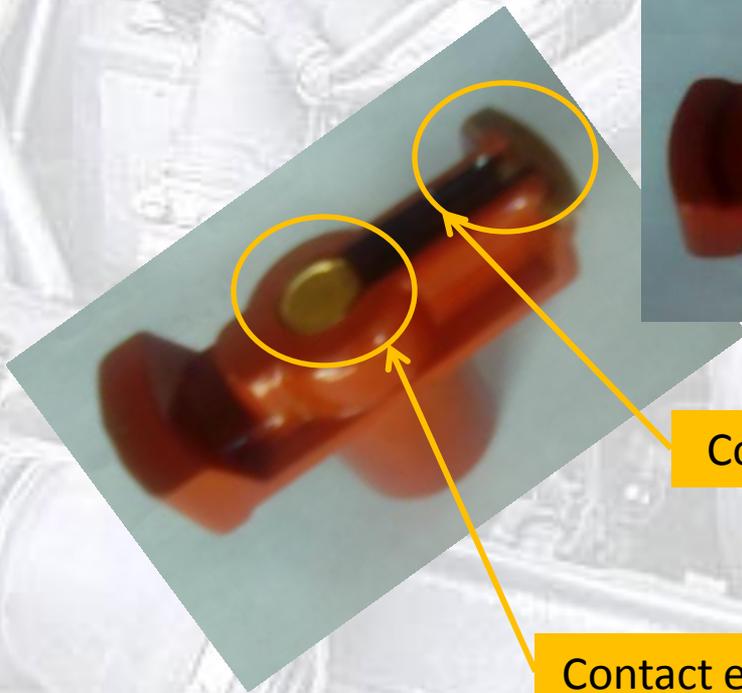
## Equipement du système l'allumage.

*Envoi de la haute tension au cylindre adéquat:*

Images du rotor

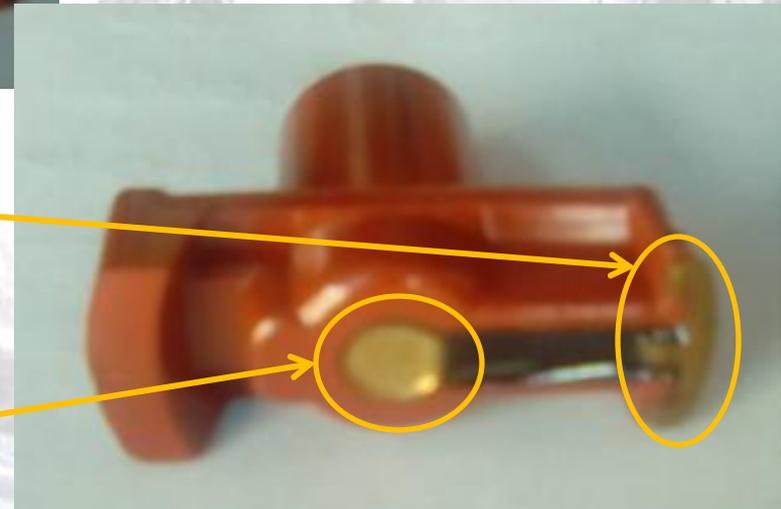


Alésage recevant  
l'arbre d'entraînement.



Contact sortie HT

Contact entrée HT



## Equipement du système l'allumage.

### *Création de l'arc électrique:*

- La haute tension (10.000 à 15.000 V) produite par la bobine a pour objectif la création d'un arc électrique au sein de la chambre de combustion et ce via la **bougie**.



## Equipement du système l'allumage.

### *Création de l'arc électrique:*

Fonctionnement d'une bougie:

En recevant la haute tension entre son **embout** d'alimentation et la masse, elle crée un arc entre ses deux **électrodes**.

Cette opération est répétée des milliers de fois par minute, c'est pourquoi elle doit résister à la chaleur et à la pression engendrées par les explosions à l'intérieur de la chambre de combustion.



## Equipement du système l'allumage.

### *Création de l'arc électrique:*

Les principaux composants d'une bougie:

- Un embout de connexion.
- Un culot (*corps*).
- Une électrode liée à l'embout.
- Une électrode de masse liée au culot.
- Un isolateur thermique et électrique en céramique.
- Un lot de pièces de guidage et d'étanchéité.

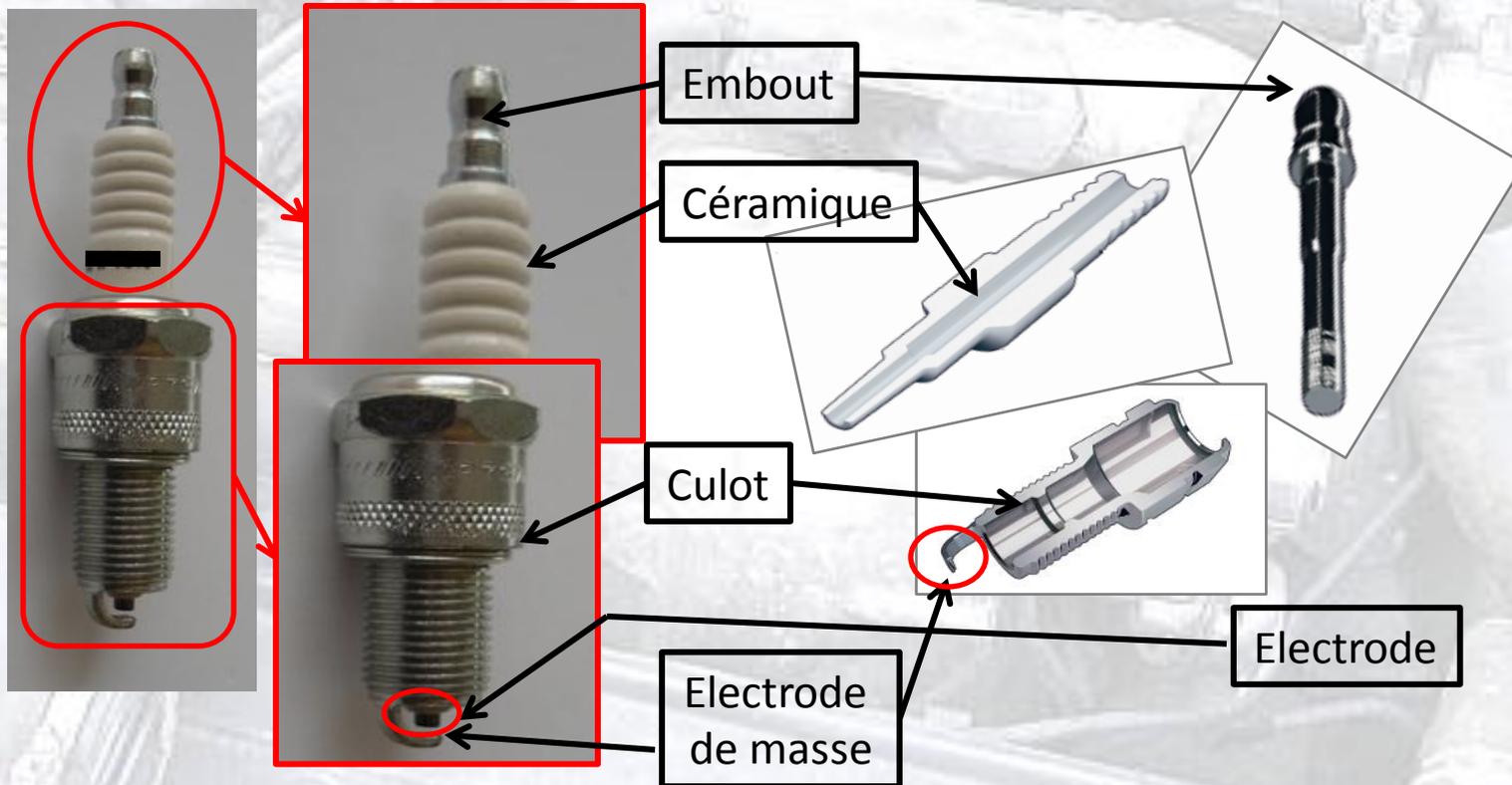




# Equipement du système l'allumage.

## Création de l'arc électrique:

Images d'une bougie:



## Equipement du système l'allumage.

*Création de l'arc électrique:*

Image ensemble de câbles de connexion:



## Equipement du système l'allumage.

**Création de l'arc électrique - Supplément - :**

*Voir + de détail sur les bougies: [ICI](#)*

ou

*copier coller ceci: <http://urlz.fr/6ZBi>*



## **Equipement du système l'allumage.**

### ***Assemblage et animation***

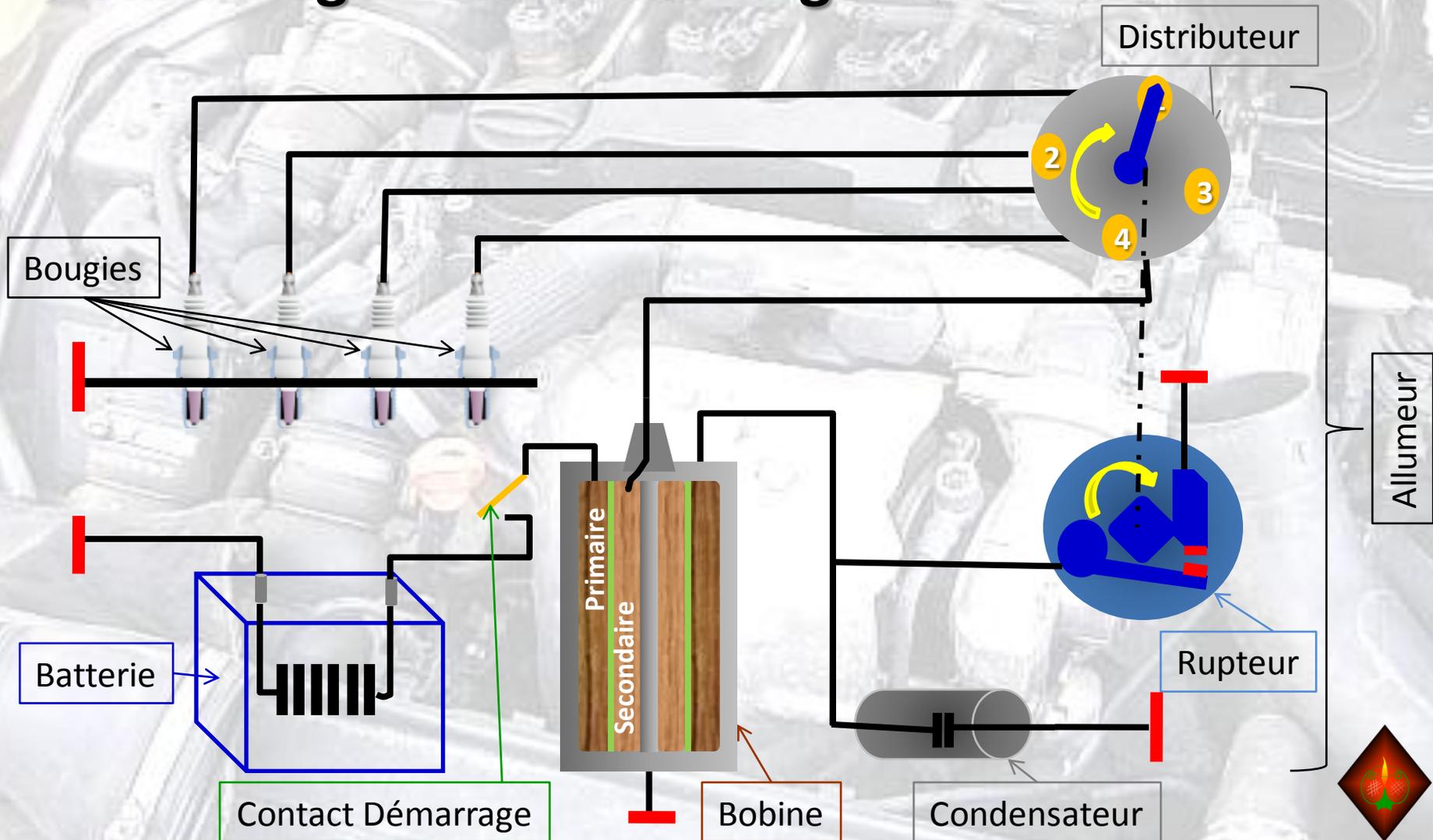
**Nous venons de passer en revue l'ensemble des composants d'un circuit d'allumage classique.**

**Nous allons maintenant procéder à l'assemblage de tous ces composants et animer le circuit pour une meilleure compréhension.**



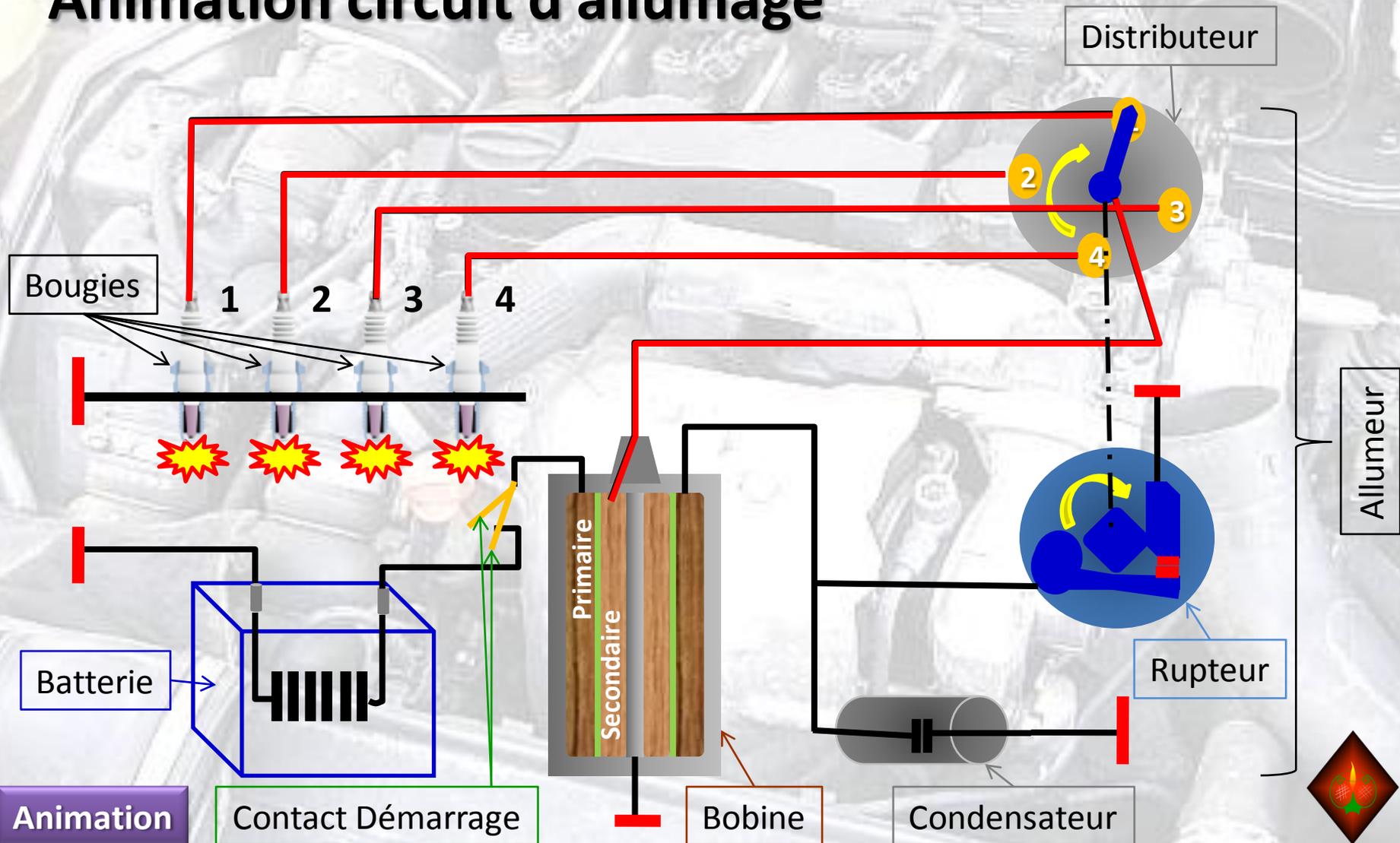
C'est une diapositive animée,  
à voir sur la vidéo ou sur le diaporama

# Assemblage circuit l'allumage



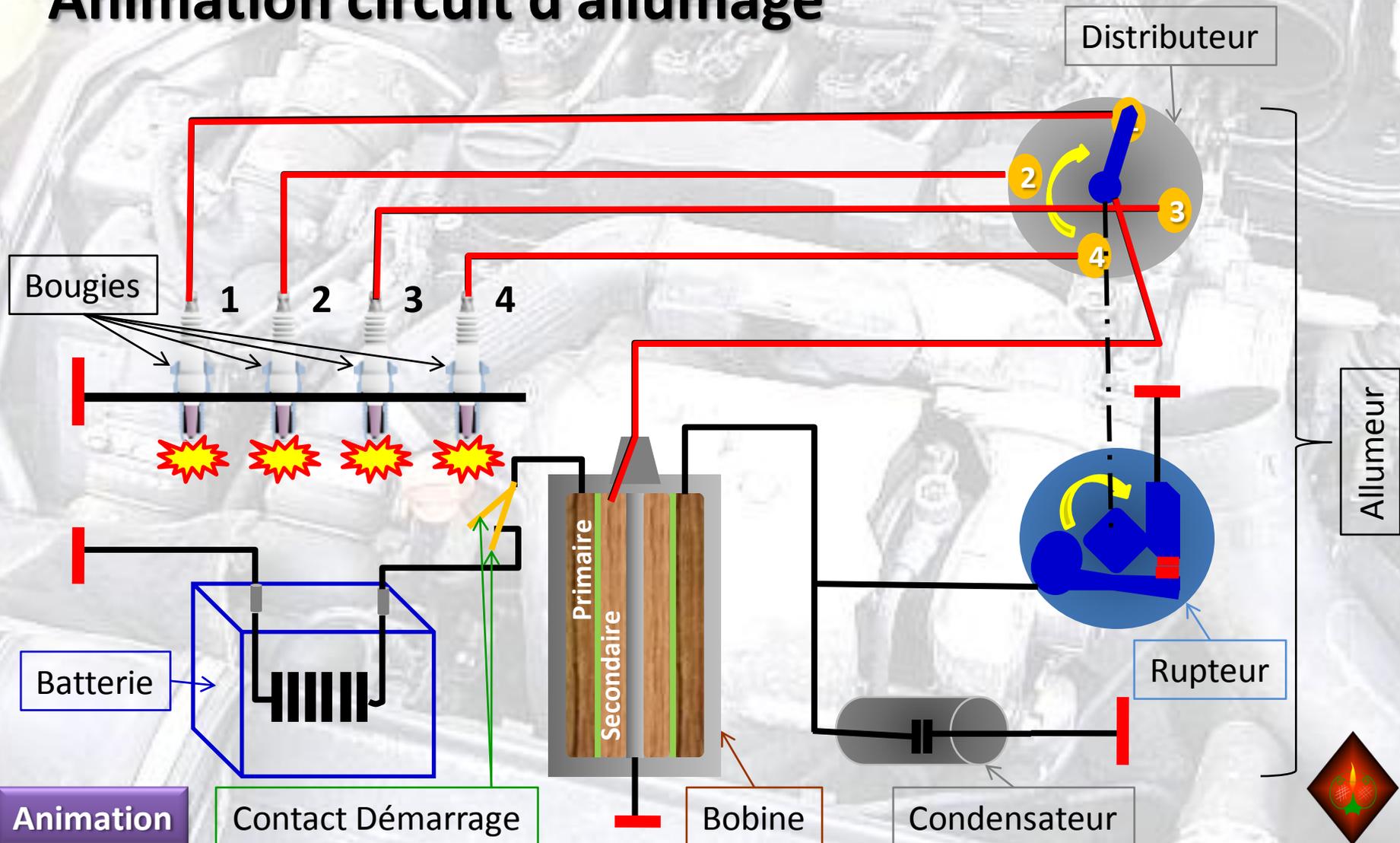
C'est une diapositive animée,  
à voir sur la vidéo ou sur le diaporama

# Animation circuit d'allumage



C'est une diapositive animée,  
à voir sur la vidéo ou sur le diaporama

# Animation circuit d'allumage



Animation



## Allumage électronique.

### *Faiblesse de l'allumage classique*

L'allumage classique, basé sur un rupteur (*vis platinées*) qui s'ouvre et se ferme selon la position angulaire du moteur, générant ainsi des variations de la tension primaire de la bobine, qui, en exploitant le phénomène de l'induction électromagnétique, produit une haute tension au niveau de son secondaire et par suit un puissant arc électrique entre les électrodes de la bougie, comporte plusieurs inconvénients:



# Allumage électronique.

## *Faiblesse de l'allumage classique*

- Usure et dérèglement du rupteur.
- Perte de performance due à l'usure et le dérèglement.
- Fréquence élevée interventions de remise au point.
- Qualité de l'arc électrique moyenne.
- Faiblesse relative de la haute tension.
- Angle de came constant.
- Système figé, n'offrant aucune possibilité d'intégrer de nouvelles variables d'entrée pour en améliorer la précision.



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

Pour faire face à ces problèmes, les ingénieurs ont commencé à développer l'***allumage électronique*** dont les premiers ont vu le jour suite à l'invention des transistors de puissance dans les années 1950, en 1970 son introduction se confirme pour être généralisé à toutes les catégories de véhicule, *auto et moto*, à partir de 1980.

Trois générations d'allumage électronique se sont succédés.



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

### *Première génération:*

**Ella a consisté à intégrer un module électronique entre le rupteur et la bobine, pour réduire le courant d'extra rupture au niveau du rupteur, afin de réduire l'usure de ses contacts et augmenter la haute tension.**



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

### *Deuxième génération:*

**Elle a consisté à supprimer le rupteur et le remplacer par un capteur électronique statique qui génère un signal électrique lors du passage d'un aimant permanent devant lui.**

**Le capteur c'est tout simplement un bobinage fixe. Le grand avantage de ce système réside dans l'absence totale des opérations de maintenance auparavant exigées par le rupteur.**



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

### *Troisième génération:*

**Elle a consisté à remplacer le mécanisme d'avance par deux autres systèmes électroniques:**

- **Un système d'avance réglé sur *pleine avance*.**
- **Un système de retard qui gère le retard en fonction de la situation du moteur.**



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

**Les différents type d'allumage électronique peuvent être classés dans trois familles différentes.**



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

**Allumage électronique à décharge capacitive:**  
*(décharge de condensateur)*

**L'énergie électrique stockée dans un condensateur génère une étincelle provoquée par la tension de la bobine.**



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

### Allumage électronique par détection magnétique:

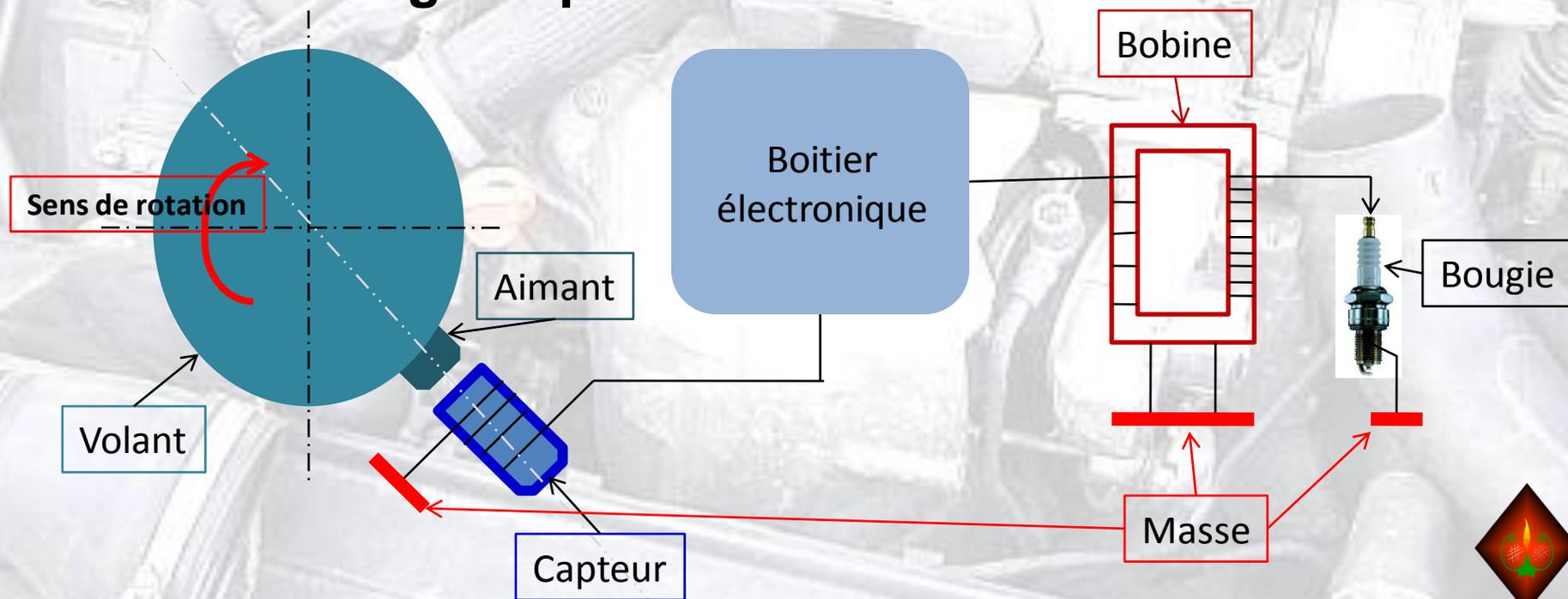
Un capteur électronique, remplace le rupteur, pour produire une impulsion électrique au passage d'un aimant.



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

Schéma de principe d'un allumage électronique par détection magnétique:



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

### **Allumage électronique intégral:**

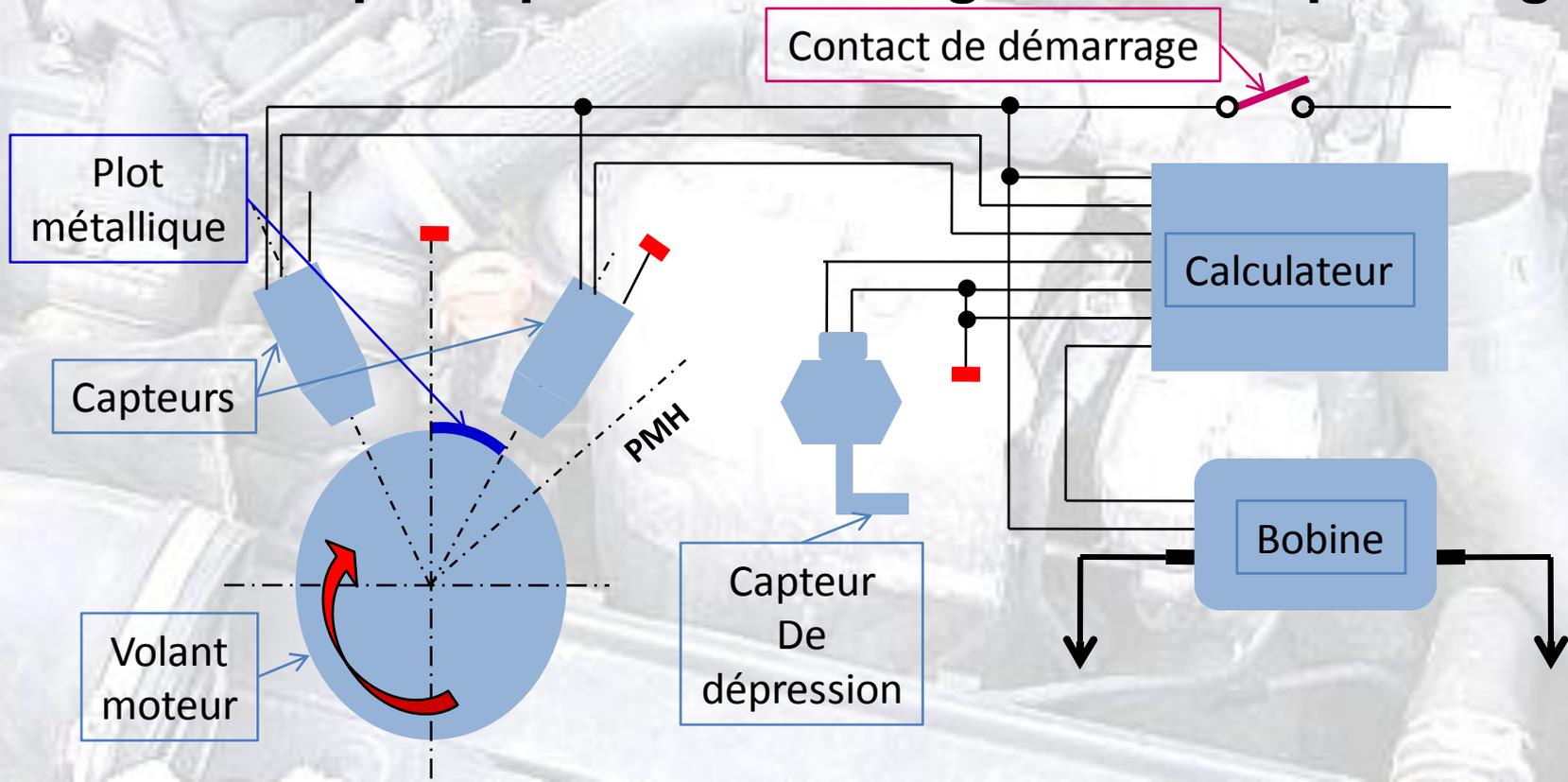
**Une multitude de capteurs émettent des signaux électriques vers un calculateur qui, après analyse des données reçues, détermine, entres autres, le point d'allumage avec grande précision.**



# Allumage électronique.

## *Evolution de l'allumage électronique*

Schéma de principe d'un allumage électronique intégrale:



**Pour plus de contenu de ce genre consultez:**

**Notre site : [ICI](#)**

**Notre chaine YouTube : [ICI](#)**

