



BIENVENUE A TOUS



VOUS PRESENTE...

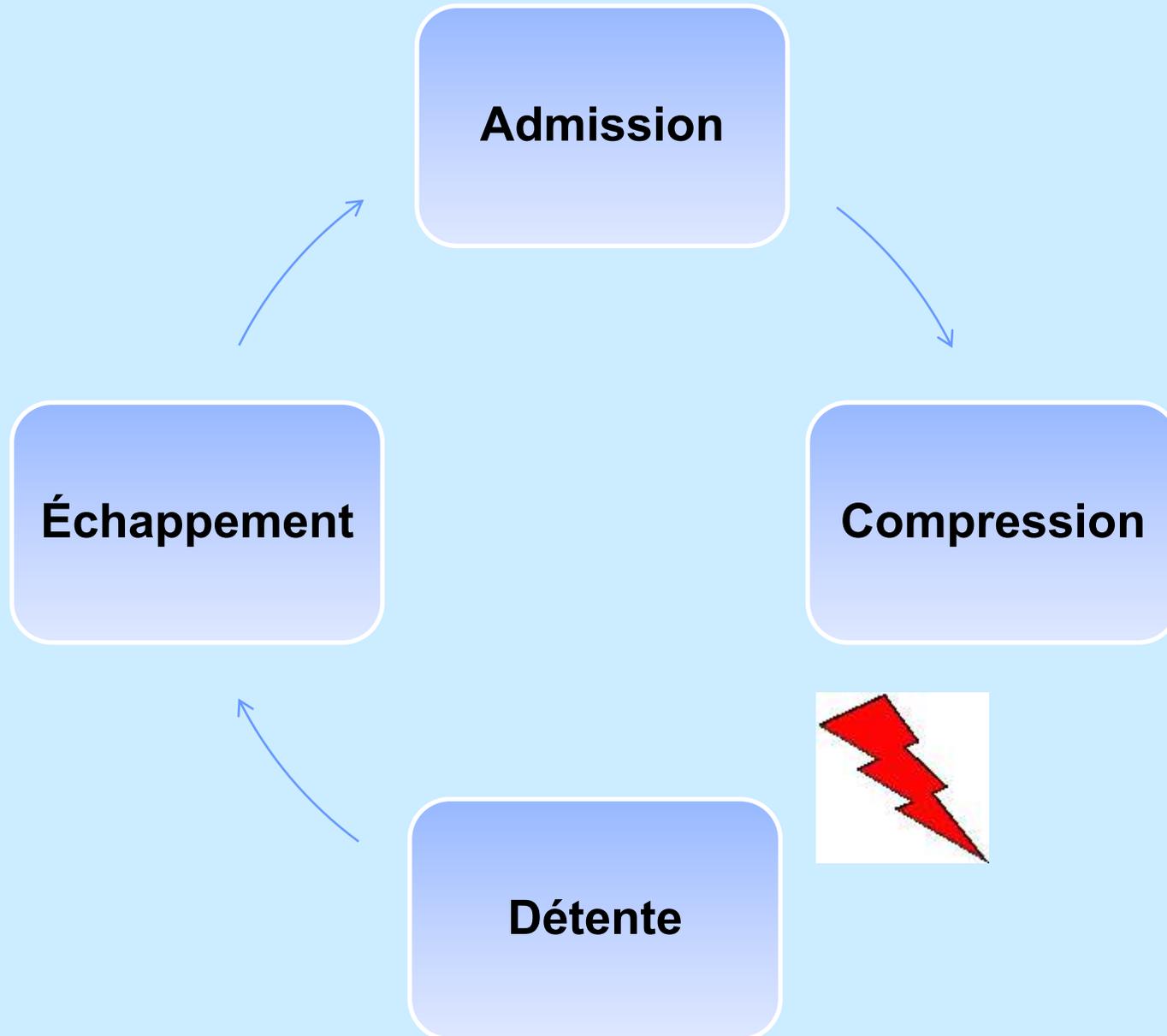


INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ALLUMAGE



Rappel

Fonctionnement du Moteur 4 Temps





Rappel Rudiments d'électricité

- Dans l'air ambiant, il faut 8.000 V pour créer un arc électrique de 1cm de long entre 2 plaques (sans utiliser de pointes).
- Dans un cylindre en phase de compression, il faut 10-20.000 V pour créer un arc de 1mm.



Rappel Rudiments d'électricité

Comment créer de la haute tension ?

- ~~• Avoir en permanence une réserve de haute tension. Empiler en série des piles ou des batteries pour obtenir le voltage désiré.~~

- Créer une haute tension pendant un court instant au moment voulu.



Rappel Rudiments d'électricité

Comment fabriquer de la haute tension pendant un court instant ?

~~• Avec un élément piézzo~~

• Avec une bobine



Rappel Rudiments d'électricité

Comment fabriquer de la haute tension dans une bobine ?

En 2 temps

1^{ère} étape **Créer** un flux magnétique qui traverse une bobine

2^{ème} étape **Faire varier** brutalement ce flux.
Plus le changement est brutal, plus on récupère de volts aux bornes de la bobine.



Rappel Rudiments d'électricité

Comment créer un flux magnétique ?

~~➤ Une explosion nucléaire~~

➤ Un aimant permanent

Système utilisé dans les MAGNETOS

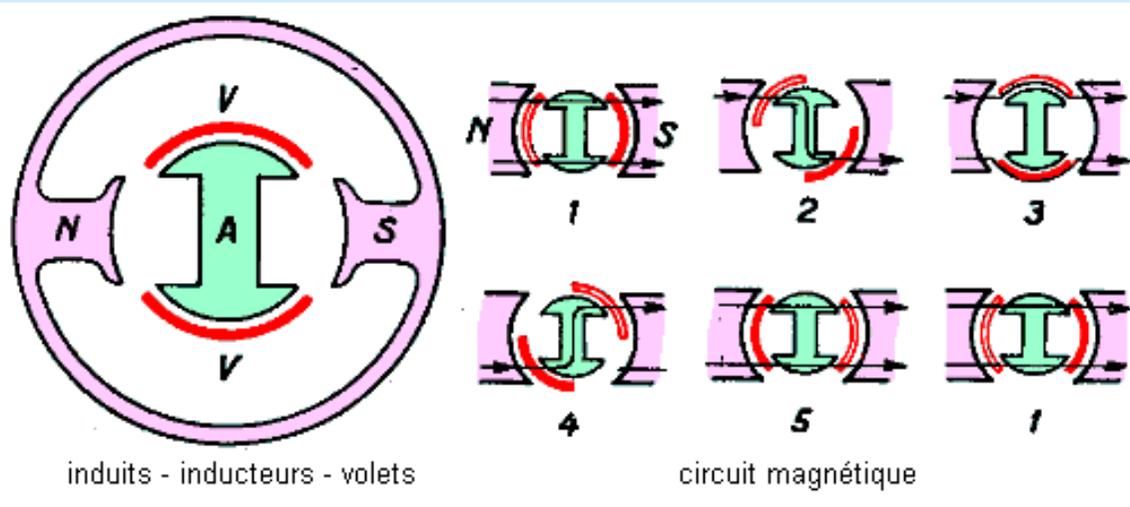
➤ Une bobine parcourue par un courant

Système utilisé dans les allumages par batterie



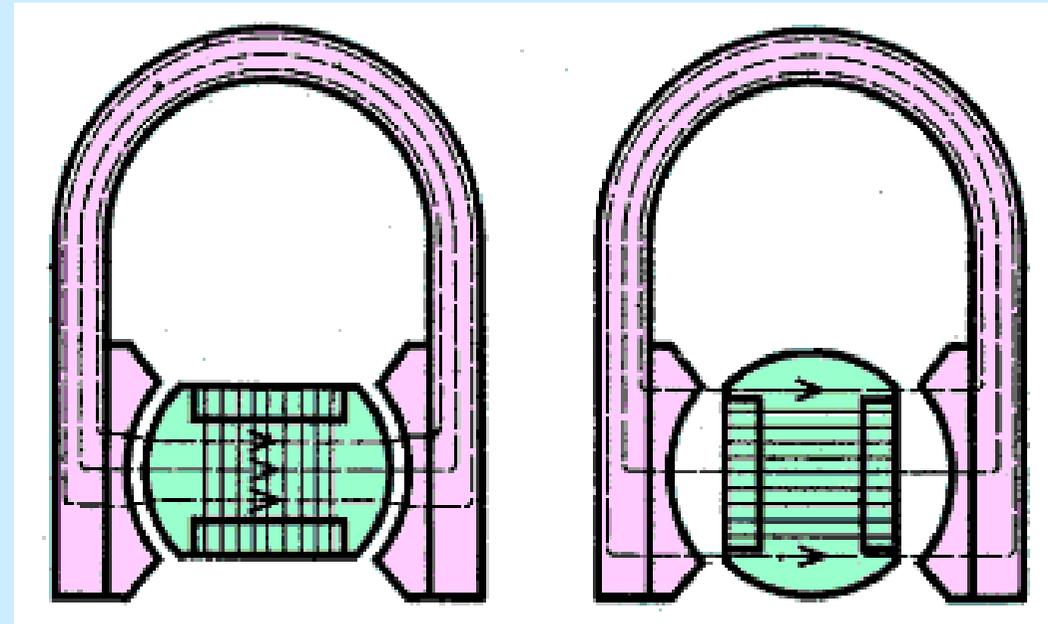
Allumage Magnéto

Créer un flux magnétique



Volets en rotation

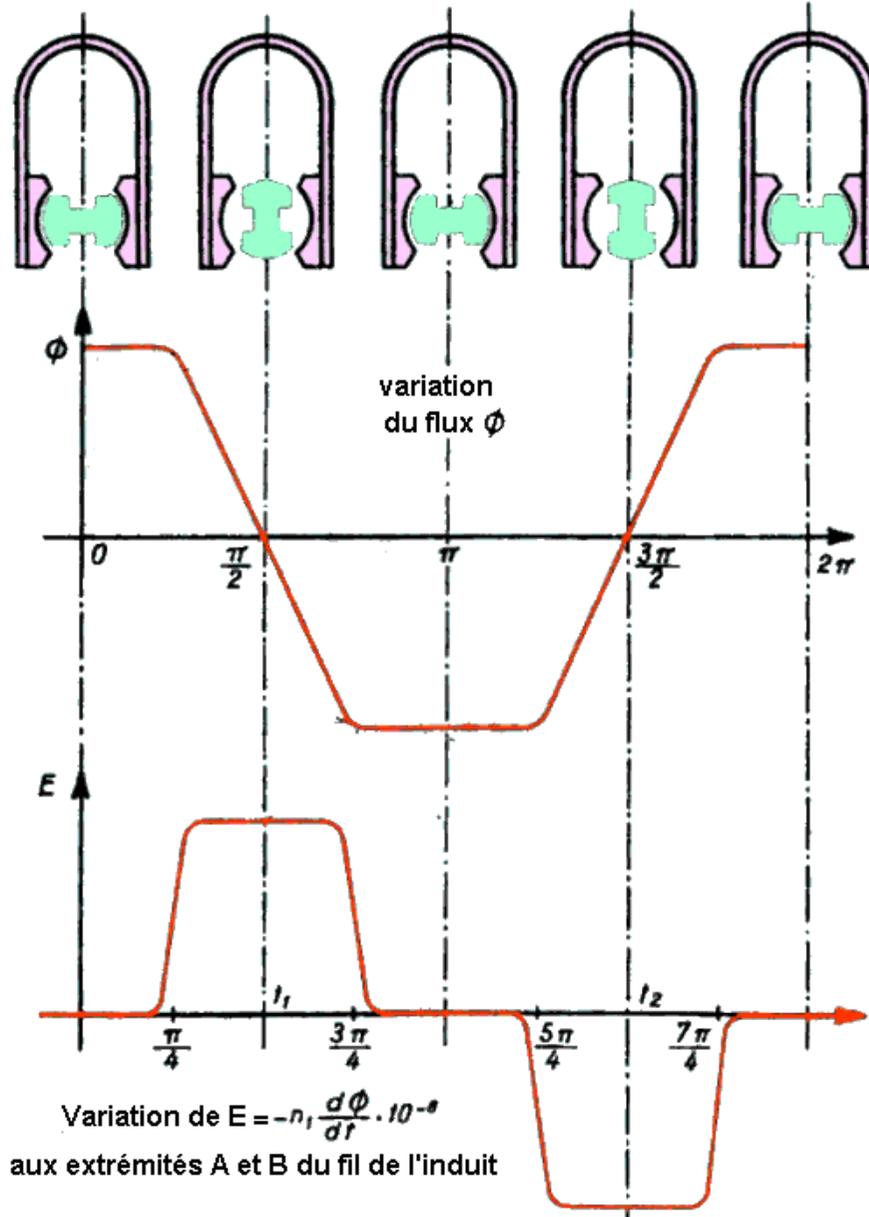
Bobine en rotation





Allumage Magnéto

Créer un flux magnétique





Allumage Magnéto Principe

Deux systèmes de MAGNETOS

1^{ère} Génération

Basse tension avec bobine extérieure

2^{ème} Génération

Avec bobine intégrée



Allumage Magnéto

Principe – 1^{ère} génération

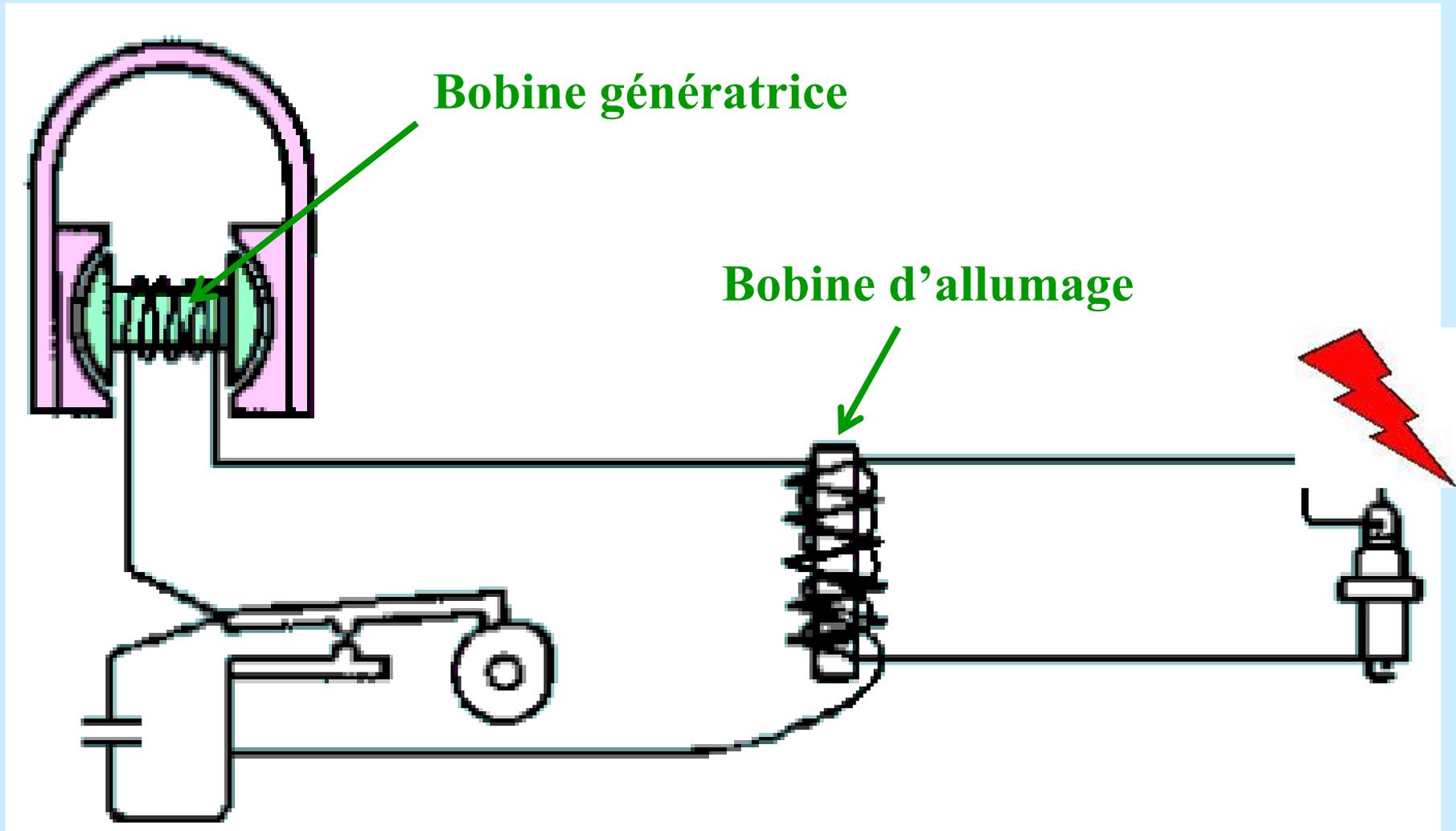
En 5 temps

1. On déplace une bobine génératrice dans le flux magnétique d'un aimant et cette variation de flux crée une basse tension aux bornes de cette bobine.
2. Les vis platinées sont fermées donc cette basse tension, appliquée aux bornes de l'enroulement primaire de la bobine d'allumage, crée un courant important (3-4A) dans l'enroulement primaire.
3. Ce courant crée un flux magnétique qui parcourt toute la bobine d'allumage (primaire et secondaire).
4. Lorsque les vis platinées s'écartent, le courant primaire est brusquement interrompu et le flux magnétique s'effondre.
5. Une haute tension apparaît aux bornes de l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage et l'étincelle se fait à la bougie



Allumage Magnéto Fonctionnement électrique

1^{ère} génération – Magnéto BT (Basse Tension)





Allumage classique

Fonctionnement

Comparaison avec une canalisation d'eau et une seringue.

Une canalisation d'eau

Lorsqu'on ferme brutalement le robinet, il y a un coup de bélier.

Une seringue

Le doigt qui appuie sur le piston se déplace lentement.

Le liquide qui sort de l'aiguille va vite.



Allumage Magnéto

Principe – 2^{ème} génération

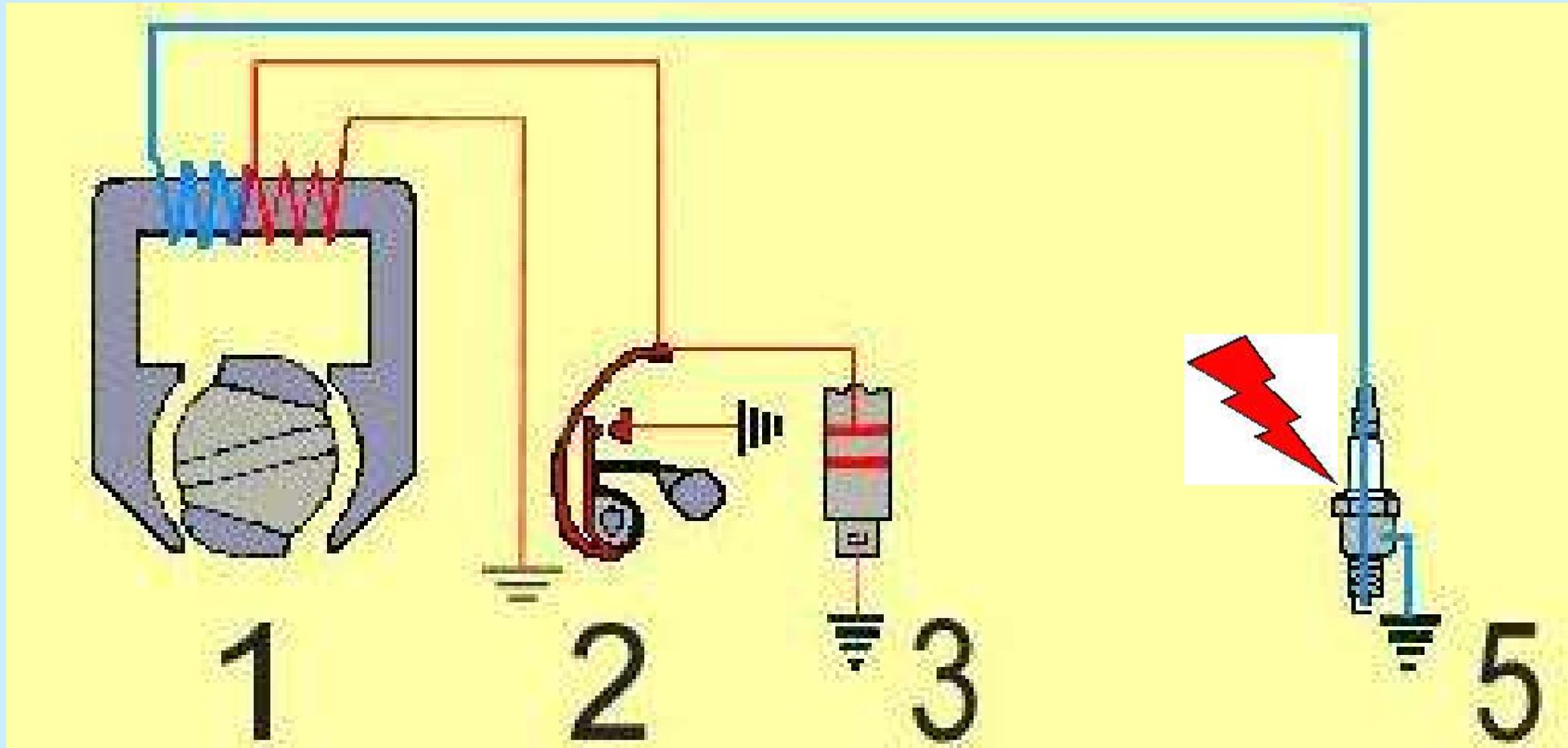
En 5 temps

1. La bobine génératrice et la bobine d'allumage ne font plus qu'une. Le déplacement de l'aimant tend à créer une tension aux bornes de la bobine unique.
2. Comme le primaire est court-circuité par les vis platinées, cette tension se transforme en courant (3-4 Amp). Ce courant crée un flux magnétique qui s'ajoute à celui de l'aimant. On l'appelle flux d'allumage.
3. Ce flux magnétique d'allumage parcourt toute la bobine d'allumage (primaire et secondaire).
4. Lorsque les vis platinées s'écartent, le courant dans l'enroulement primaire est brusquement interrompu et le flux magnétique d'allumage s'effondre.
5. Une haute tension apparaît aux bornes de l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage et l'étincelle se fait à la bougie.



Allumage Magnéto Fonctionnement électrique

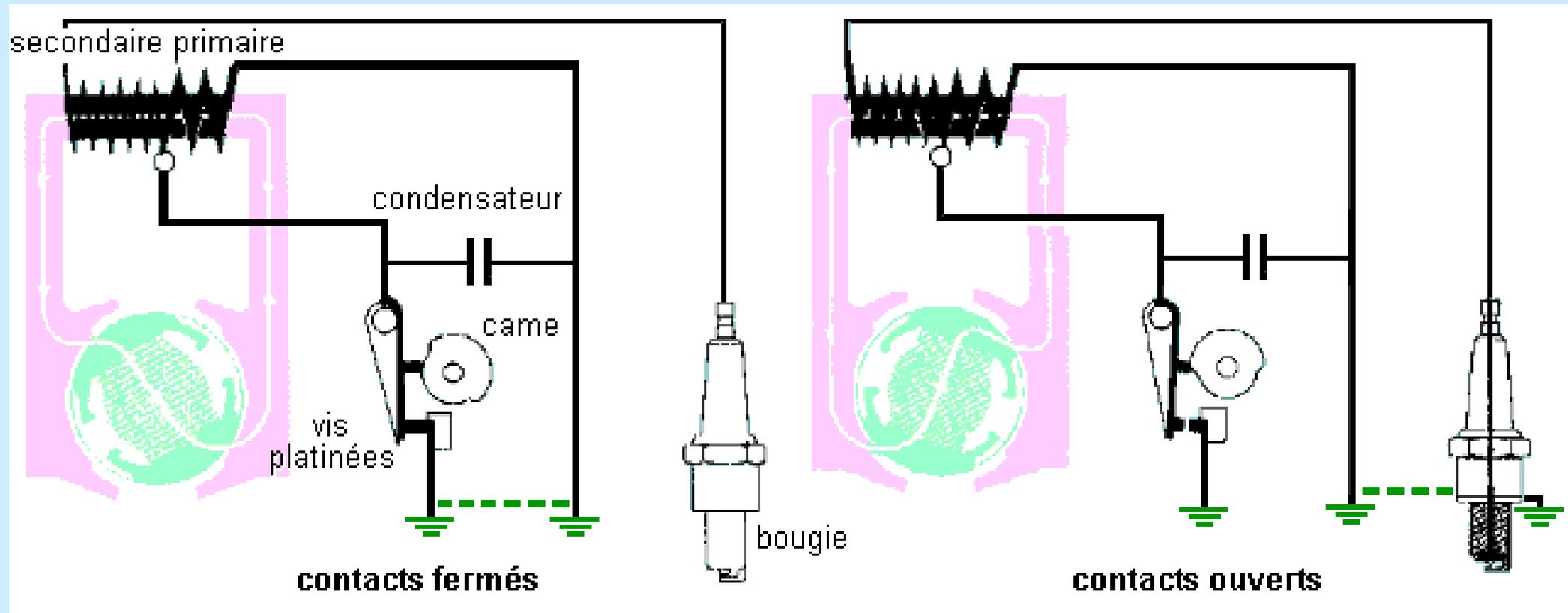
2^{ème} génération – Magnéto HT (Haute Tension)





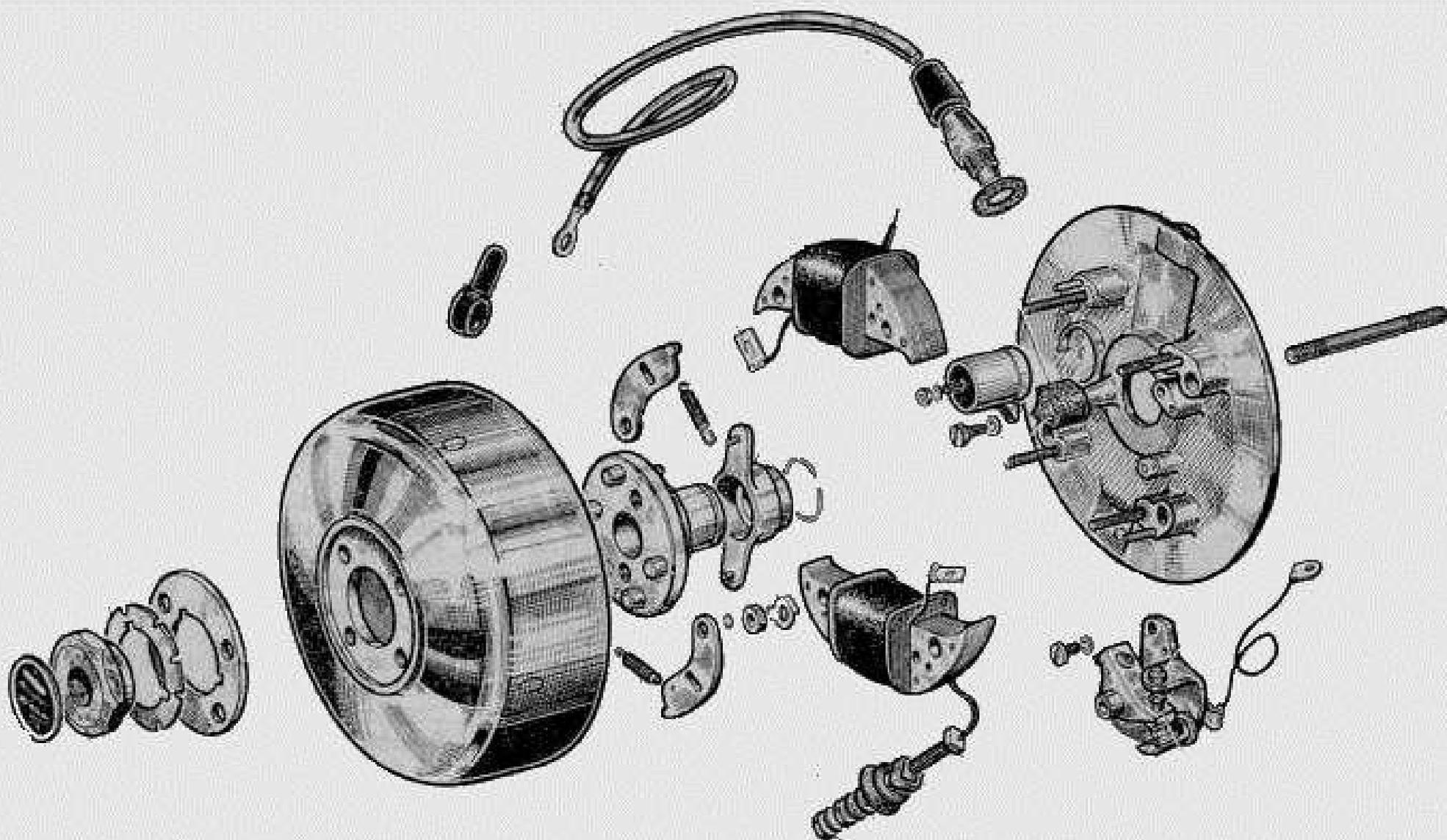
Allumage Magnéto

Fonctionnement électrique



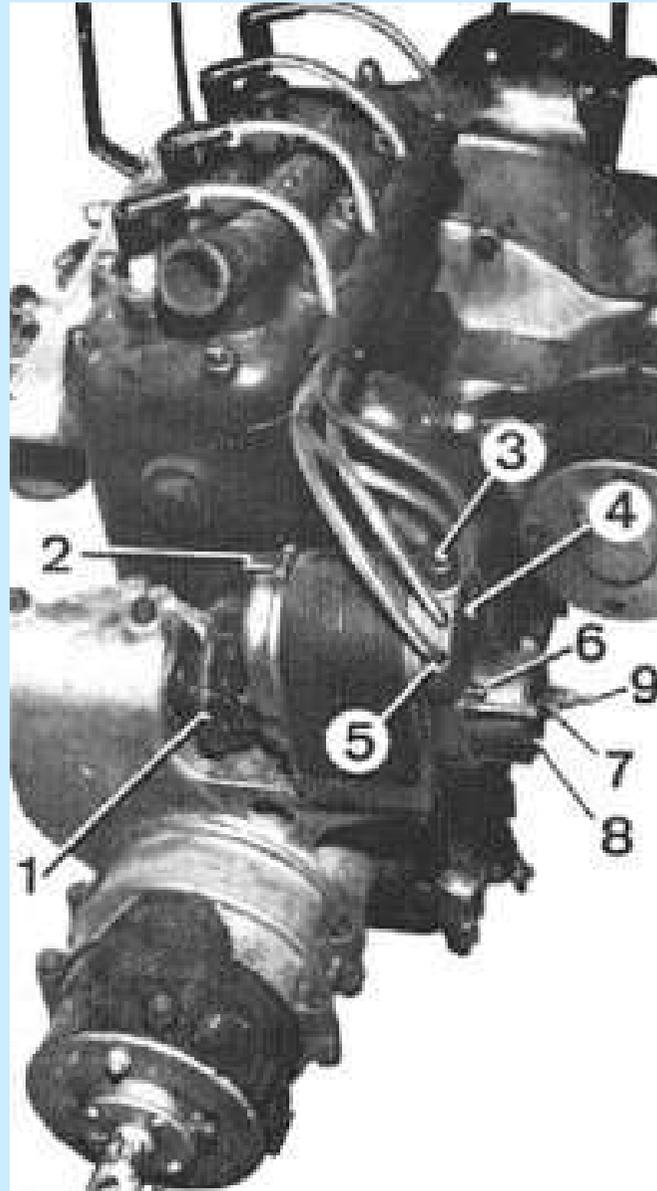


Allumage Magnéto





Allumage Magnéto





Allumage Magnéto

Avantages

- ✓ Simplicité
- ✓ Pas besoin de batterie
- ✓ Robustesse
- ✓ Bonne étincelle à haut régime

Inconvénients

- Au démarrage, étincelle faible car changements de flux lents.
- La coupure du courant primaire par les vis platinées n'est pas 'franche'.
- Précision de l'étincelle insuffisante.
- Compromis technique : n'est optimisé que pour un seul régime: généralement au couple maximum.
- Se dégrade en permanence.



Allumage Magnéto

Apport de l'électronique

Électronique dans l'allumage par magnéto

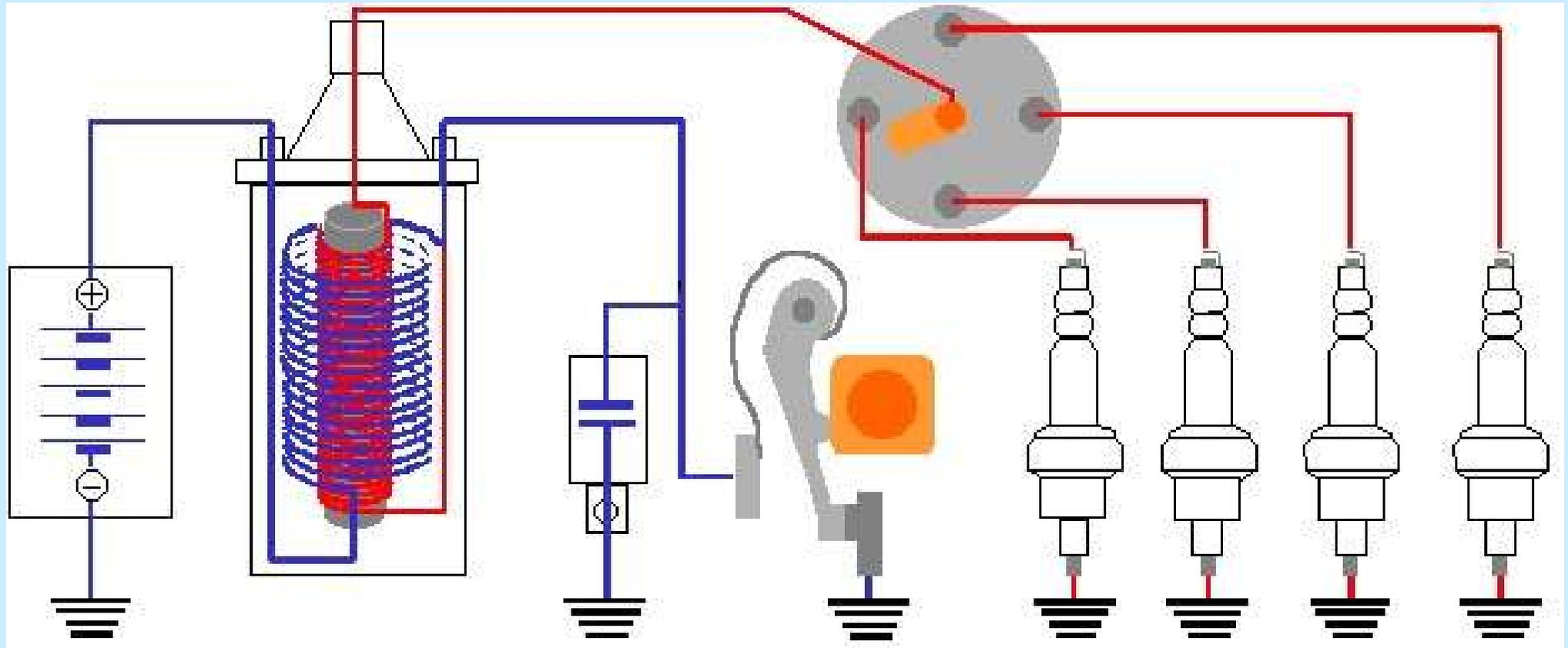
1. Un transistor remplace le rupteur mécanique
2. La magnéto charge un condensateur qui se décharge dans une bobine au moment voulu

Essentiellement réservé aux moteurs 2T ou 4T hors-bord

Très peu de kits disponibles sur le marché ; souvent, il faut en bricoler un soi-même.....



Allumage classique (à batterie) Fonctionnement électrique





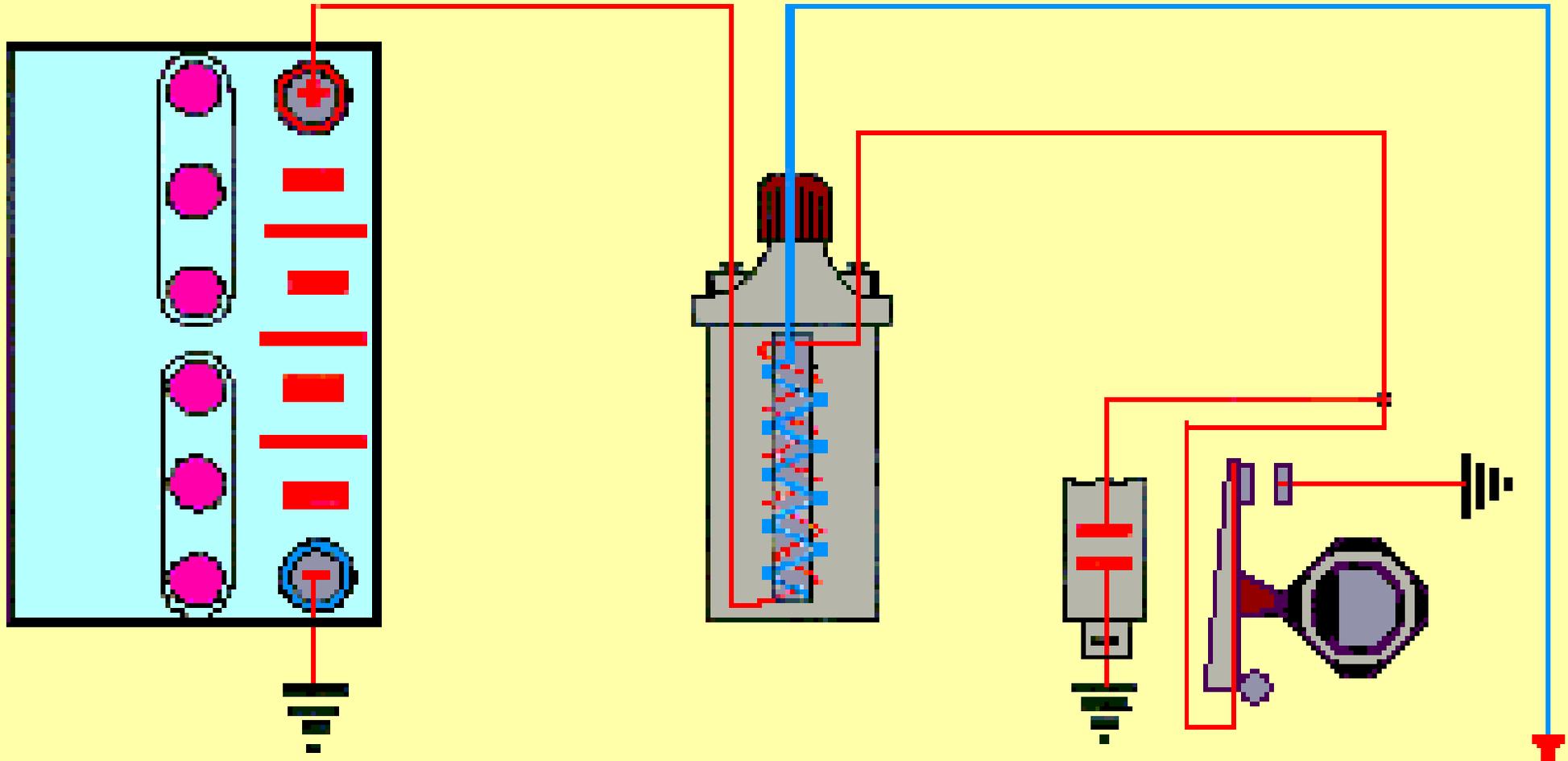
Allumage classique (à batterie) Fonctionnement électrique

En 4 temps

1. Les vis platinées sont fermées donc la tension de la batterie est appliquée aux bornes de l'enroulement primaire de la bobine d'allumage. Elle crée un courant important (3-4 Amp) dans l'enroulement primaire.
2. Ce courant crée un flux magnétique qui parcourt toute la bobine d'allumage (primaire et secondaire).
3. Lorsque les vis platinées s'écartent, le courant primaire est brusquement interrompu et le flux magnétique s'effondre.
4. Une haute tension apparaît aux bornes de l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage et l'étincelle se fait à la bougie

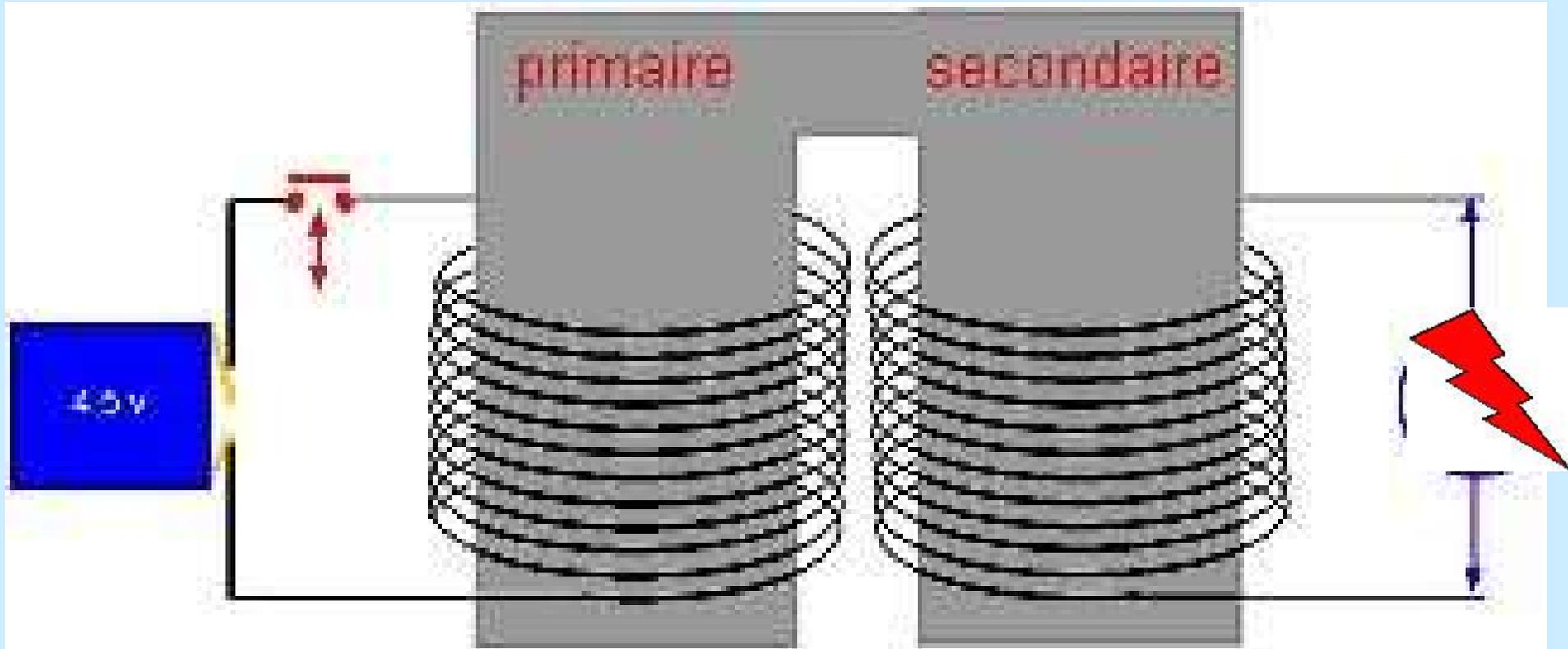


Allumage classique (à batterie) Fonctionnement électrique



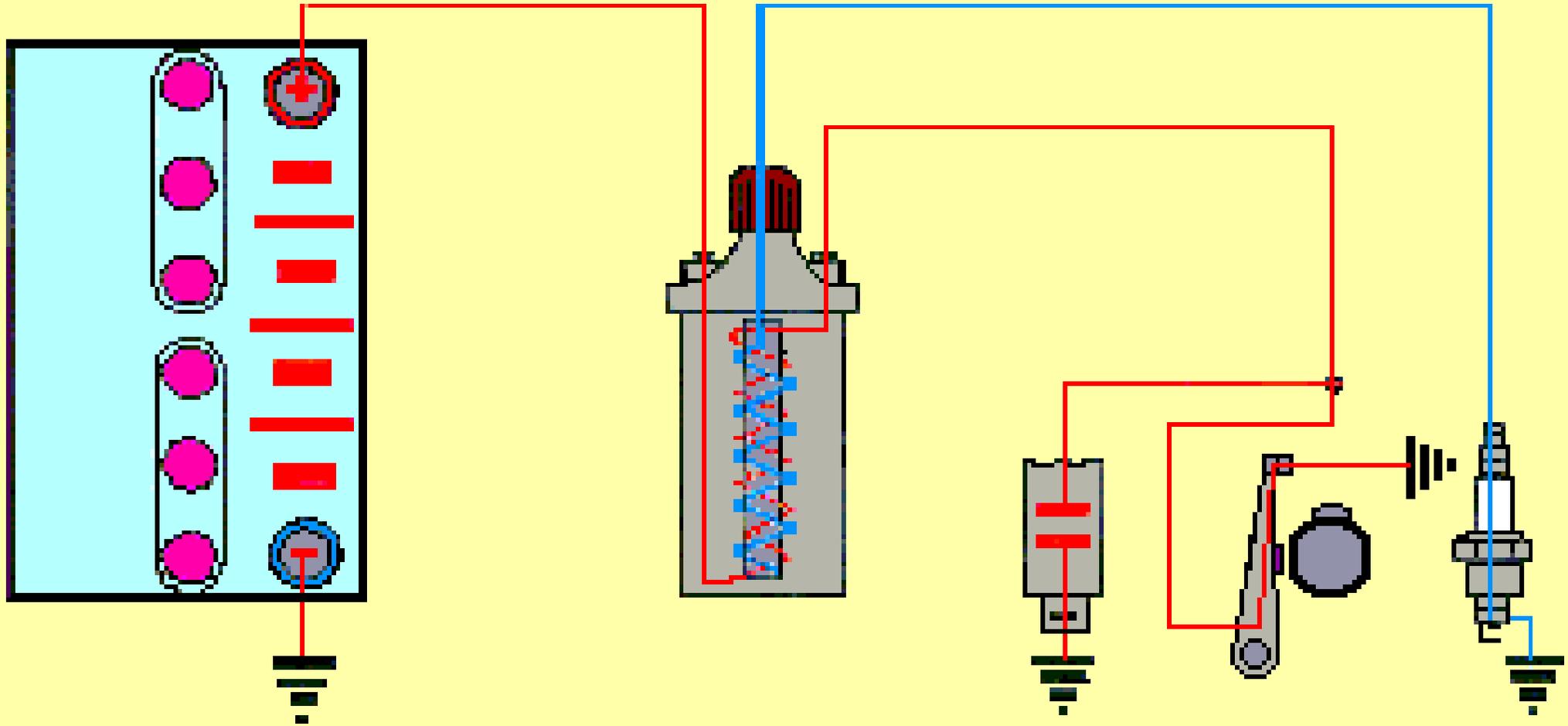


Allumage classique (à batterie) Fonctionnement électrique



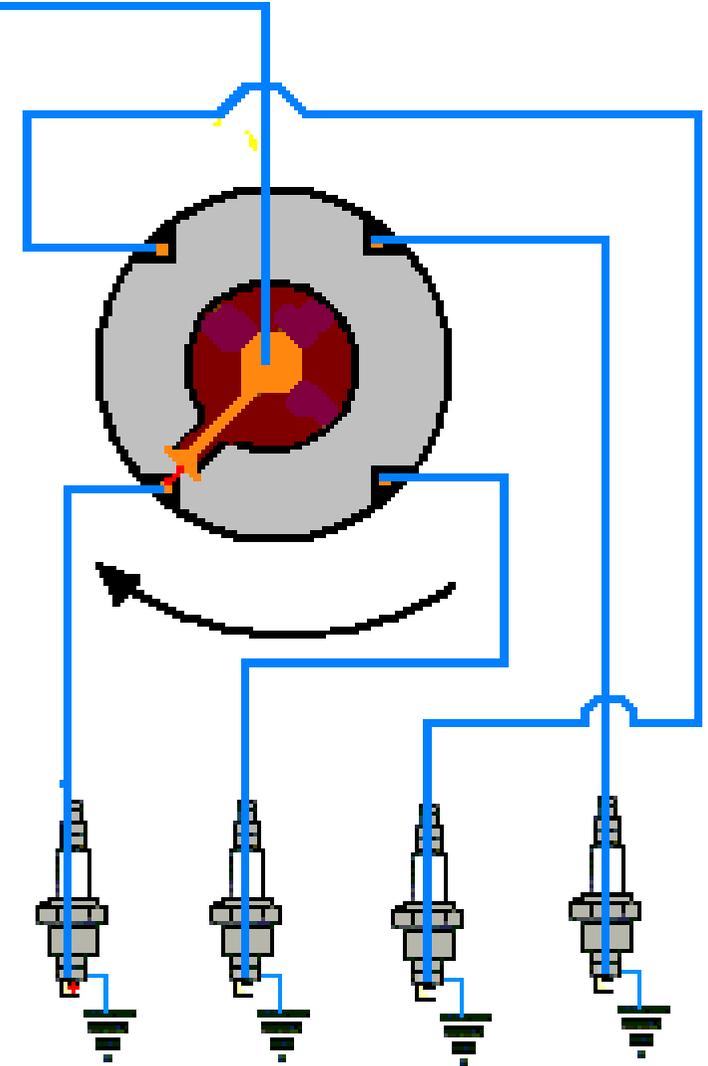
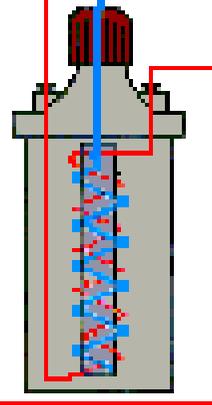
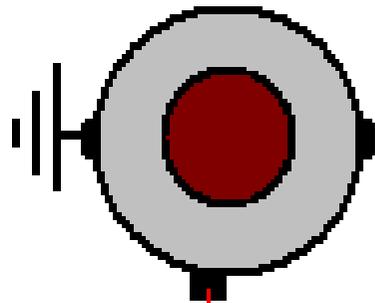
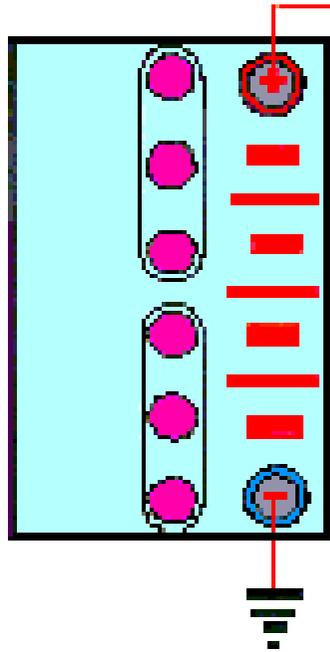
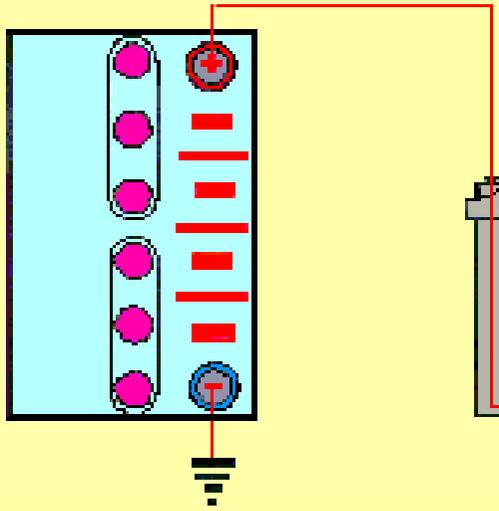


Allumage classique (à batterie) Fonctionnement électrique





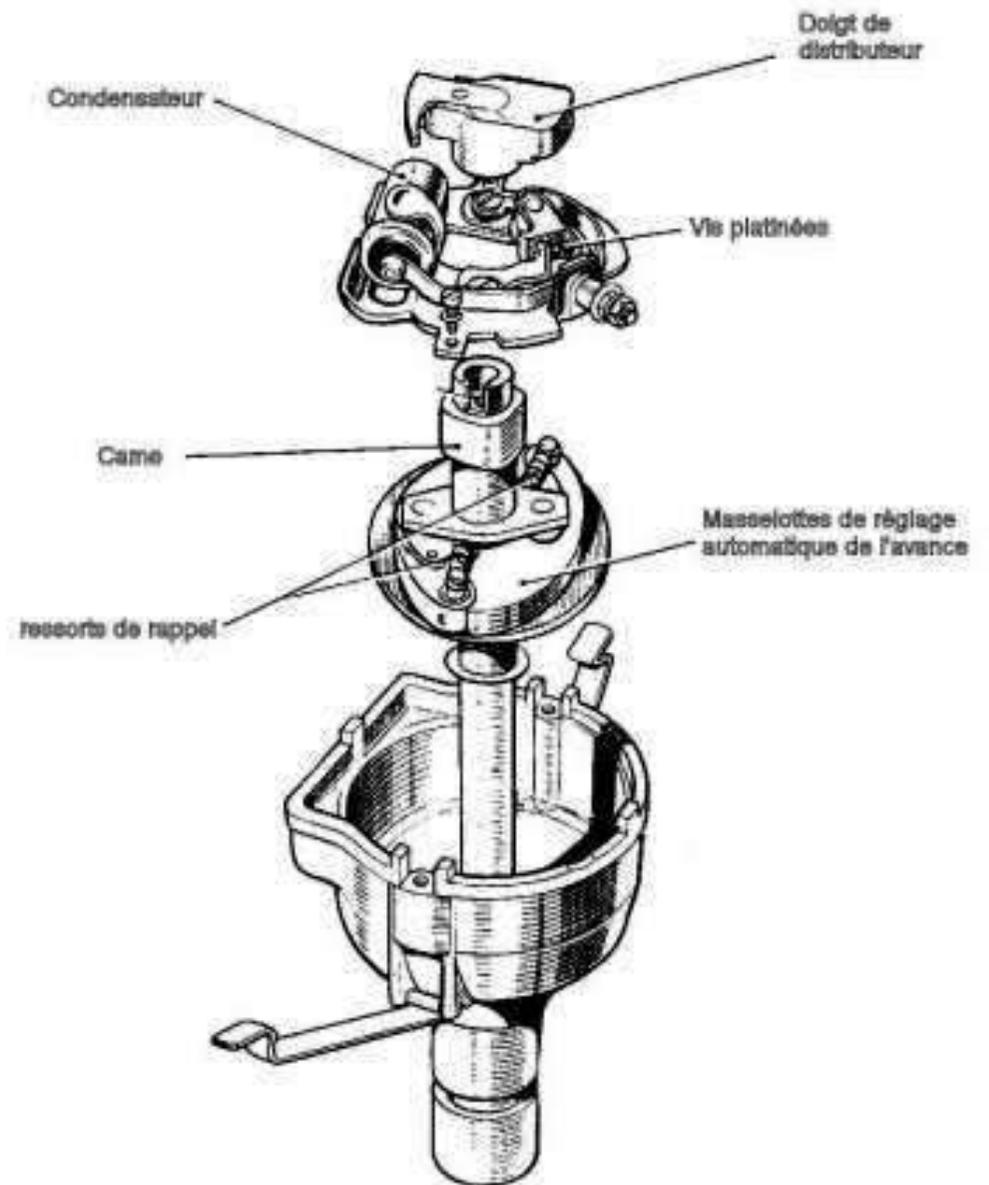
Allumage classique (à batterie) Fonctionnement électrique





Allumage classique

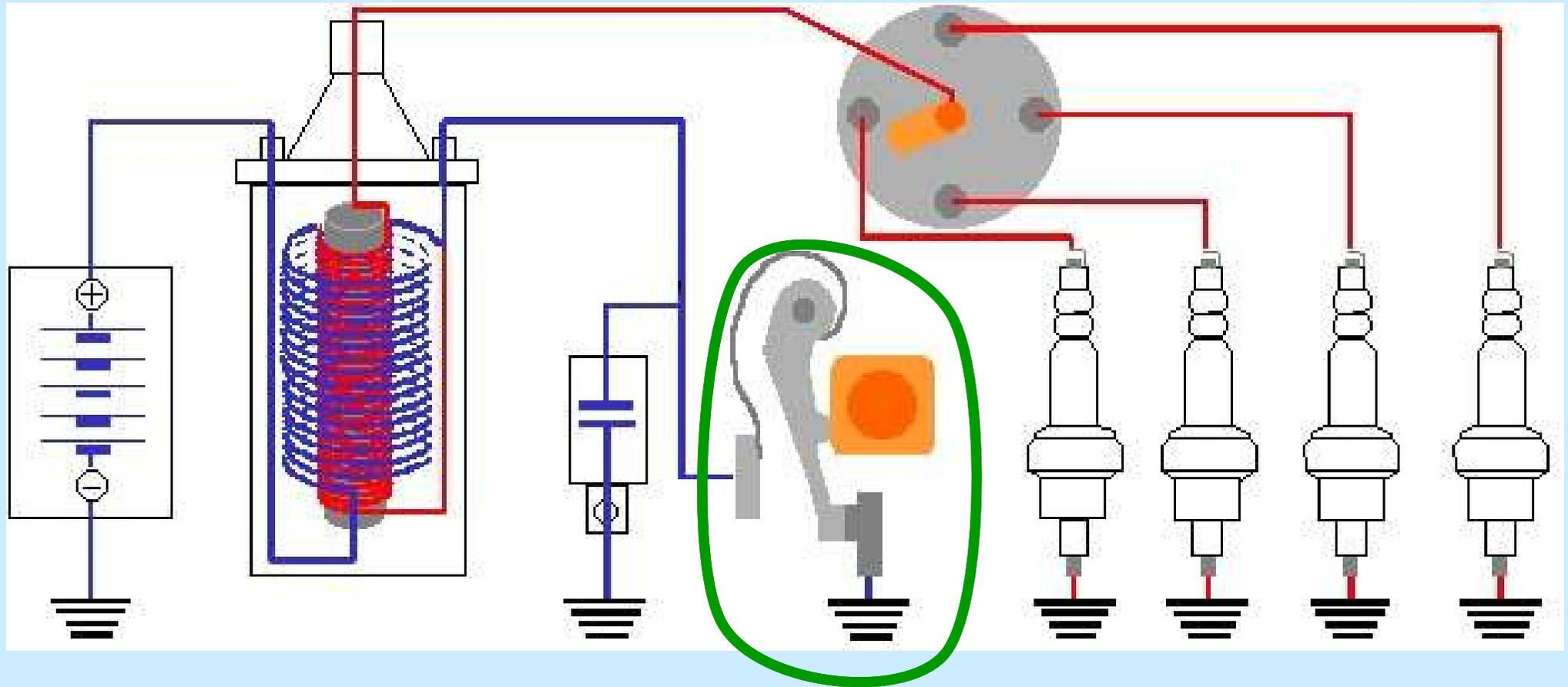
Distributeur





Allumage classique

Distributeur (partie basse tension)

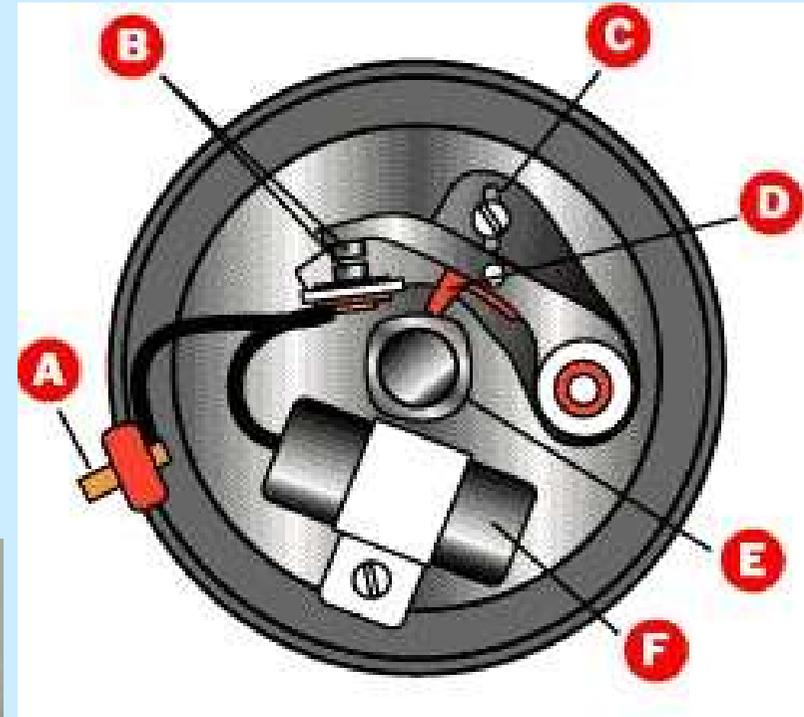




Allumage classique

Distributeur (partie basse tension)

- A. Contact vers bobine d'allumage
- B. Vis platinées (rupteur)
- C. Réglage de l'écartement des vis platinées
- D. Linguet (matière synthétique isolante)
- E. Excentrique (1 came par cylindre)
- F. Condensateur





Allumage classique

Distributeur (partie basse tension)





Allumage classique

Distributeur (partie basse tension)

A titre de comparaison, le courant qui traverse les vis platinées est du même ordre de grandeur que :

- Une tondeuse à gazon électrique
- Une plaque chauffante de cuisinière
- Huit (8) spots de jardin de 125W
- Un radiateur électrique d'appoint
- Trente (30) lampes halogènes
- Un four à micro-ondes

...qu'il faut allumer et éteindre plusieurs centaines de fois par seconde !



Allumage classique

Distributeur (partie basse tension)

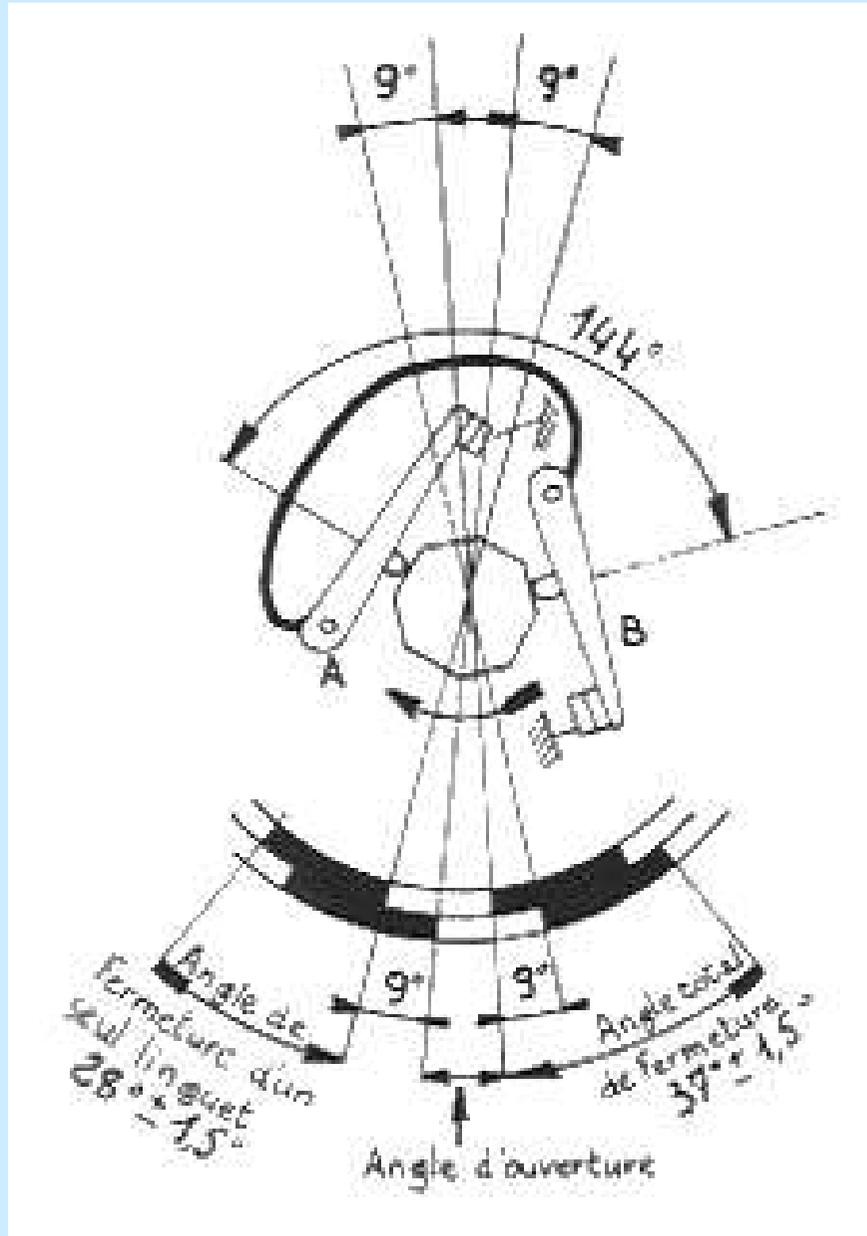


Sur les anciens moteurs à 6 cylindres et plus, parfois on installait 2 rupteurs pour diminuer le travail individuel des vis platinées.



Allumage classique

Distributeur (partie basse tension)





Allumage classique

Angle de Dwell – Temps de remplissage

Angle de Dwell

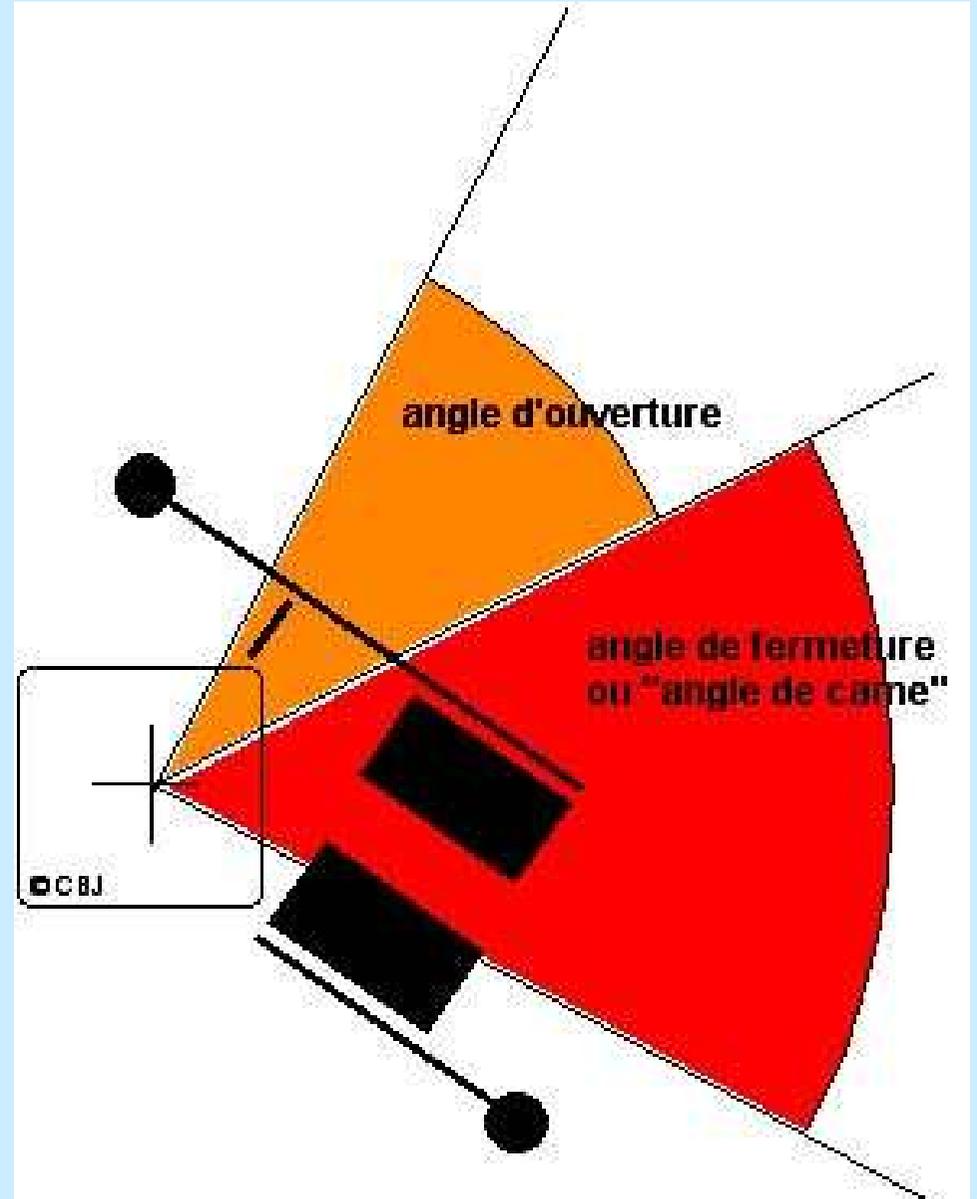
Le rapport entre le temps de fermeture des vis platinées et du temps du cycle complet.

Dans le cas d'un 4 cylindres, l'angle de fermeture est d'environ 54° sur un cycle de 90° . Donc le Dwell vaudra $54/90$ soit 0,6 soit 60%.



Allumage classique

Angle de Dwell – Temps de remplissage





Allumage classique

Angle de Dwell – Temps de remplissage

Angle de Dwell

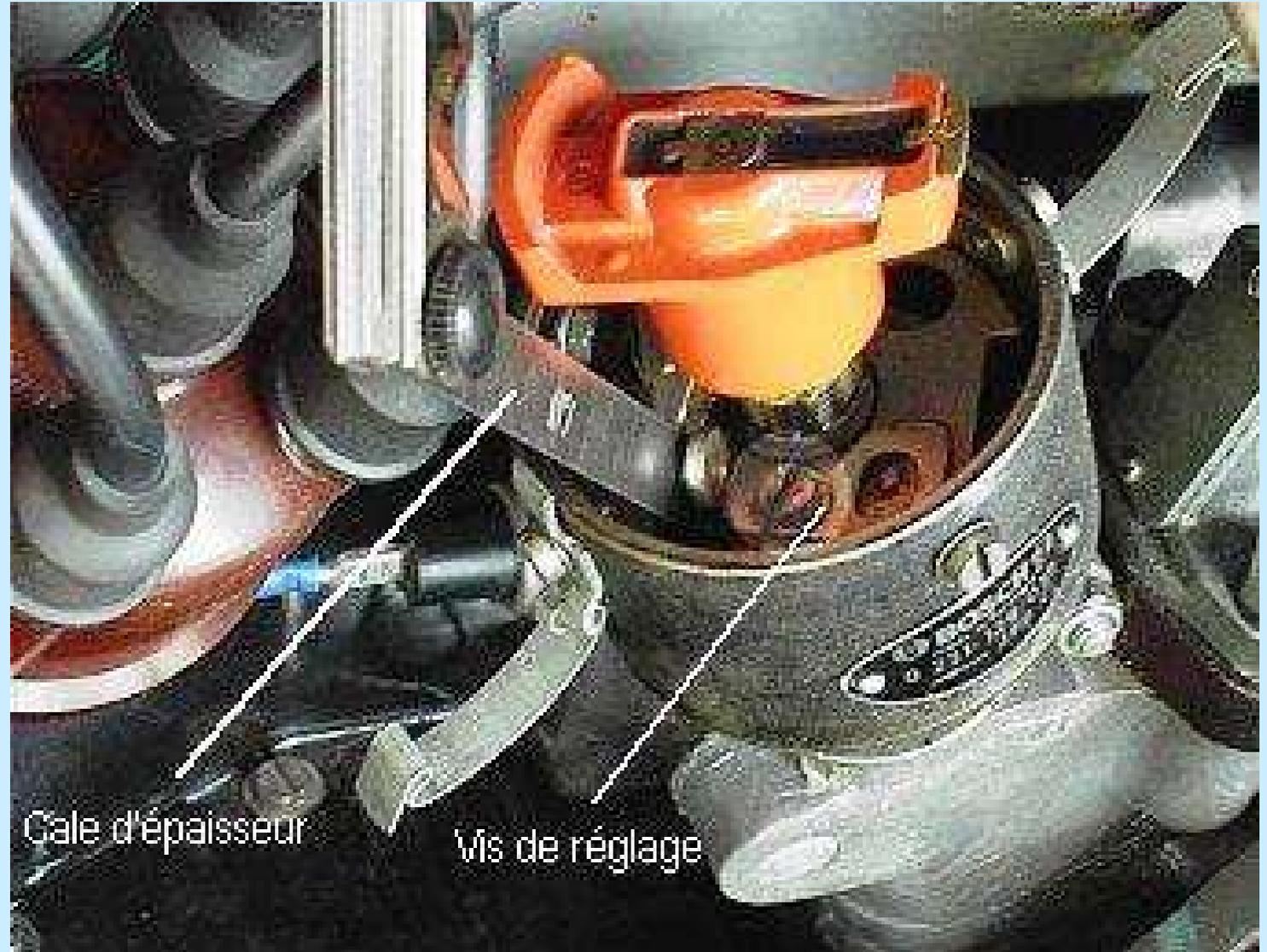
- L'angle de Dwell dépend de l'écartement des vis platinées.
- Trop d'écart diminue l'angle de Dwell et le temps de remplissage de la bobine.
- Trop peu d'écart diminue la durée de l'étincelle à haut régime (au moment où elle devrait être maximum) et fait chauffer la bobine inutilement.



Allumage classique

Angle de Dwell – Temps de remplissage

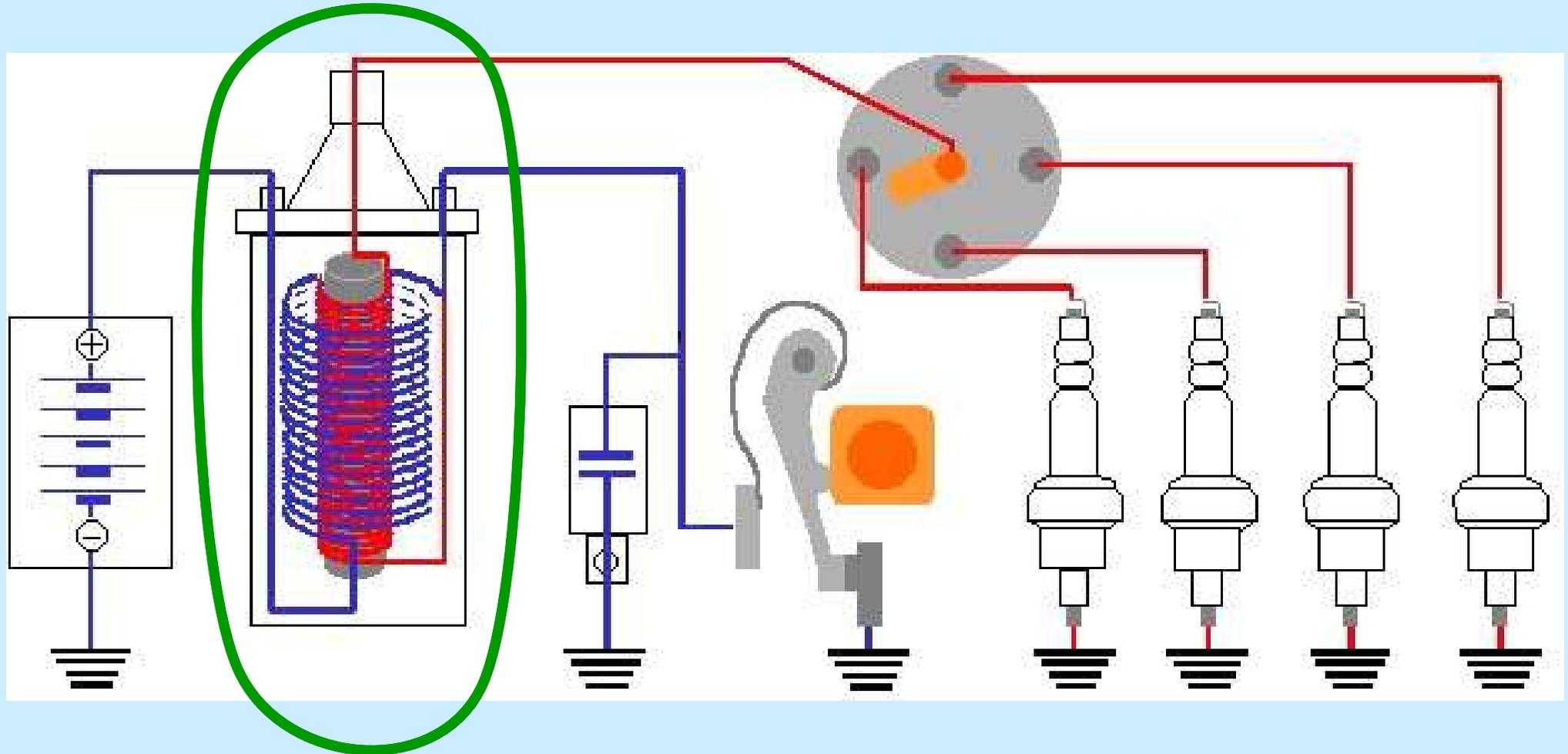
Angle de Dwell





Allumage classique

Bobine





Allumage classique

Bobine





Allumage classique Bobine

Sur les véhicules 'NEGATIF A LA MASSE'...

La borne positive (raccordée à la clé de contact) du primaire est identifiée par :

BAT SW + 15

La borne négative (reliée aux vis platinées) est identifiée par :

RUP CBR - 1



Allumage classique Bobine

Sur les véhicules 'POSITIF A LA MASSE' ...

La borne négative (raccordée la clé de contact) du primaire serait identifiée par :

RUP CBR – 1

La borne positive (reliée aux vis platinées) serait identifiée par :

BAT SW + 15

(Informations communiquées par Georges Ribauville)



Allumage classique

Bobine

Lorsque les vis platinées se ferment...

1. Un courant électrique s'établit progressivement dans le primaire de la bobine.
2. Courant primaire = 3 à 4 A (Ampères).
3. Le temps de remplissage est fixe : il dépend uniquement de l'inductance de la bobine (nombre de spires au primaire). Pour une bobine normale, il faut 3 à 5ms pour atteindre le courant maximum.
4. Le courant maximum est limité par la résistance du primaire de la bobine.
5. Résistance du primaire = 3 à 4 Ω (Ohms).
6. La bobine stocke de l'énergie électromagnétique proportionnelle au courant qui traverse le primaire et à son inductance.



Allumage classique

Bobine

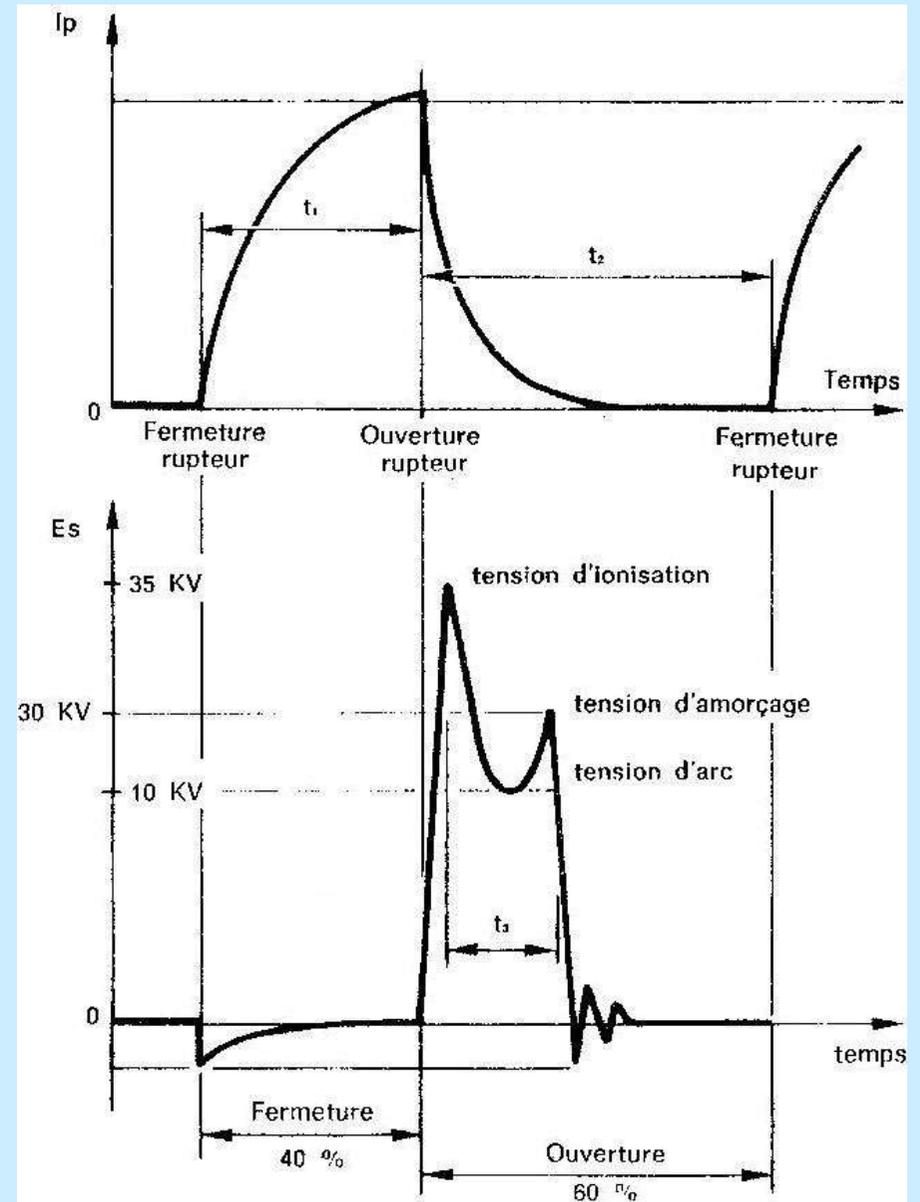
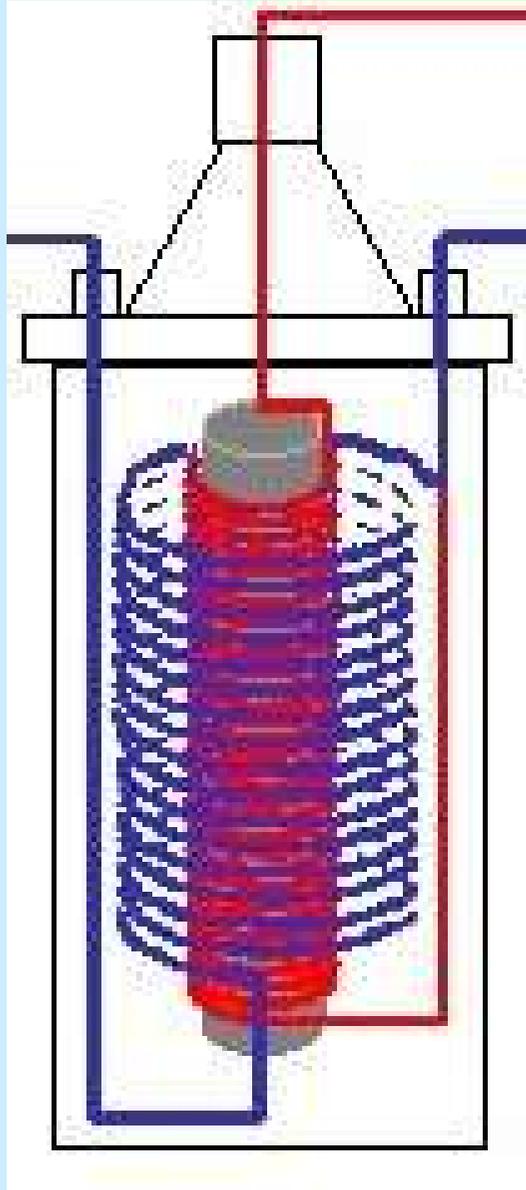
Lorsque les vis platinées s'écartent...

1. Le courant dans le primaire est interrompu.
2. Le flux magnétique s'effondre.
3. L'énergie stockée dans la bobine se libère sous forme de HT (Haute Tension) dans le secondaire : jusque 15 - 20.000 V (Volts)
4. Cette HT est véhiculée jusqu'aux bougies via le distributeur (Delco)
5. Cela va créer une étincelle.
6. La durée de l'étincelle est de 1,5 à 2ms
7. La résistance typique du secondaire est de 5.000 Ω à 15.000 Ω



Allumage classique

Bobine





Allumage classique

Bobine

Attention...

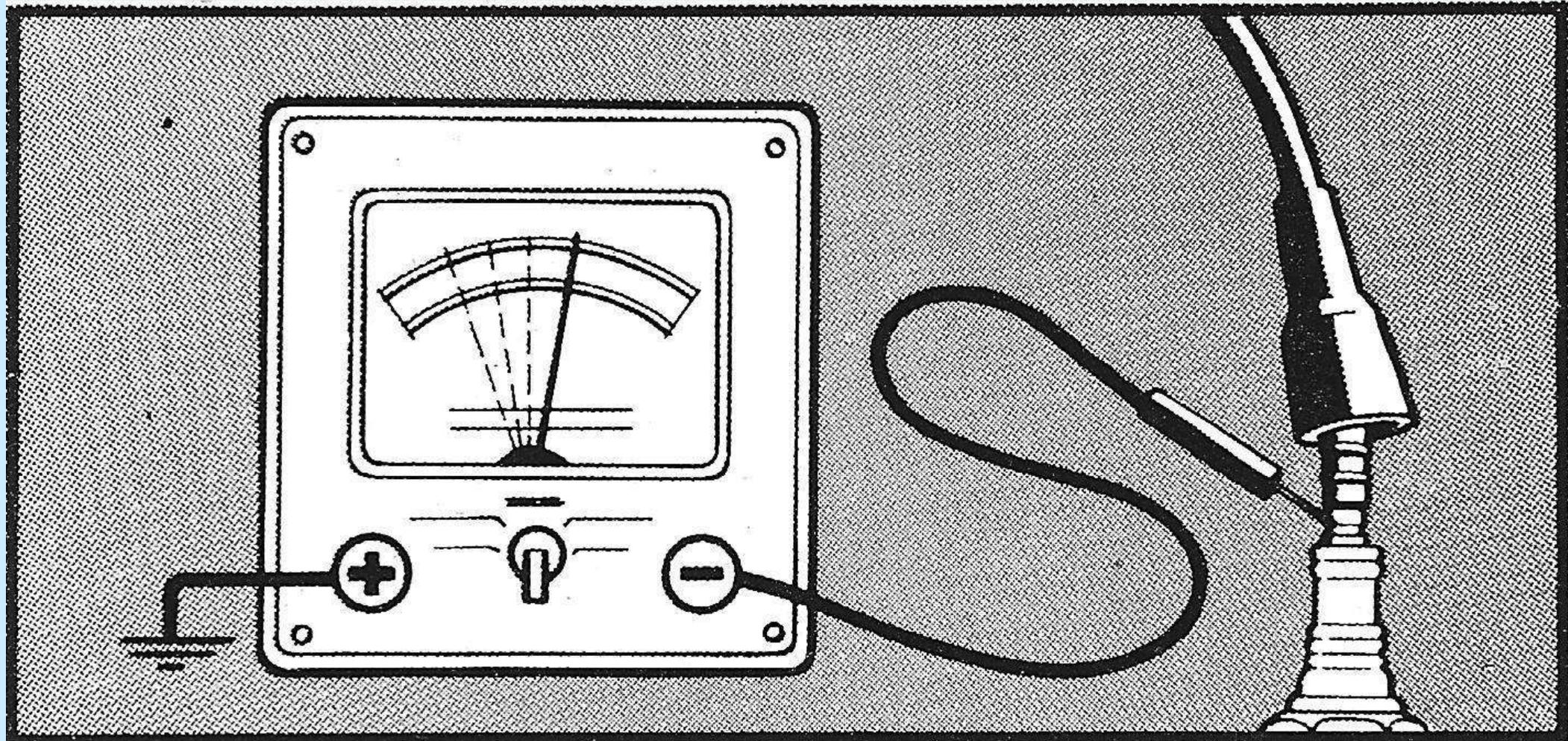
1. Les bobines classiques sont souvent remplies d'huile.
2. L'huile sert à refroidir la bobine.
3. Elle sert aussi à l'isolation électrique interne.
4. En cas de fonctionnement à vide (sans bougie), l'étincelle peut se faire à l'intérieur de la bobine. Dans ce cas, l'huile est brûlée et ses capacités d'isolation sont réduites. Cette bobine va mal fonctionner et doit être remplacée.
5. Sauf pour certains moteurs bicylindres, le respect de la polarité du primaire est importante.
6. Si elle est inversée, la polarité de la HT sera contraire et il faudra plus de volts pour que l'étincelle se produise à la bougie

l'électrode centrale 'chaude' doit être 'négative'



Allumage classique

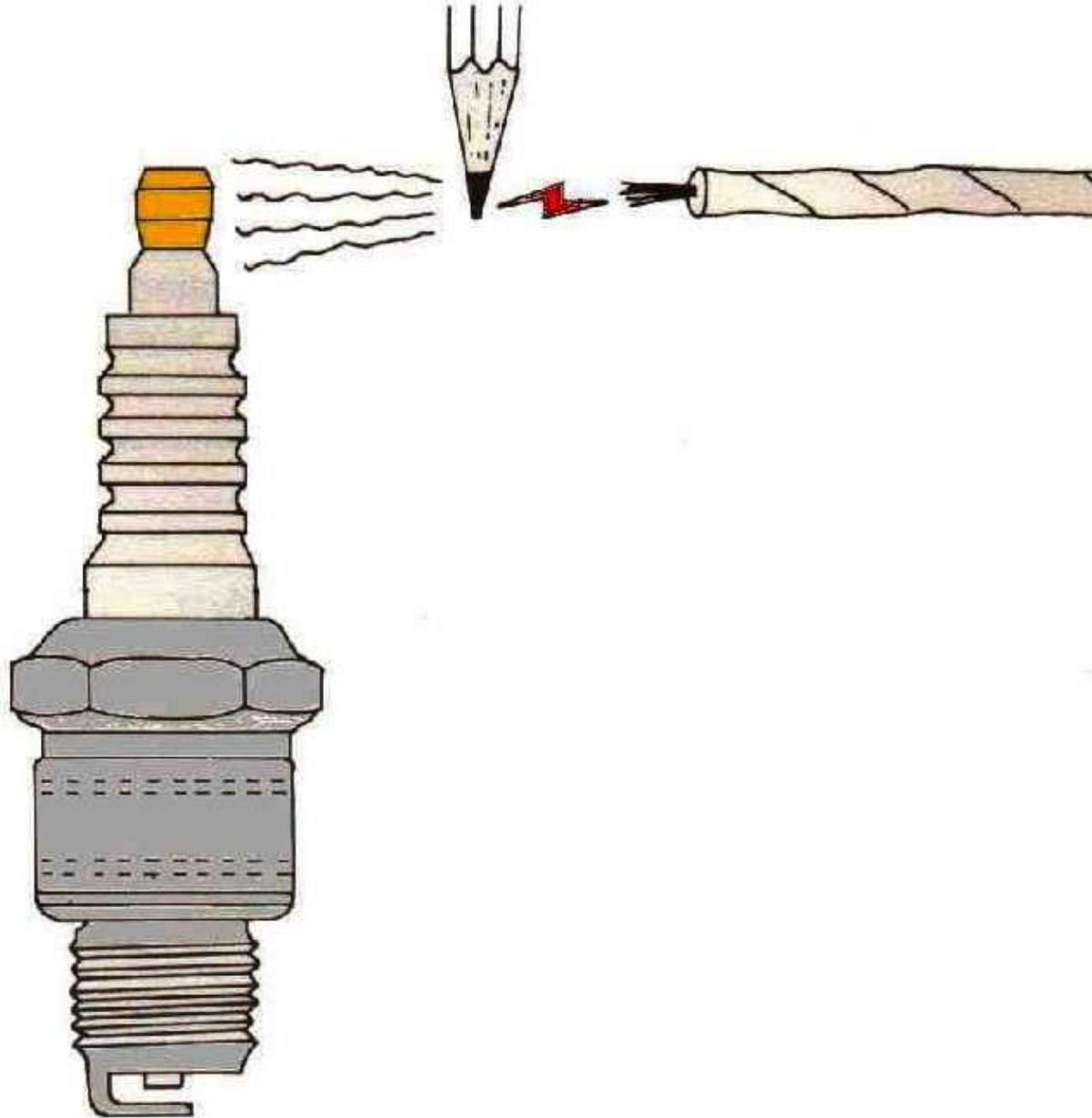
Bobine – Polarité correcte





Allumage classique

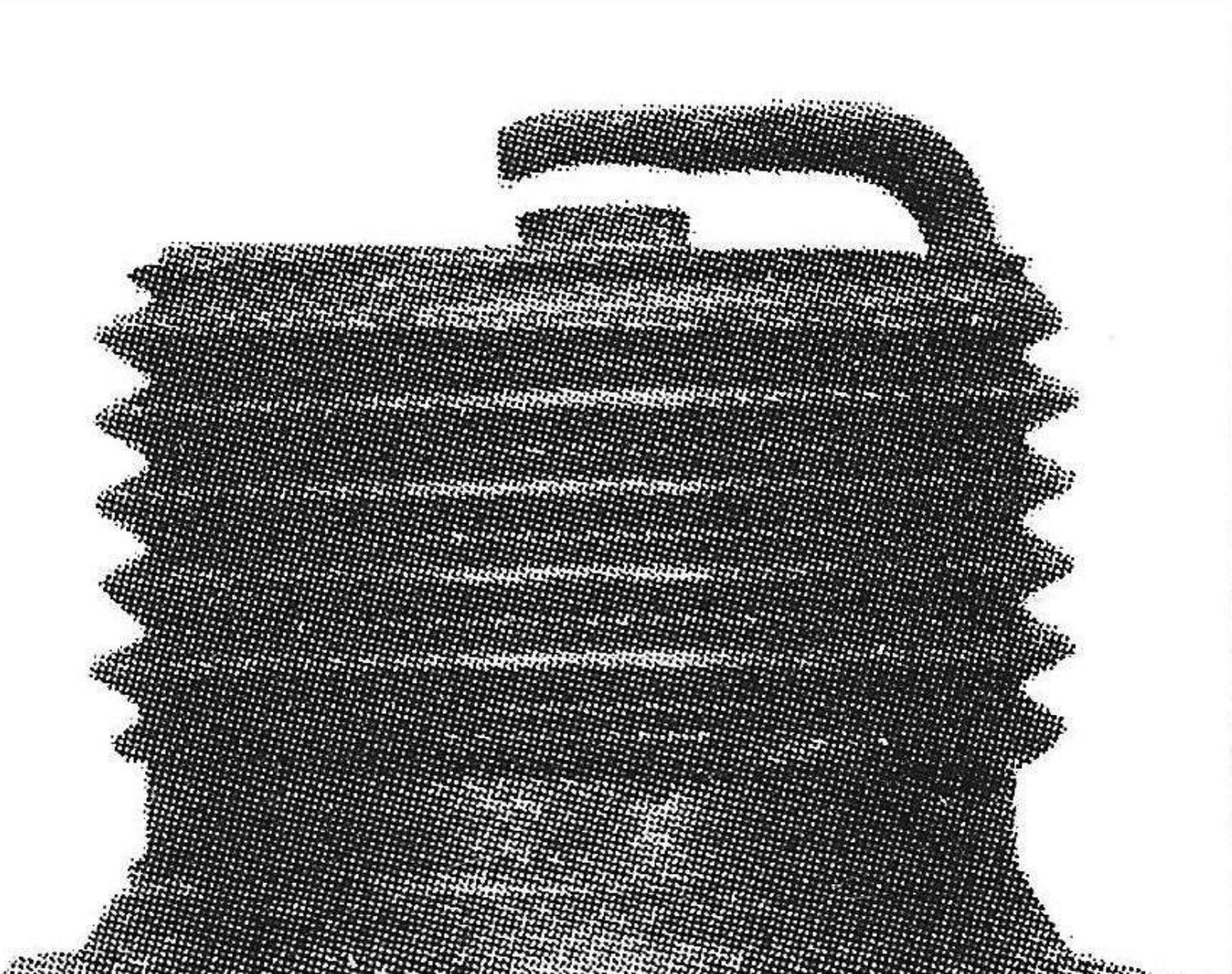
Bobine – Polarité correcte





Allumage classique

Bobine – Inversion de Polarité



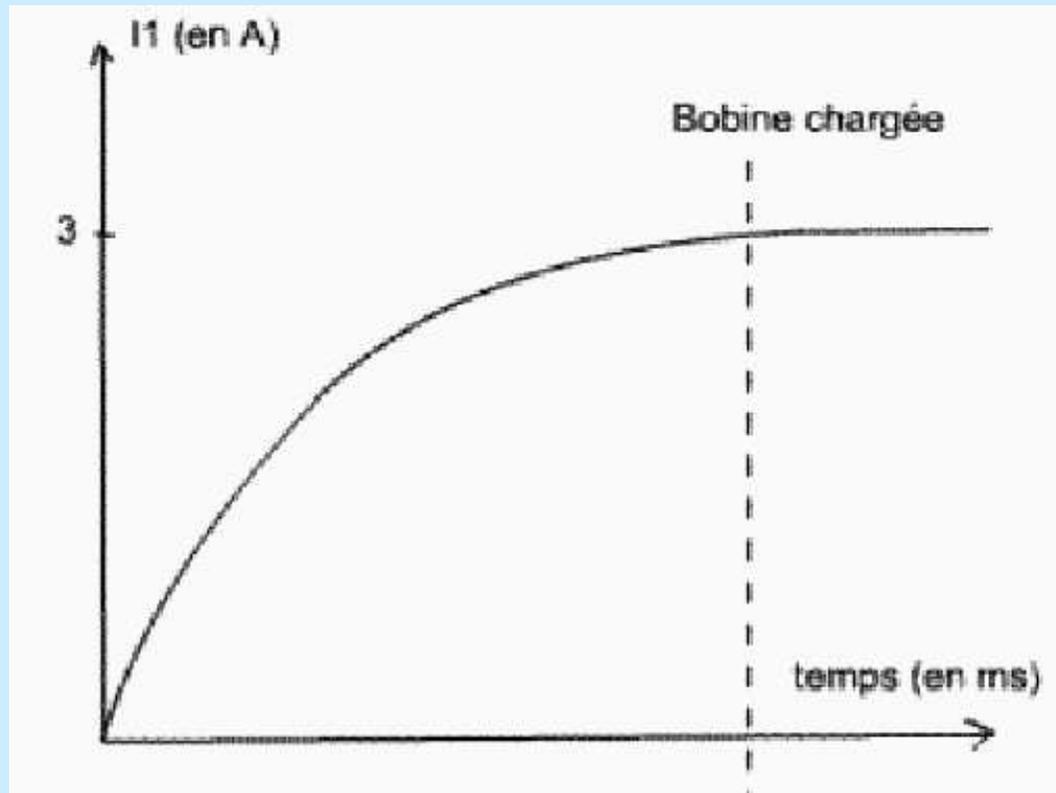


Allumage classique - la bobine

Temps de remplissage

Temps de remplissage

- Le temps de fermeture des vis platinées limite le remplissage de la bobine.
- Une bobine normale a besoin de 3 à 5 ms pour se remplir totalement



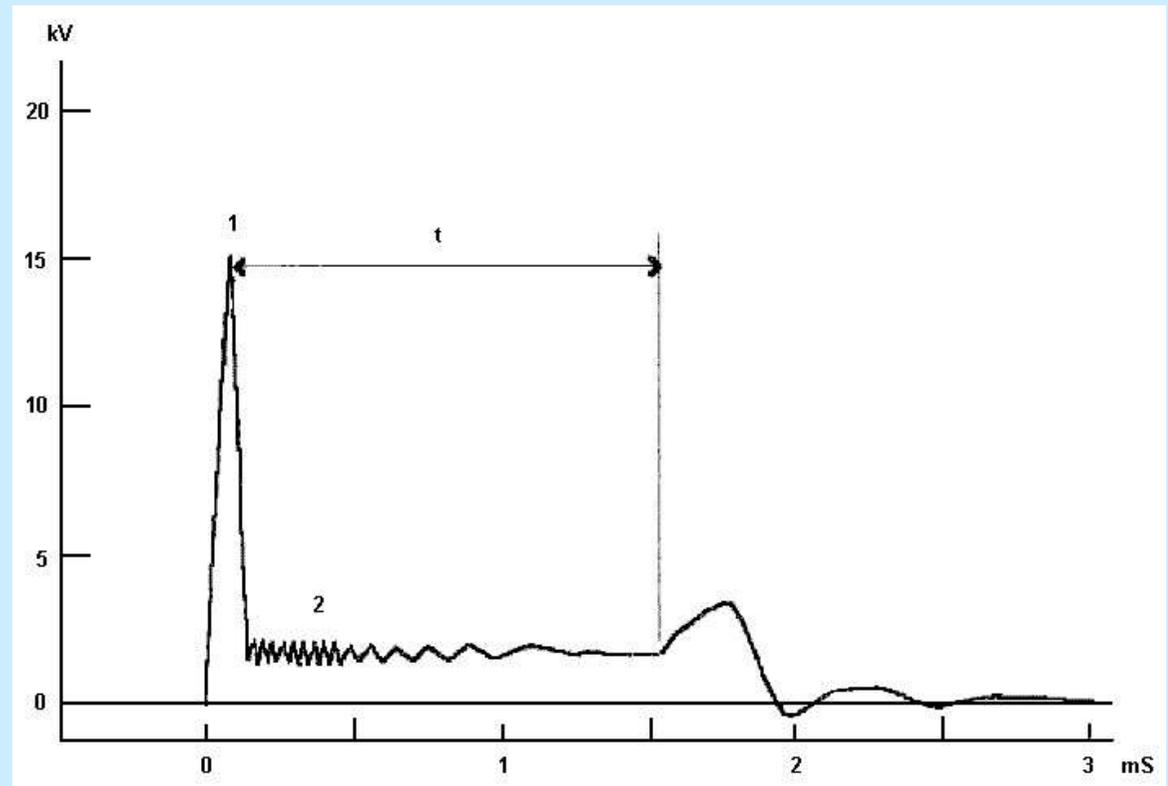


Allumage classique - la bobine

Temps d'allumage

Temps d'allumage

- Le temps d'ouverture des vis platinées limite la durée de l'étincelle.
- Pour une combustion correcte, il faut 1,5 à 2ms.
- L'étincelle ne doit pas durer plus de 30°, sinon arcs parasites dans la tête du distributeur.





Allumage classique

Rappel

Quelques valeurs importantes à retenir :

	4 cylindres			6 cylindres			8 cylindres		
RPM (tours par minute)	600	3.000	6.000	600	3.000	6.000	600	3.000	6.000
Tours par seconde	10	50	100	10	50	100	10	50	100
Étincelles par seconde	20	100	200	30	150	300	40	200	400
Intervalle entre 2 étincelles (ms)	50	10	5	33	6,6	3,3	25	5	2,5



Allumage classique

Bobine

Limitation des bobines classiques

- Pour un moteur 4 cylindres tournant à 6.000 RPM, l'intervalle entre 2 étincelles est de 5 ms.
- Temps de remplissage de la bobine = 3 à 5 ms
- Temps d'allumage (durée d'étincelle) = 1,5 à 2 ms

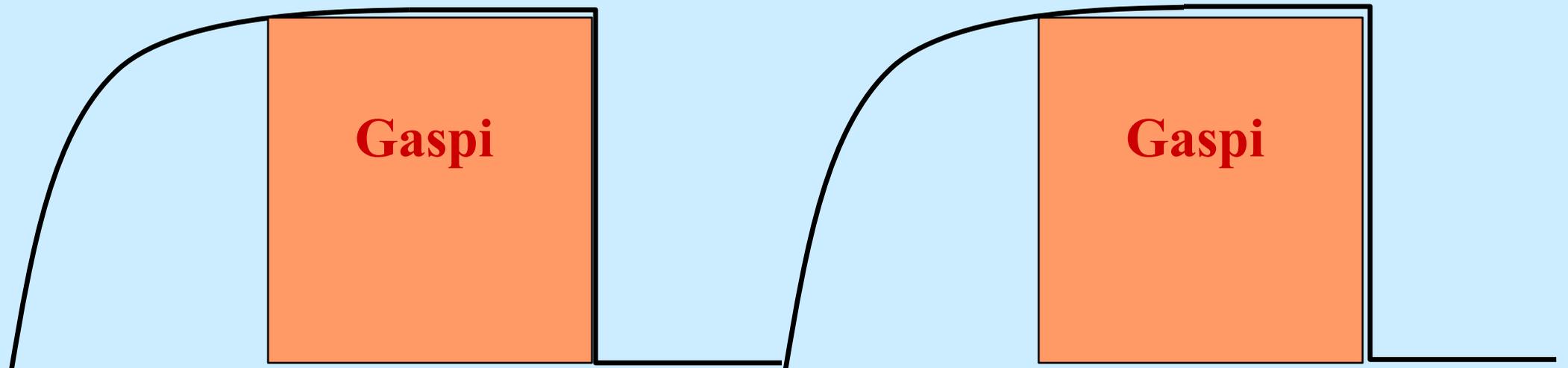
Avec un cycle complet = 4,5 à 7 ms, on atteint les limites du système.

Pour des moteurs 4 cylindres plus rapides ou des moteurs à 6 cylindres et plus, les bobines classiques ne sont plus suffisantes.



Allumage classique Remplissage de la Bobine

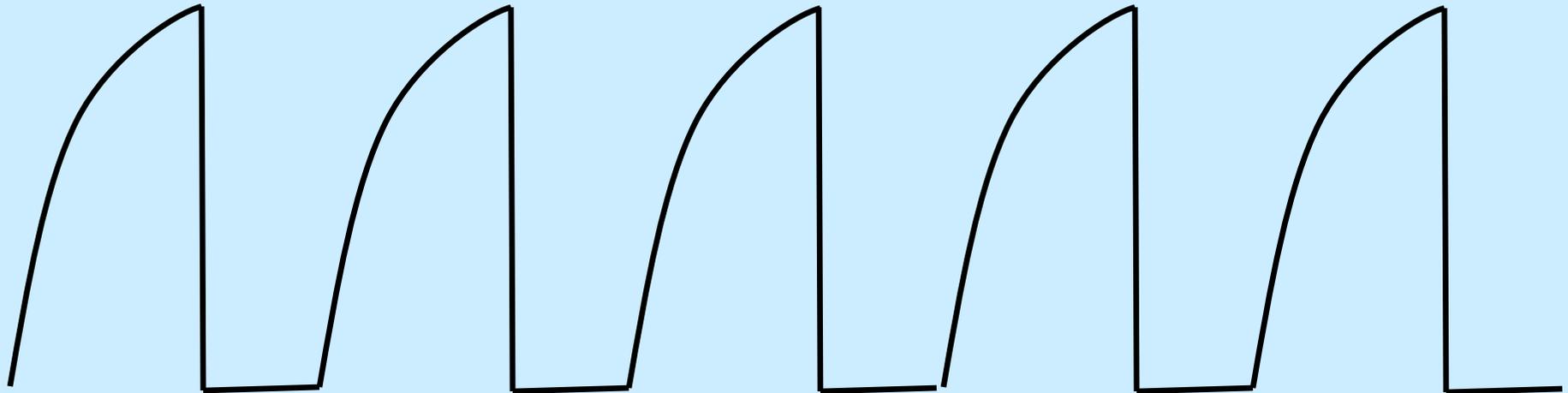
A bas régime : Gaspillage d'énergie >> Chaleur





Allumage classique Remplissage de la Bobine

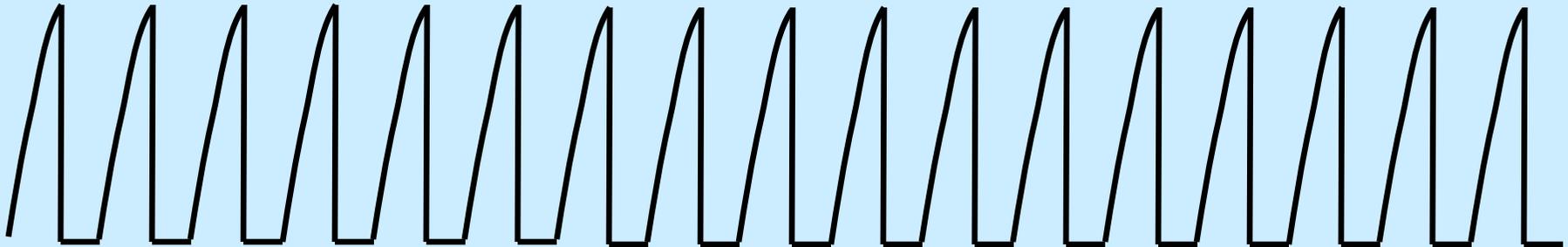
A moyen régime : juste assez d'énergie





Allumage classique Remplissage de la Bobine

A haut régime : pas assez d'énergie





Allumage classique

Bobine + Résistance ballast





Allumage classique

Bobine + Résistance ballast

Attention !

**A ma connaissance, uniquement
pour modèles 12V ou 24V**



Allumage classique

Résistance ballast

Énergie stockée dans la bobine = $L \times I$

On pourrait diminuer simplement l'inductance (moins de spires au primaire) de la bobine avec comme conséquences:

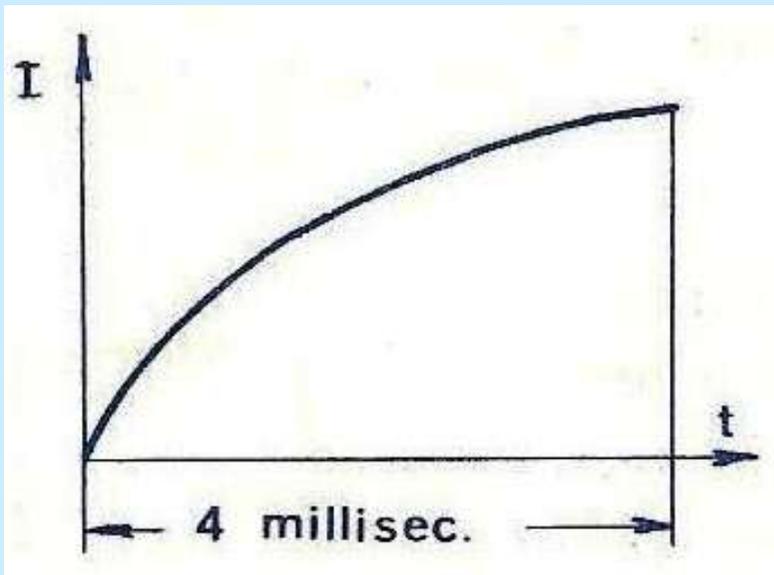
- Diminution de la résistance du primaire
- Augmentation du courant primaire
- Détérioration plus rapide du rupteur



Allumage classique

Résistance ballast

Énergie stockée dans la bobine = $L \times I$





Allumage classique

Résistance ballast

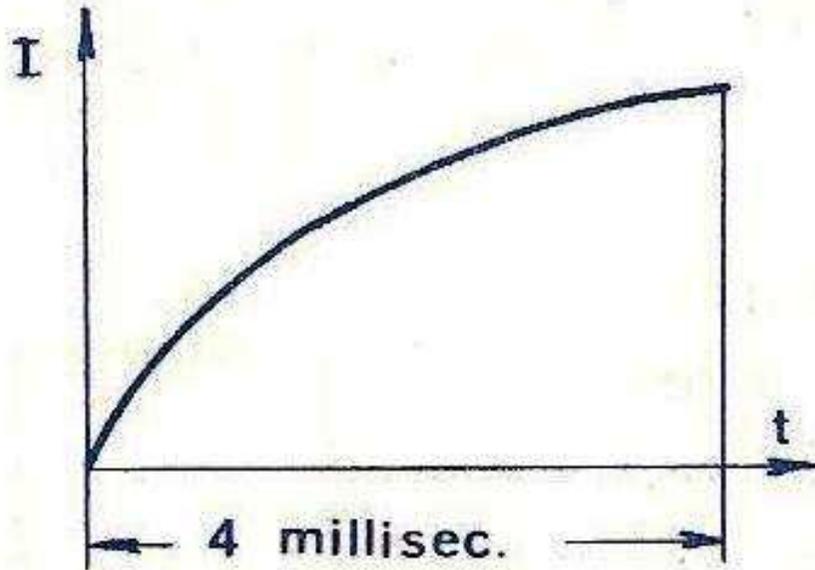
- Pour accélérer le remplissage de la bobine (important à haut régime) on diminue l'inductance du primaire de la bobine (moins de spires).
- Temps de remplissage = 1,5 à 2 ms
- Diminuer l'inductance diminue également la résistance ($R = \text{env. } 1 \text{ à } 2 \Omega$).
- D'où un courant plus important, plus d'échauffement et diminution de la durée de vie des vis platinées.
- On installe alors une résistance ballast ($R = \text{env. } 1 \text{ à } 2 \Omega$) ou un fil résistant équivalent.
- Pendant le démarrage, la tension de la batterie tombe de 13 à 8-9 V. Pour faciliter le démarrage, la résistance ballast sera court-circuitée pendant que le démarreur tourne.



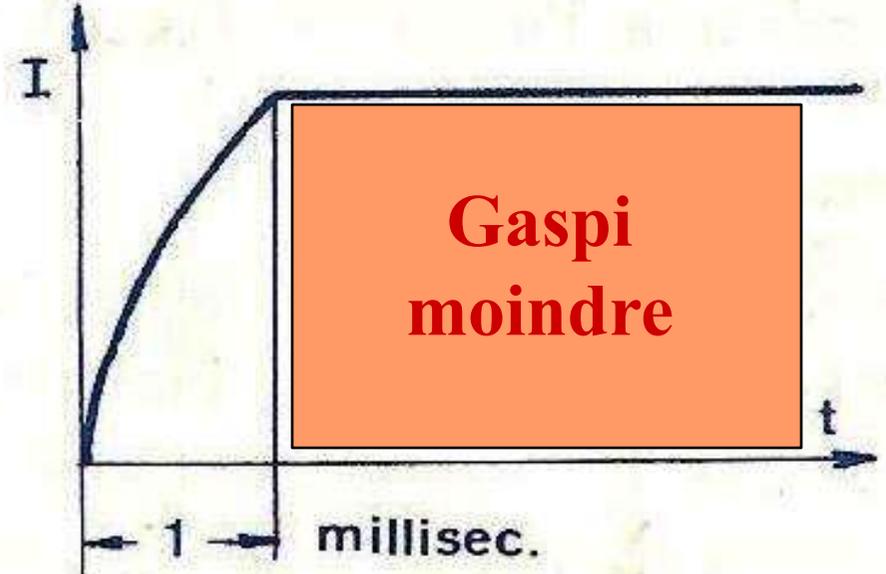
Allumage classique

Résistance ballast

Résistance ballast = moins d'énergie à l'étincelle



(bobine ordinaire) grande self



(bobine spéciale) petite self



Allumage classique

Résistance ballast

Avantage

- Ballast court-circuité au démarrage
- Courant important (même si tension batterie tombe à 9-10 Volts)
- Meilleurs démarrages qu'avec une bobine normale

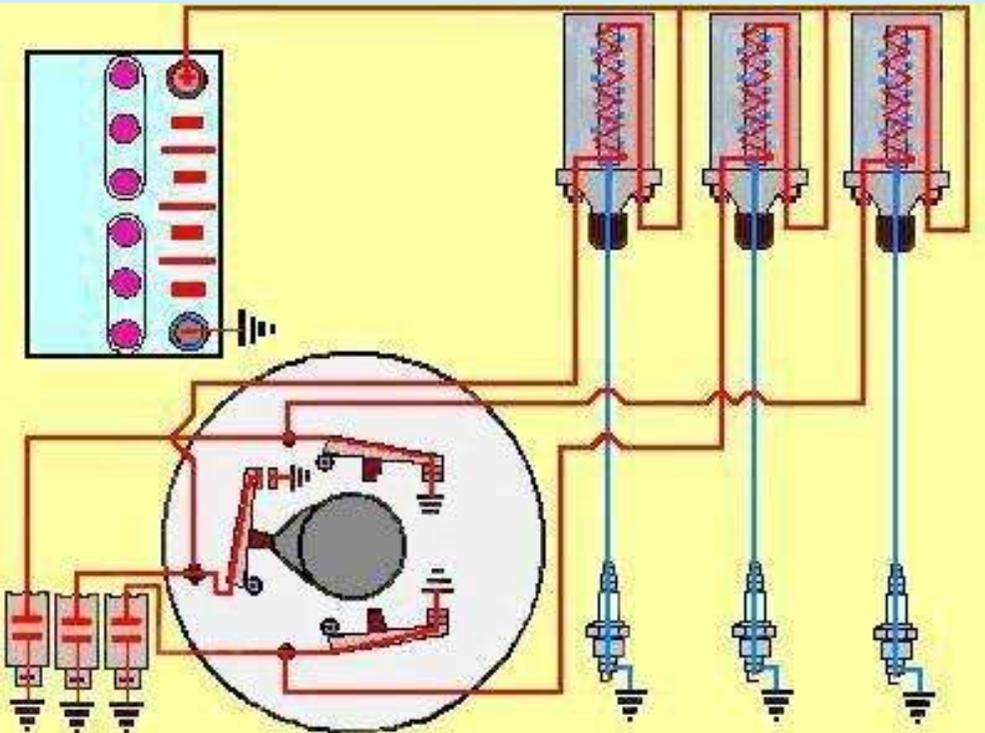
Inconvénients

- Étincelle plus faible aux régimes de fonctionnement.
- Le système d'allumage avec résistance ballast est **moins tolérant** et doit être maintenu en parfait état pour éviter les problèmes.

Ne jamais enlever la résistance ballast !



Allumage classique Bobines multiples





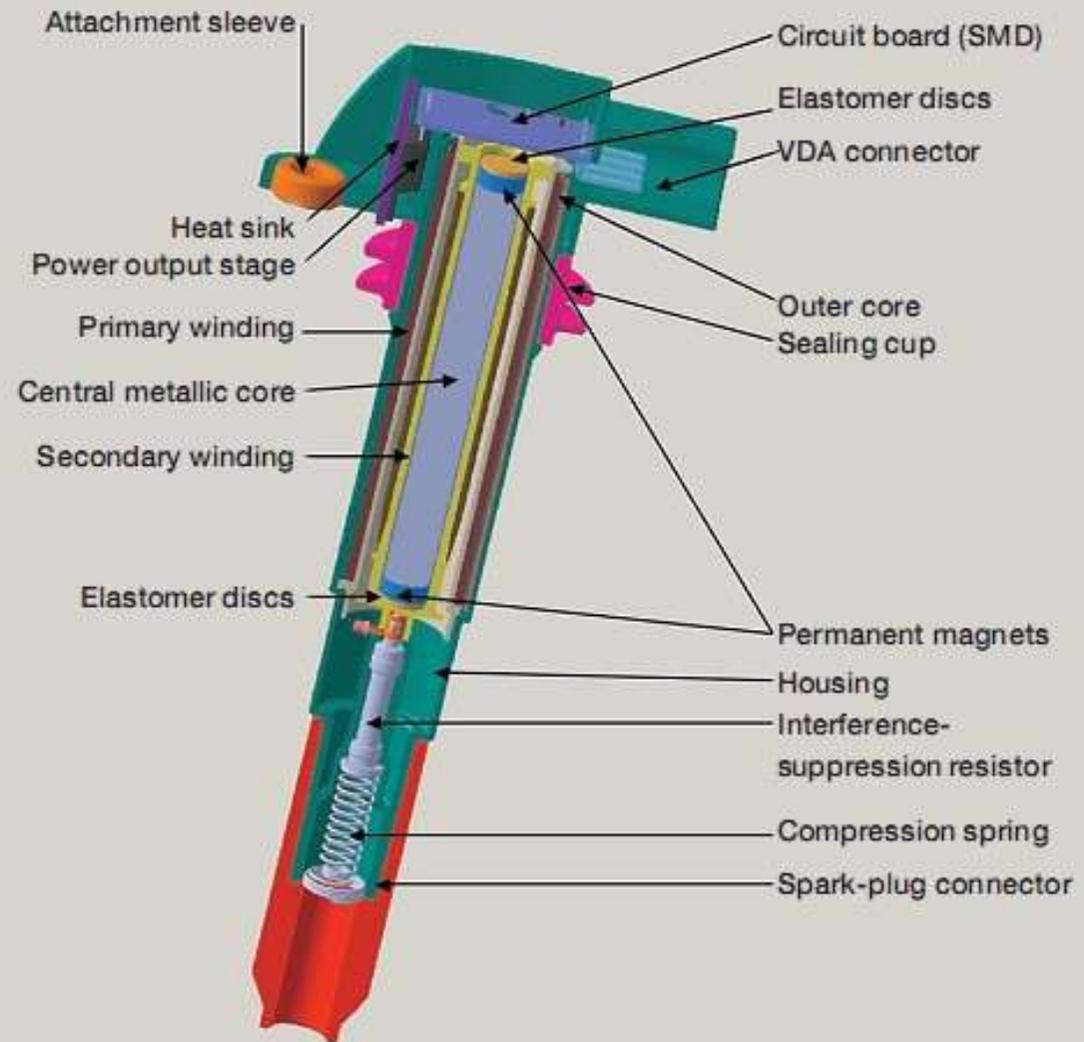
Allumage MODERNE

Bobines multiples





Allumage MODERNE Bobines "intégrées"





Allumage MODERNE

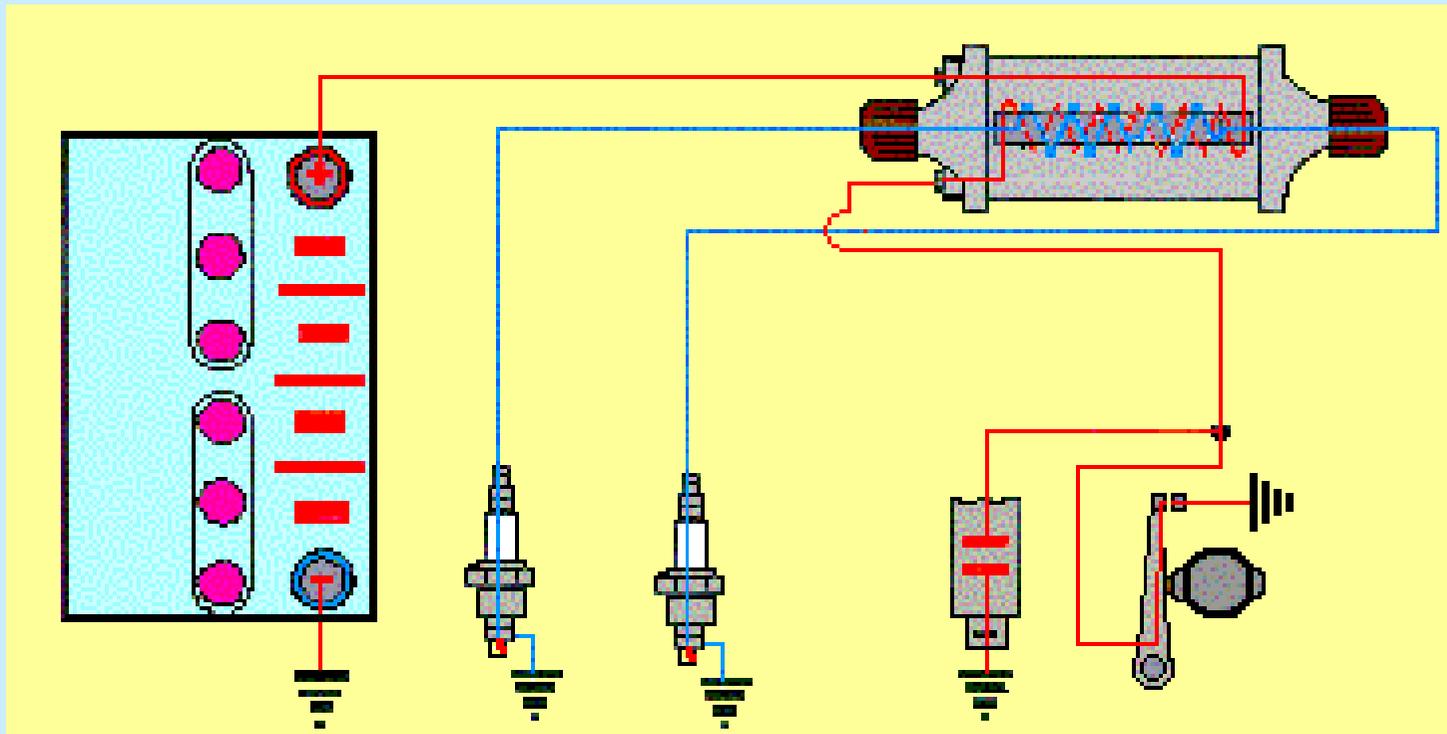
Bobines multiples





Allumage classique

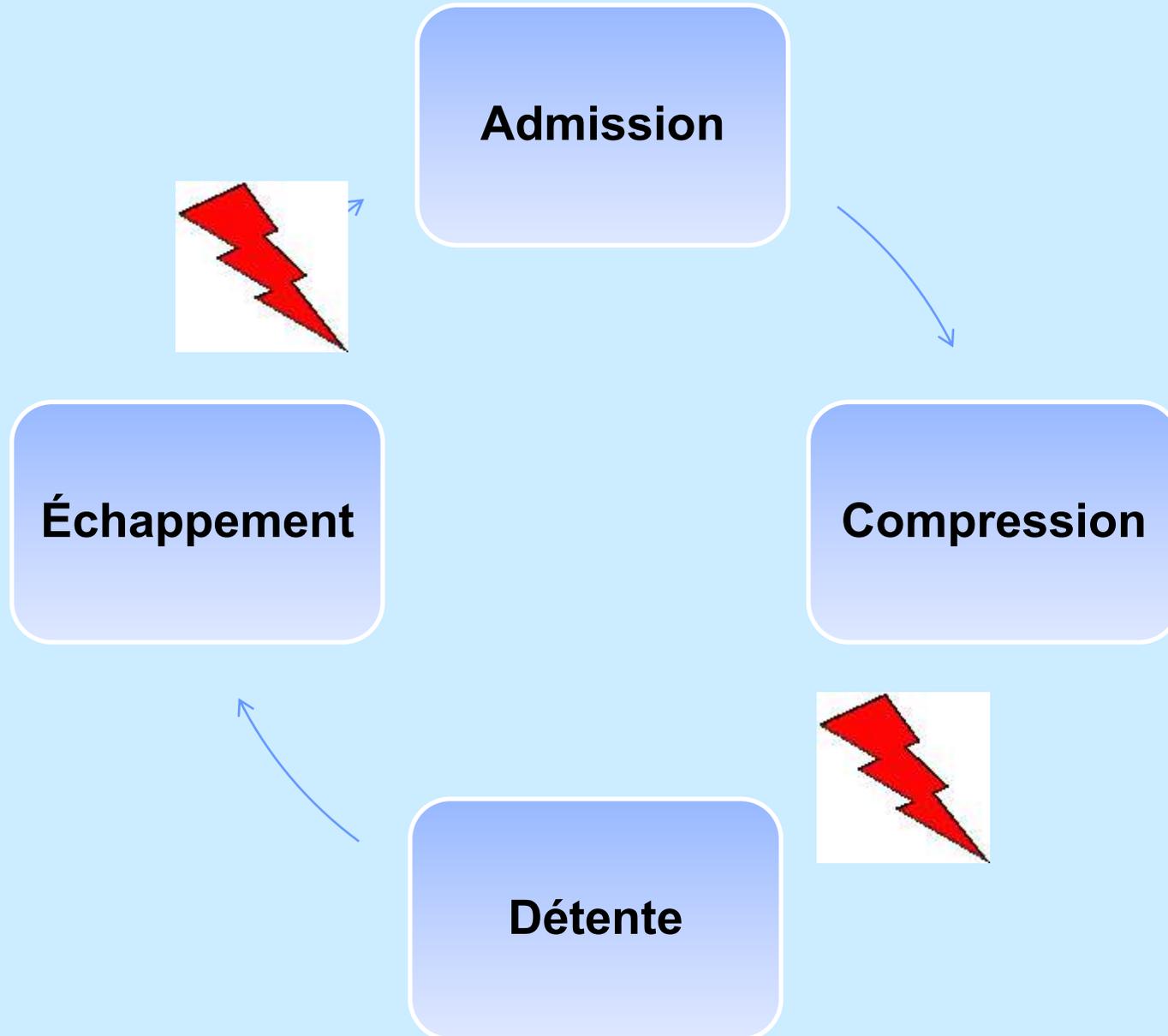
Bobine double





Allumage classique

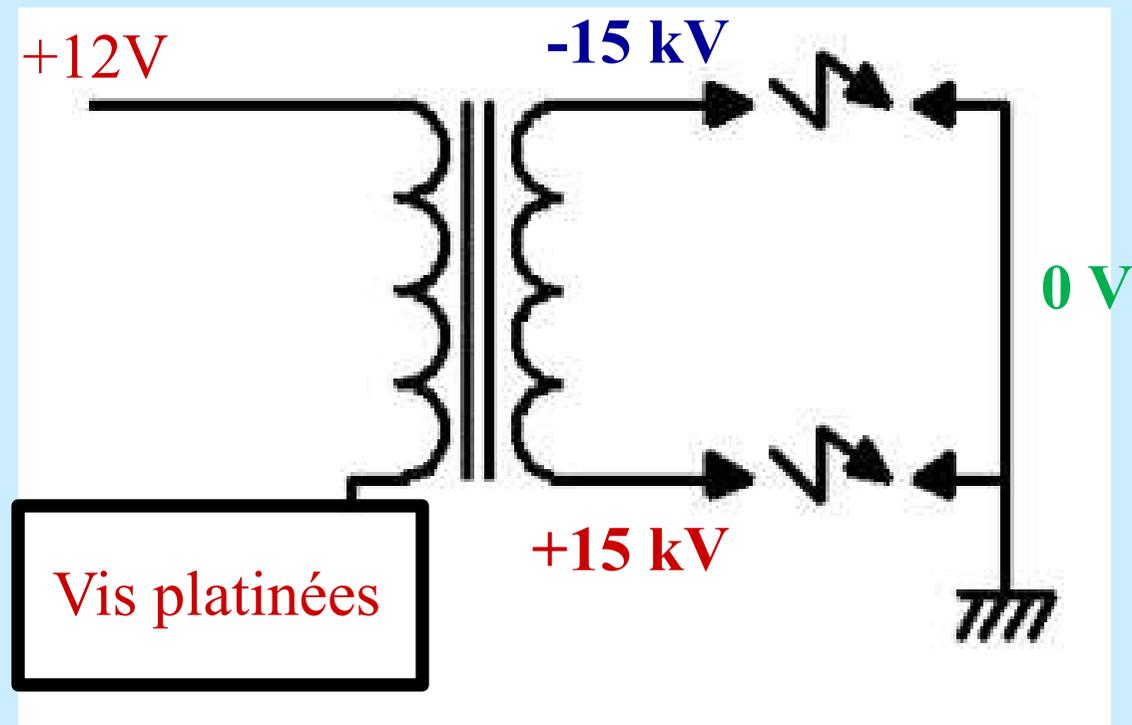
Bobine double





Allumage classique

Bobine double





Allumage classique

Bobine double

Avantages

- Simplicité.
- Pas de distributeur HT.
- Fils HT plus court, moins de pertes en ligne.

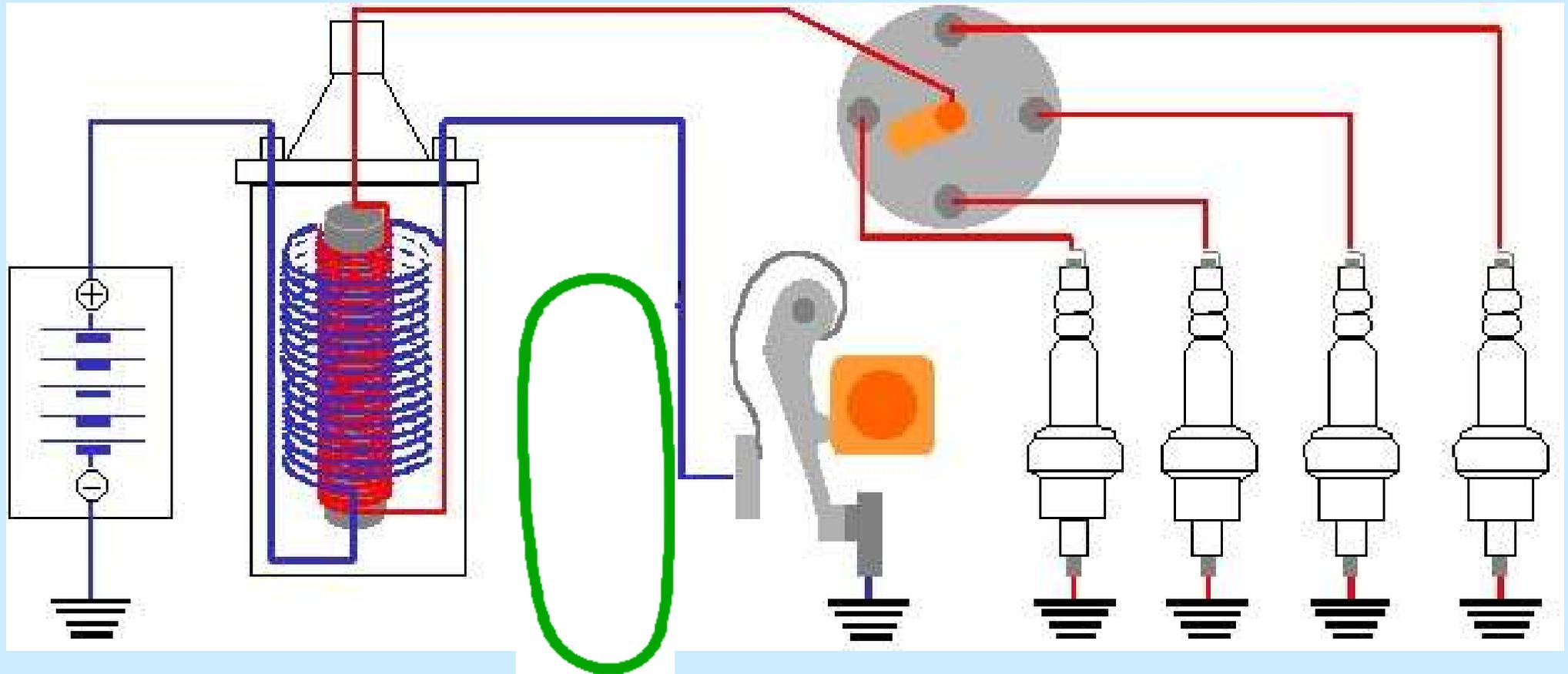
Inconvénients

- Une étincelle sur deux est perdue (elle se fait à vide à la fin de l'échappement).
- Une bougie fonctionne moins bien que l'autre (HT inversée).
- Permutation des 2 bougies nécessaire tous les 5.000km



Allumage classique

Condensateur





Allumage classique

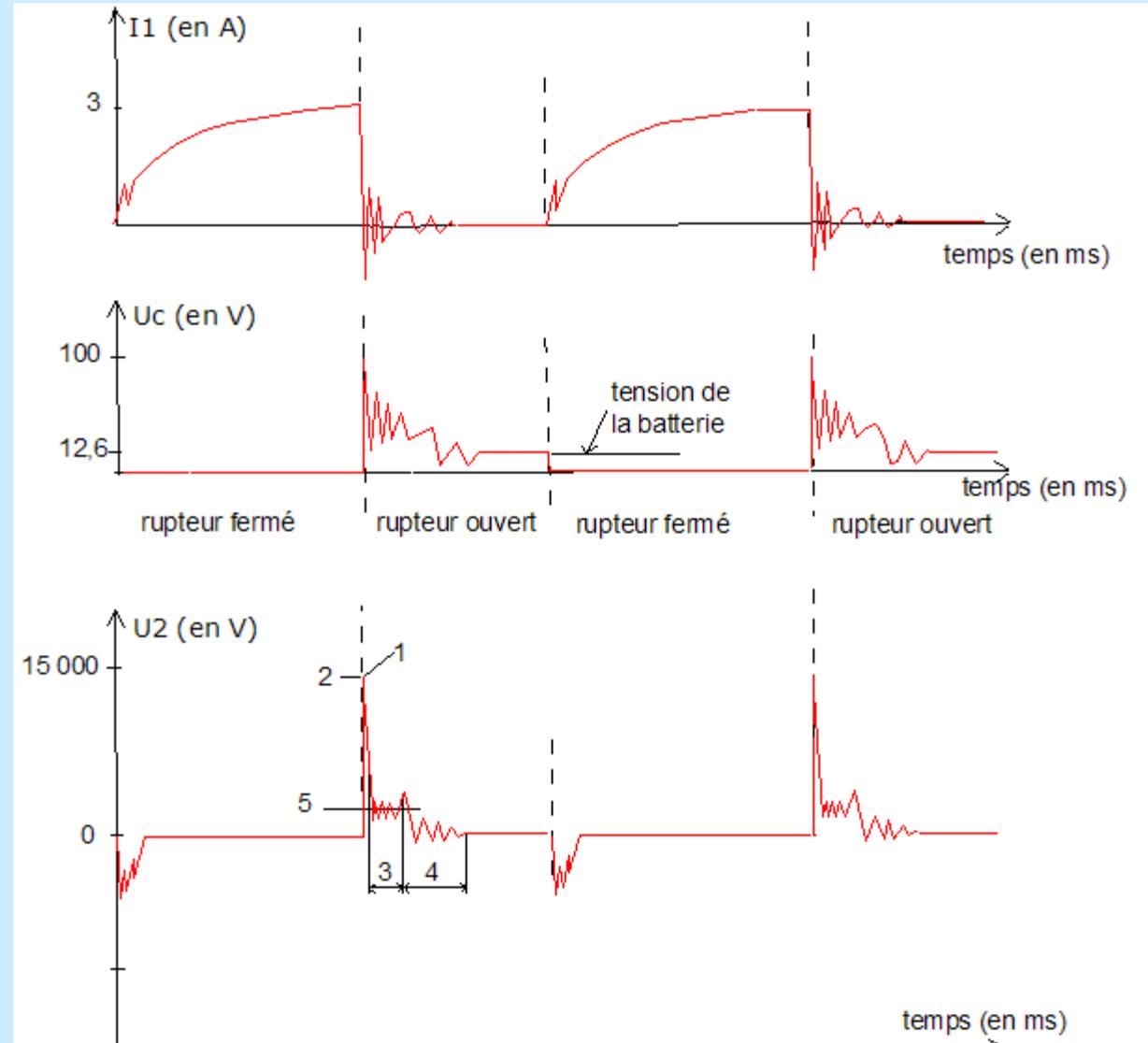
Condensateur

- Au moment de l'ouverture des vis platinées, l'absence de condensateur provoquerait un arc important entre les contacts. Ce qui dégraderait ces derniers en moins de 1.000km.
- Le condensateur crée également un circuit oscillant avec la bobine, ce qui permet un meilleur transfert de l'énergie stockée entre le primaire et le secondaire.
- *Enlever le condensateur sur un allumage classique n'est pas une bonne idée.*
- Le condensateur a une vie limitée (maximum 50.000km). Il faut donc le remplacer de temps en temps.
- Valeur typique = 0,1 à 0.22 μ F (micro Farad)



Allumage classique

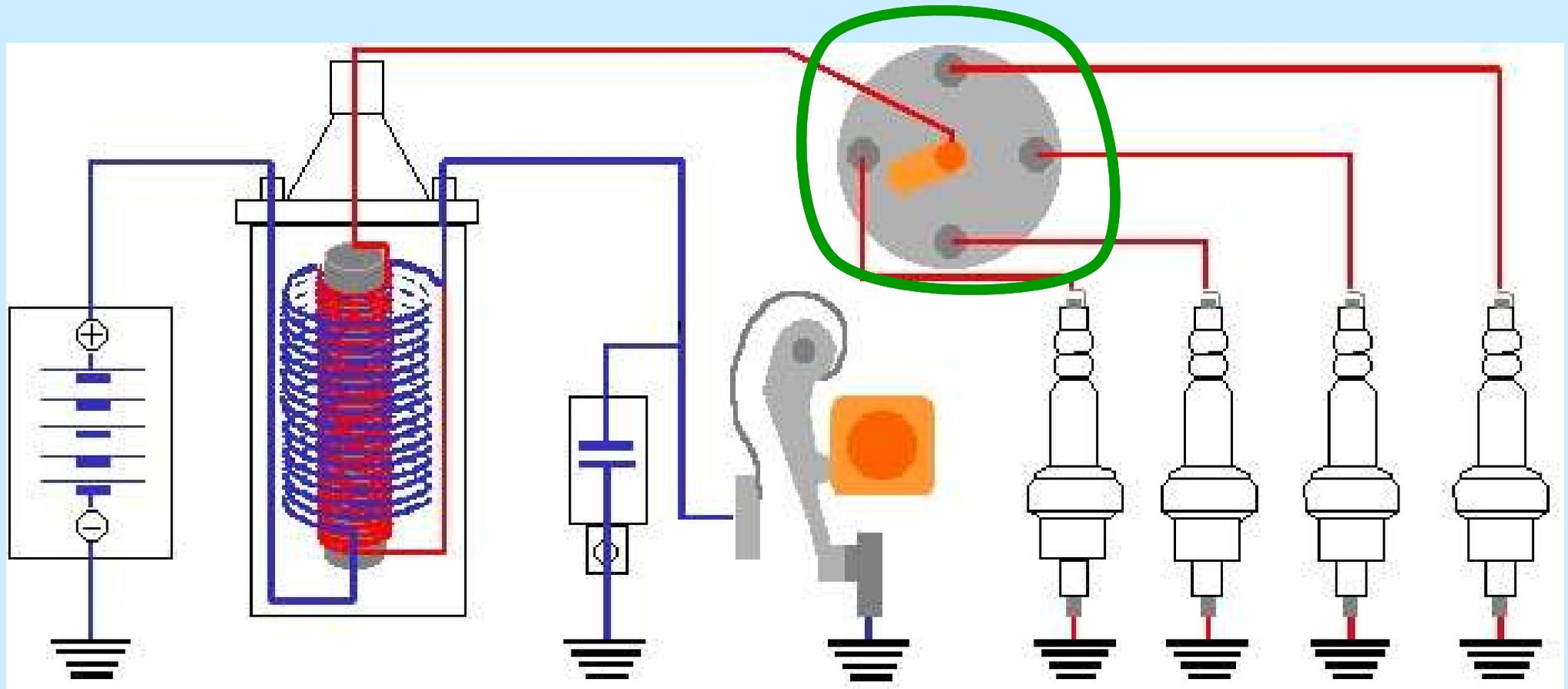
Condensateur





Allumage classique

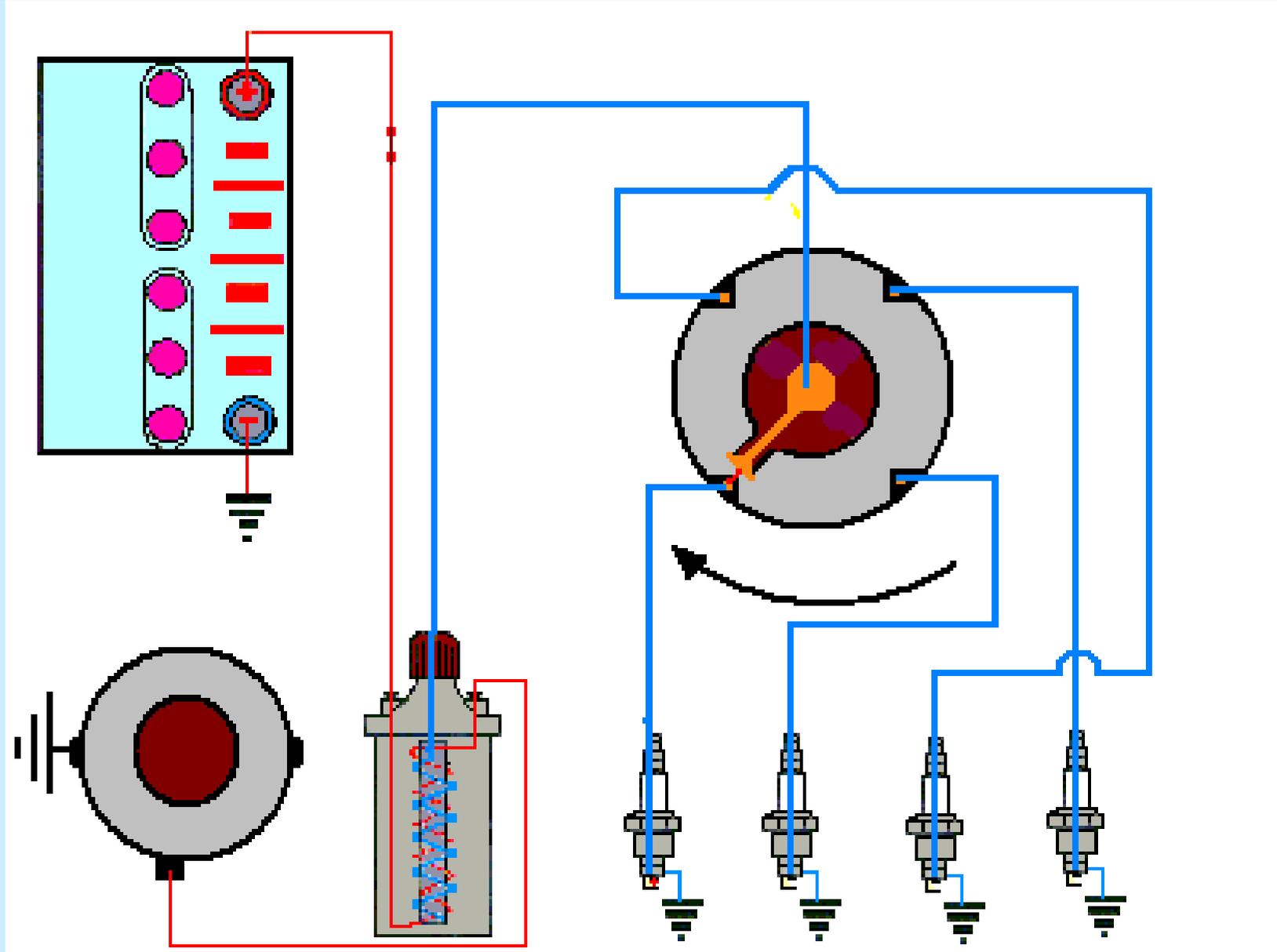
Distributeur (partie haute tension)





Allumage classique

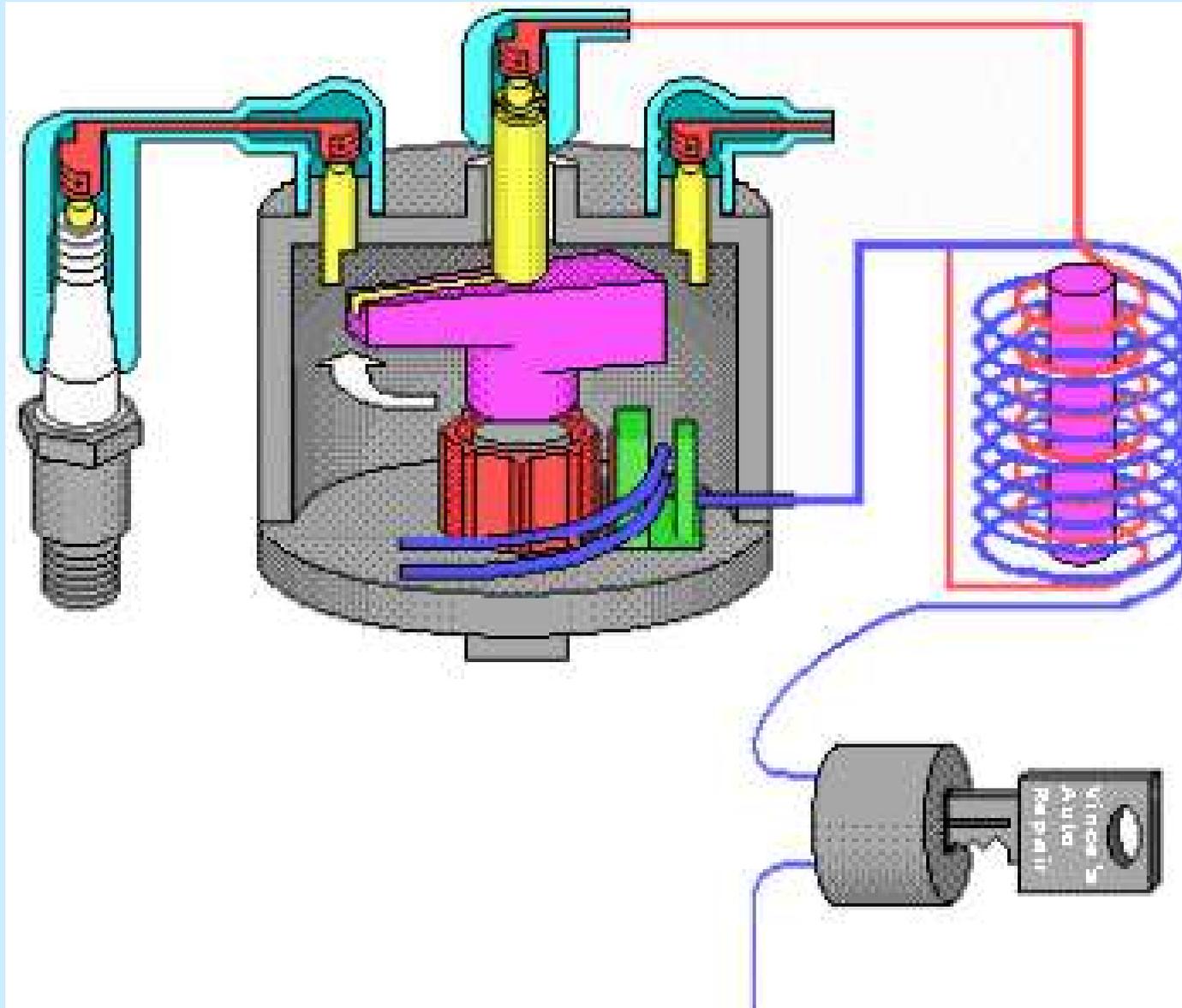
Distributeur (partie haute tension)





Allumage classique

Distributeur (partie haute tension)





Allumage classique

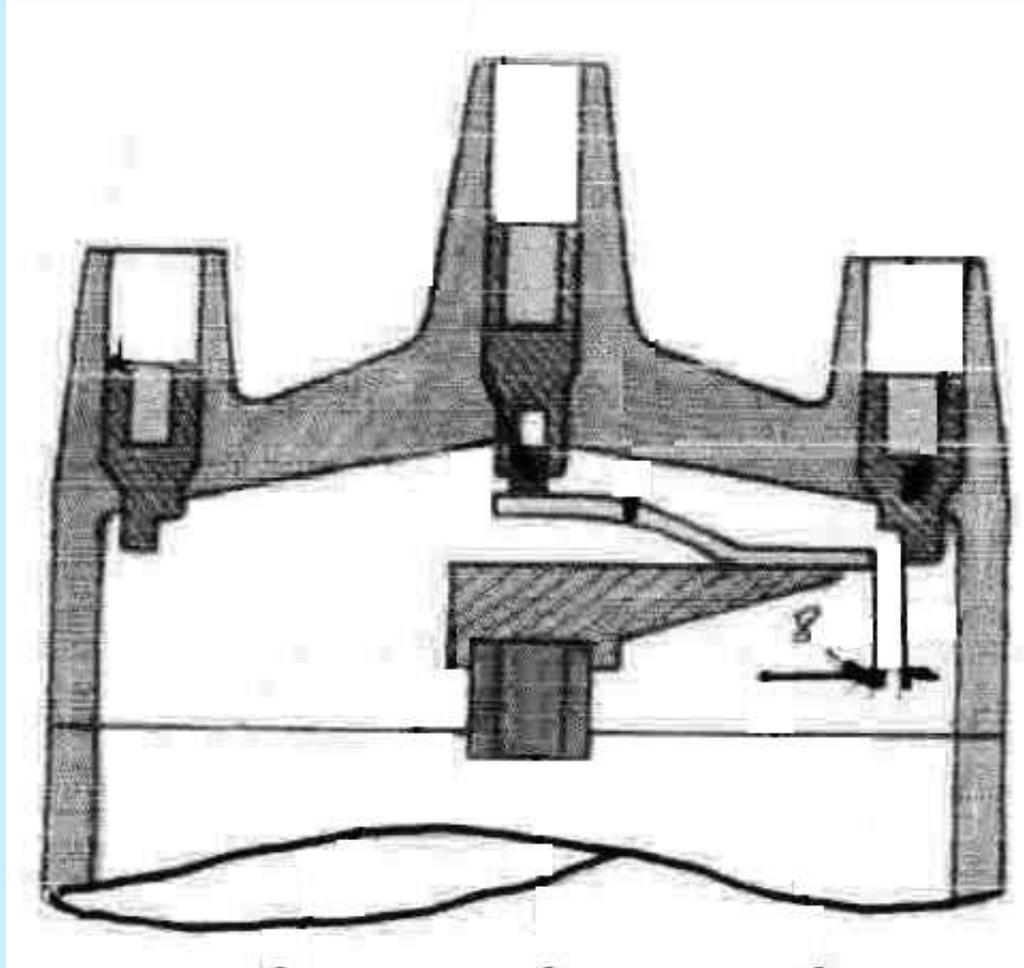
Distributeur (partie haute tension)





Allumage classique

Distributeur (partie haute tension)

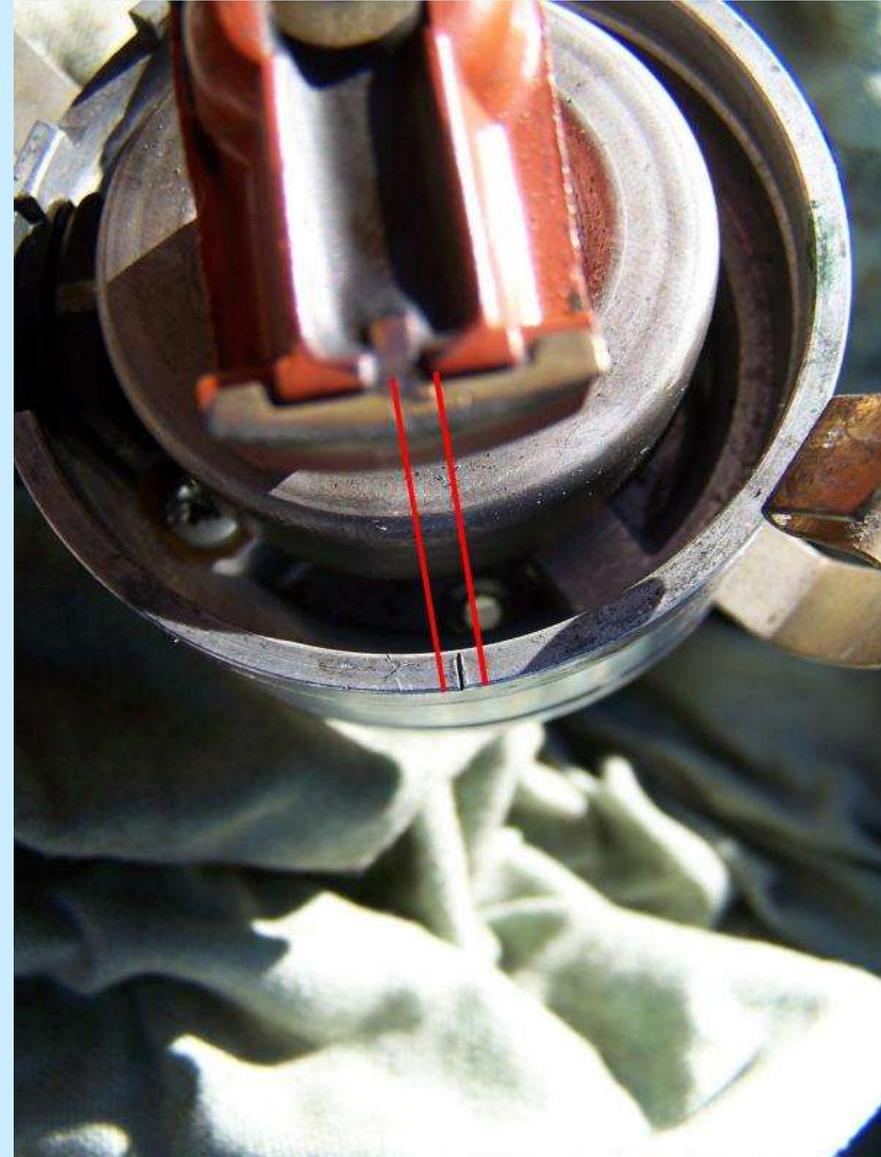
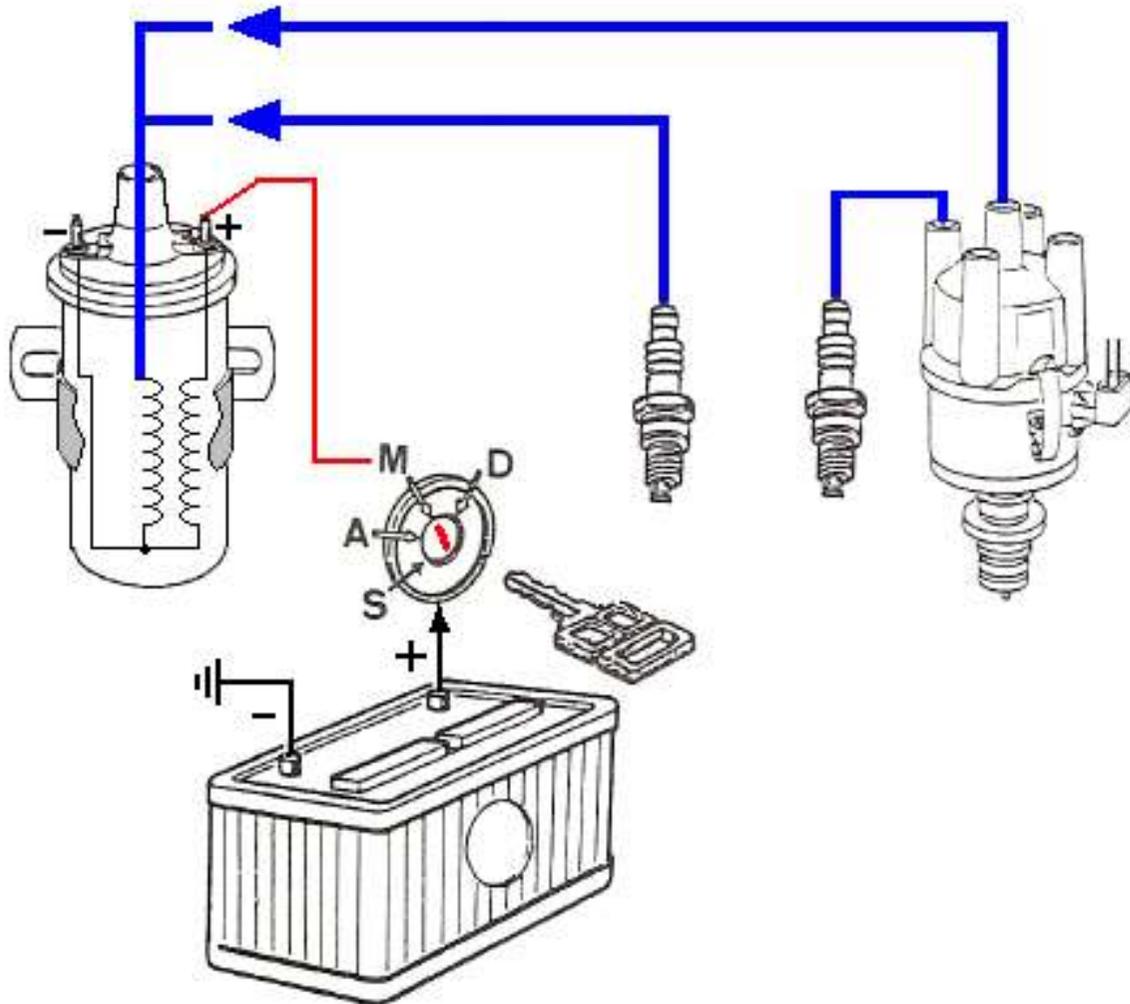




Allumage classique

Distributeur (partie haute tension)

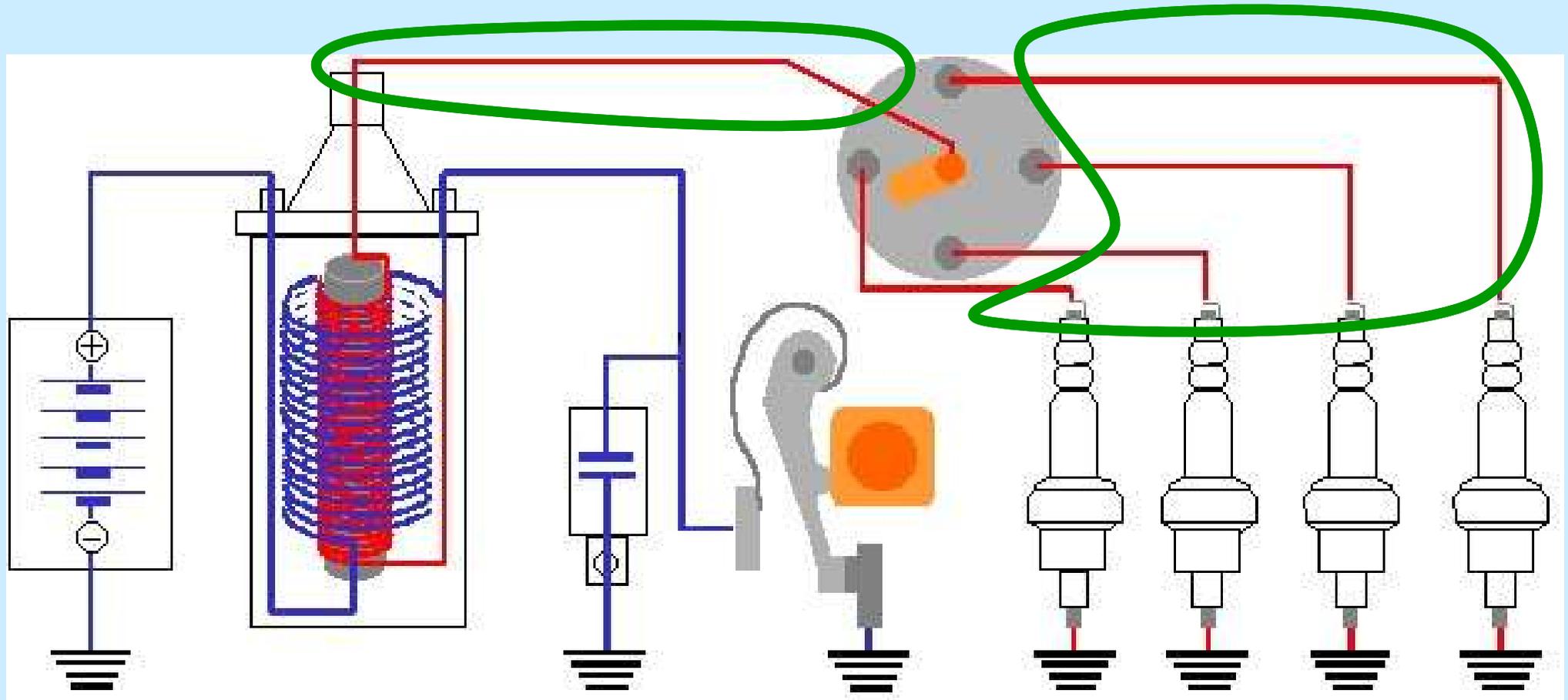
Deux trucs....





Allumage classique

Fils et capuchons HT (Haute Tension)





Allumage

Fils HT

- Transportent la HT de la bobine jusqu'au distributeur (tête de DELCO).
- Transportent la HT du distributeur jusqu'à la bougie appropriée.
- La haute tension (entre 10.000 et 40.000 V) nécessite une bonne isolation.
- Remplacer les vieux fils (isolant craquelé) par des fils HT isolés au silicone.
- En général, les fils HT présentent une résistance série (3-10 k Ω) pour l'antiparasitage. Vous pouvez utiliser des fils sans résistance. Les pertes en ligne seront réduites et l'étincelle légèrement meilleure.
- Dans le cas d'assistance électronique à l'allumage, la HT est bien plus élevée et des risques apparaissent:
 - *Arcs électriques parasites entre les fils et le châssis du véhicule.*
 - *Arcs électriques ou couplage capacitif entre les fils HT (cross fire).*

Il est important d'écarter les fils HT l'un de l'autre et des autres pièces métalliques du véhicule.



Allumage Fils et capuchons HT

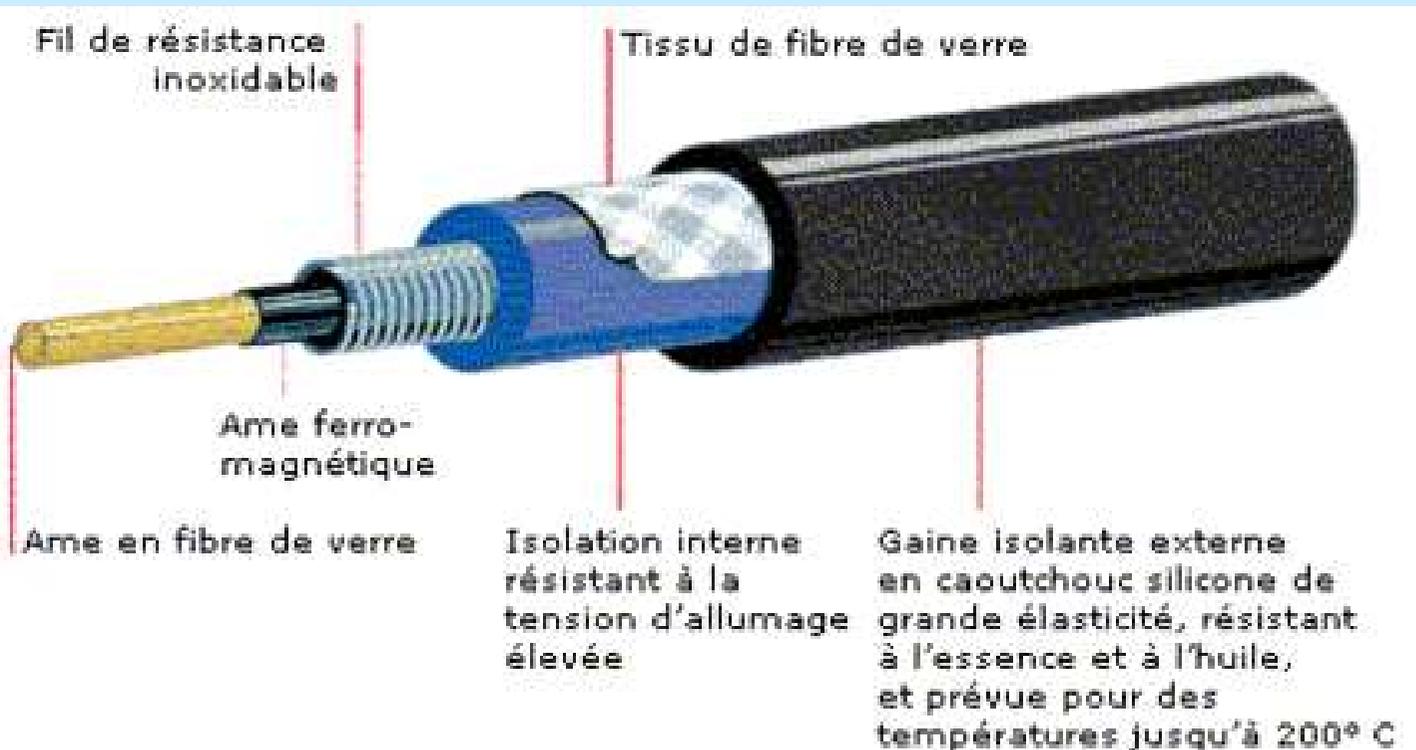




Allumage Fils HT

Avec Réactance

- Excellent déparasitage
- Convient pour les allumages conventionnels
- **Indispensable** si électronique embarquée (injection, GPS, ABS, ESP, etc..)

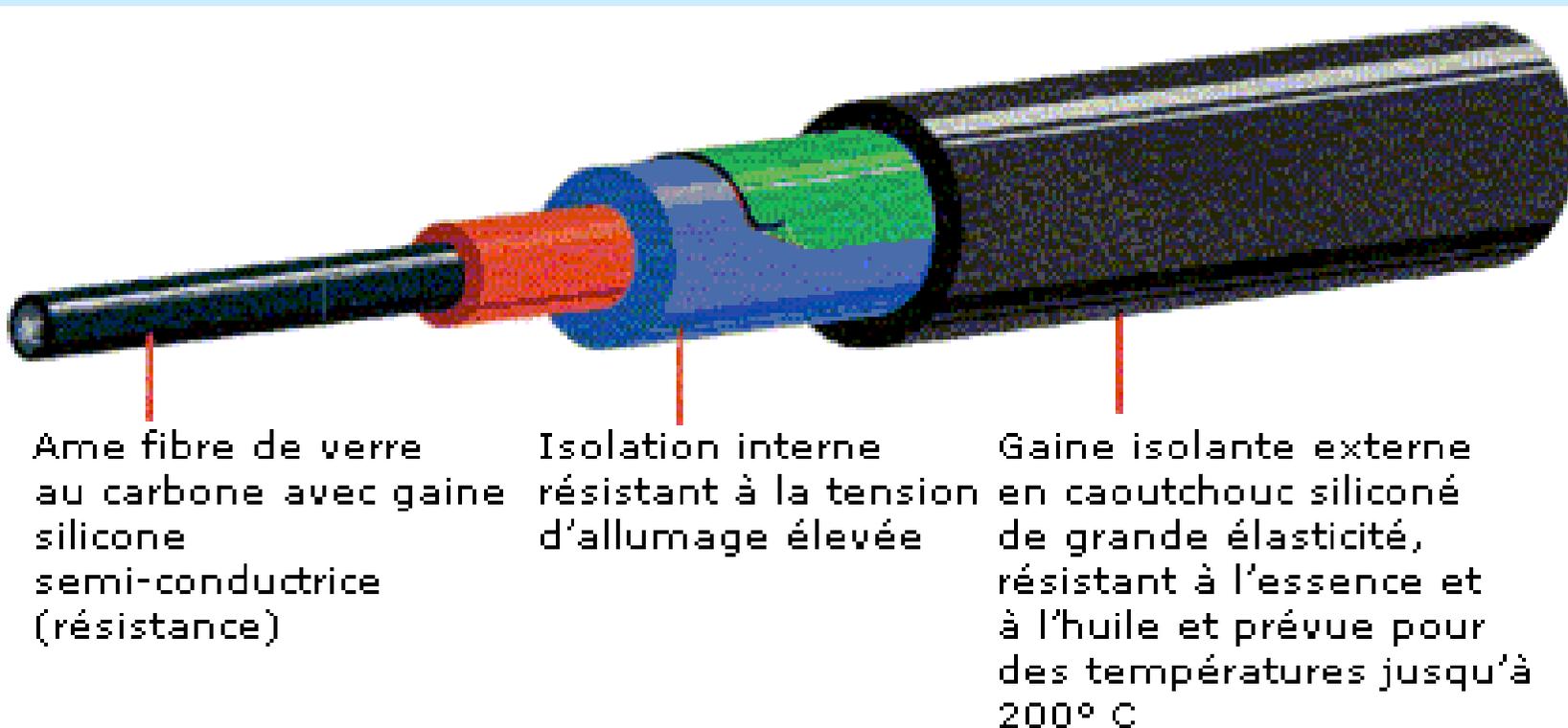




Allumage Fils HT

Âme en carbone

- Déparasitage moyen
- Produit “passe-partout”

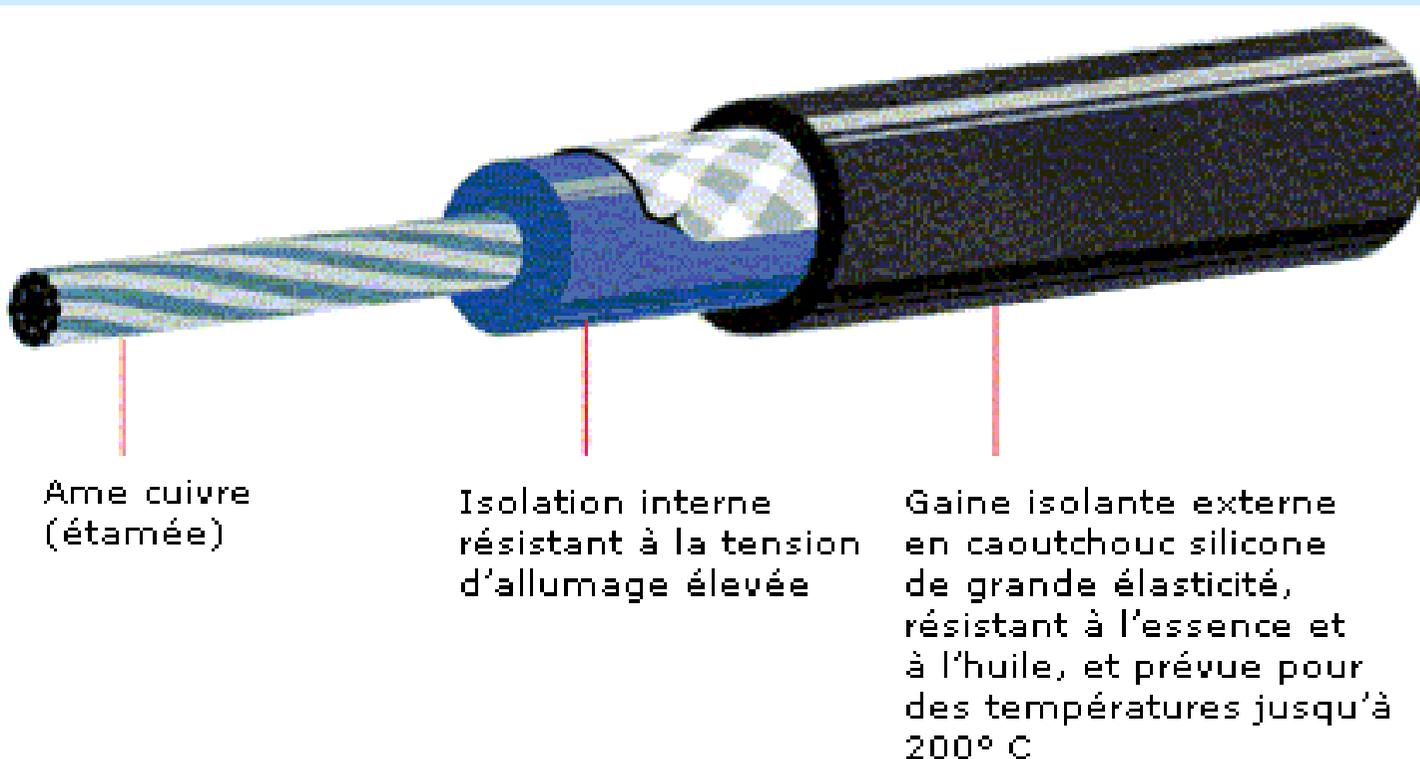




Allumage Fils HT

Âme en Cuivre

- Aucun déparasitage
- Utilisé surtout en compétition
- Convient pour les allumages à décharge de condensateur





Allumage Capuchons HT





Allumage Capuchons HT

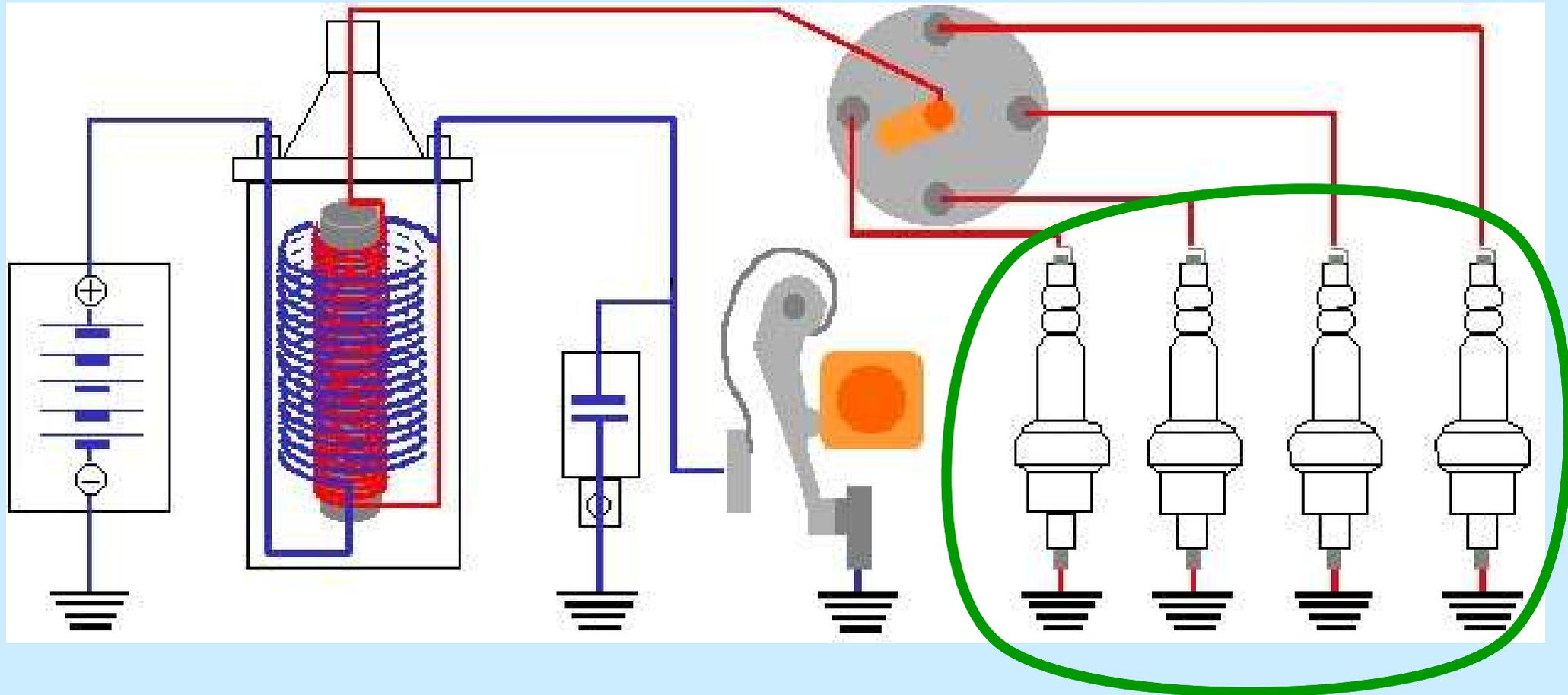
Parfois, les capuchons comprennent une résistance de déparasitage.

A conserver, sauf en cas d'utilisation de fil de bougie du 3^{ème} type (âme en cuivre)



Allumage classique

Bougies



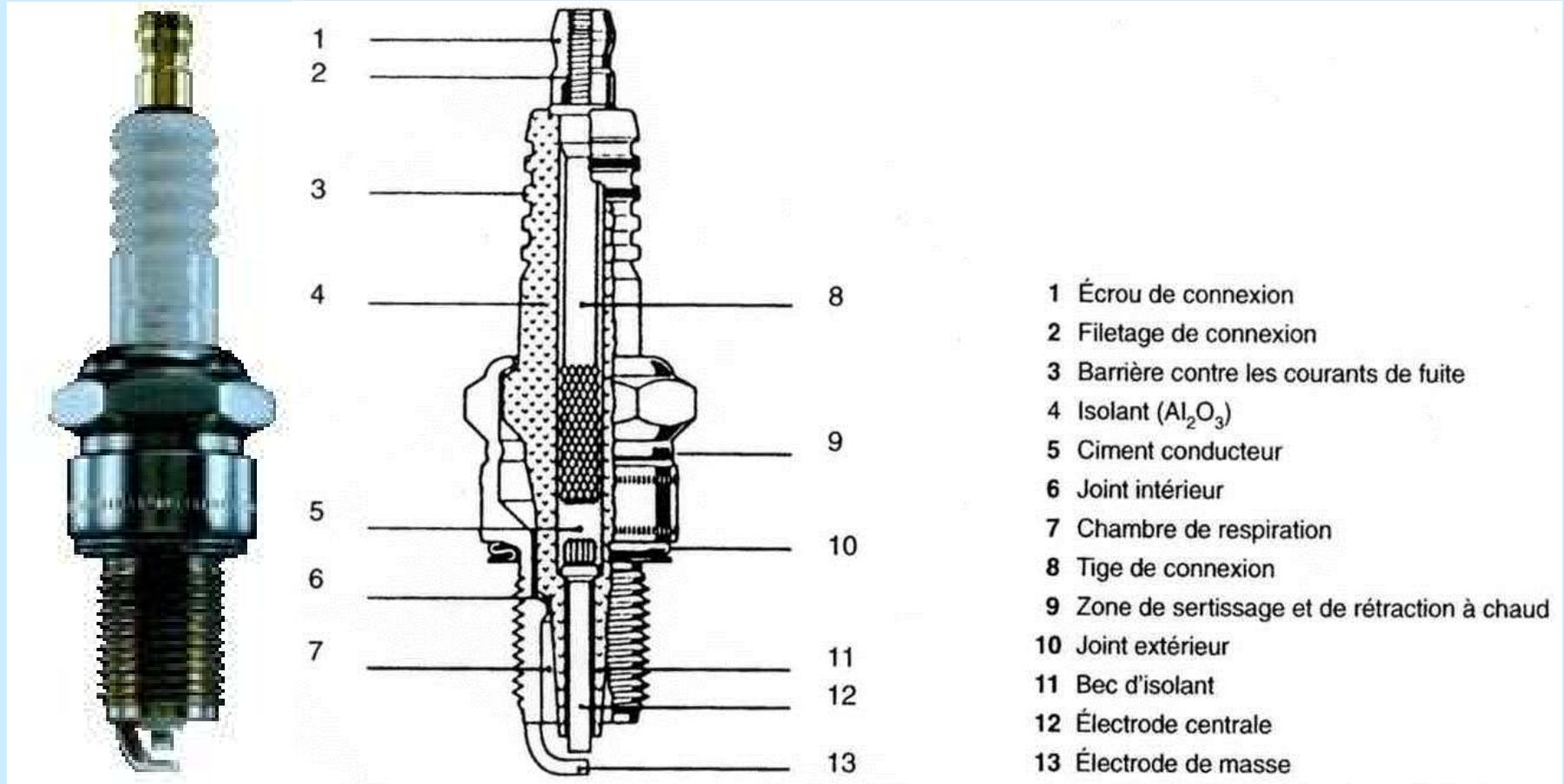


Allumage Bougies





Allumage Bougie



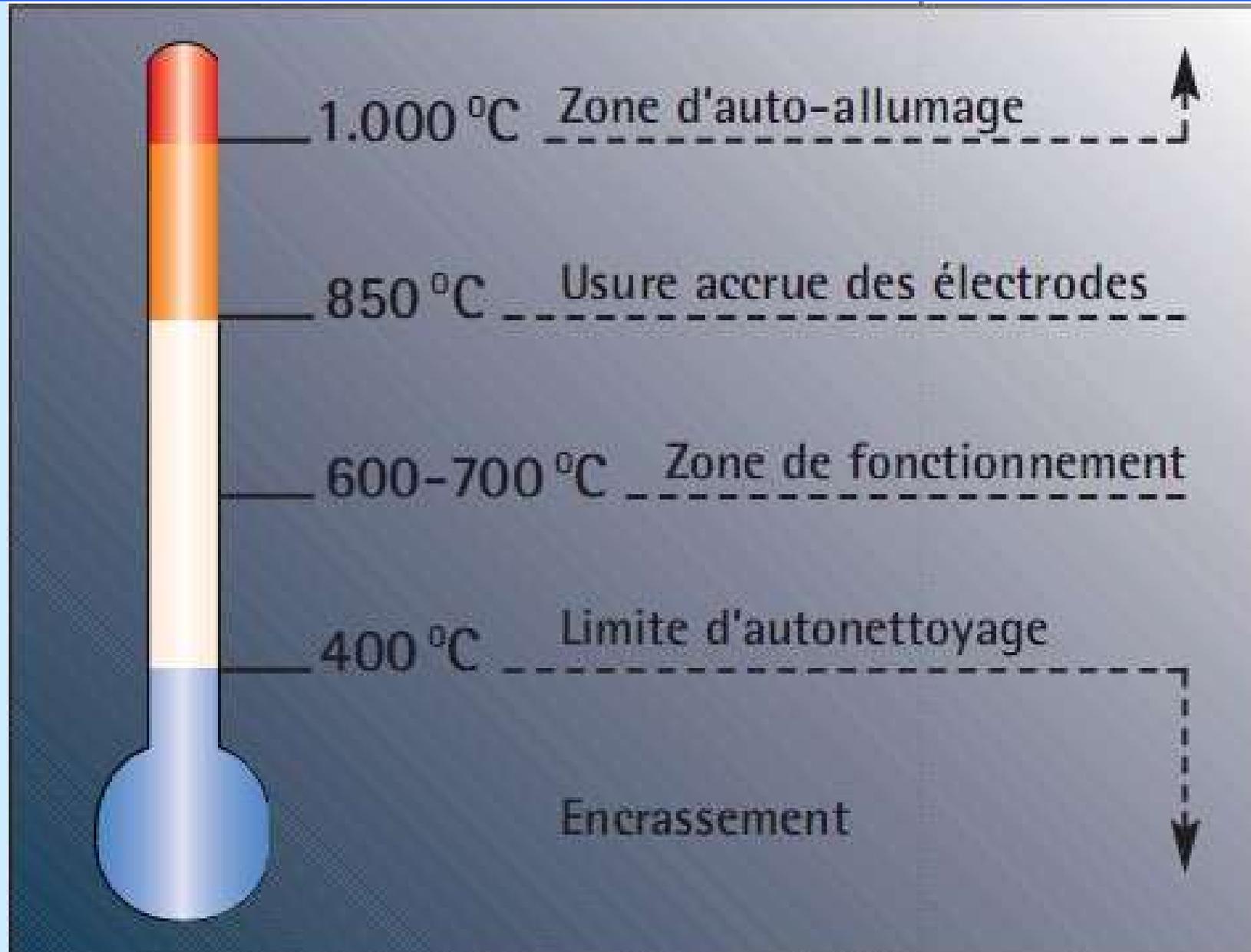


Allumage Bougie

- La bougie transforme la HT en étincelle.
- Dans l'air ambiant, il faut 8.000 V pour créer un arc électrique de 1cm.
- Dans un cylindre en phase de compression, il faut 10-20.000 V pour créer un arc de 1mm.
- L'électrode centrale de la bougie s'échauffe beaucoup plus que l'électrode de masse. Cette particularité est mise à profit pour amorcer une étincelle.
- Pour générer une étincelle, l'électrode centrale, chaude et 'négative' nécessitera moins de Volts qu'une électrode 'positive'.
- La température de l'électrode centrale est très importante.
- Il ne faut pas se tromper dans le choix de l'indice thermique des bougies.
- Éventuellement des bougies 'froides' en été et des bougies 'chaudes' en hiver.



Allumage Bougie

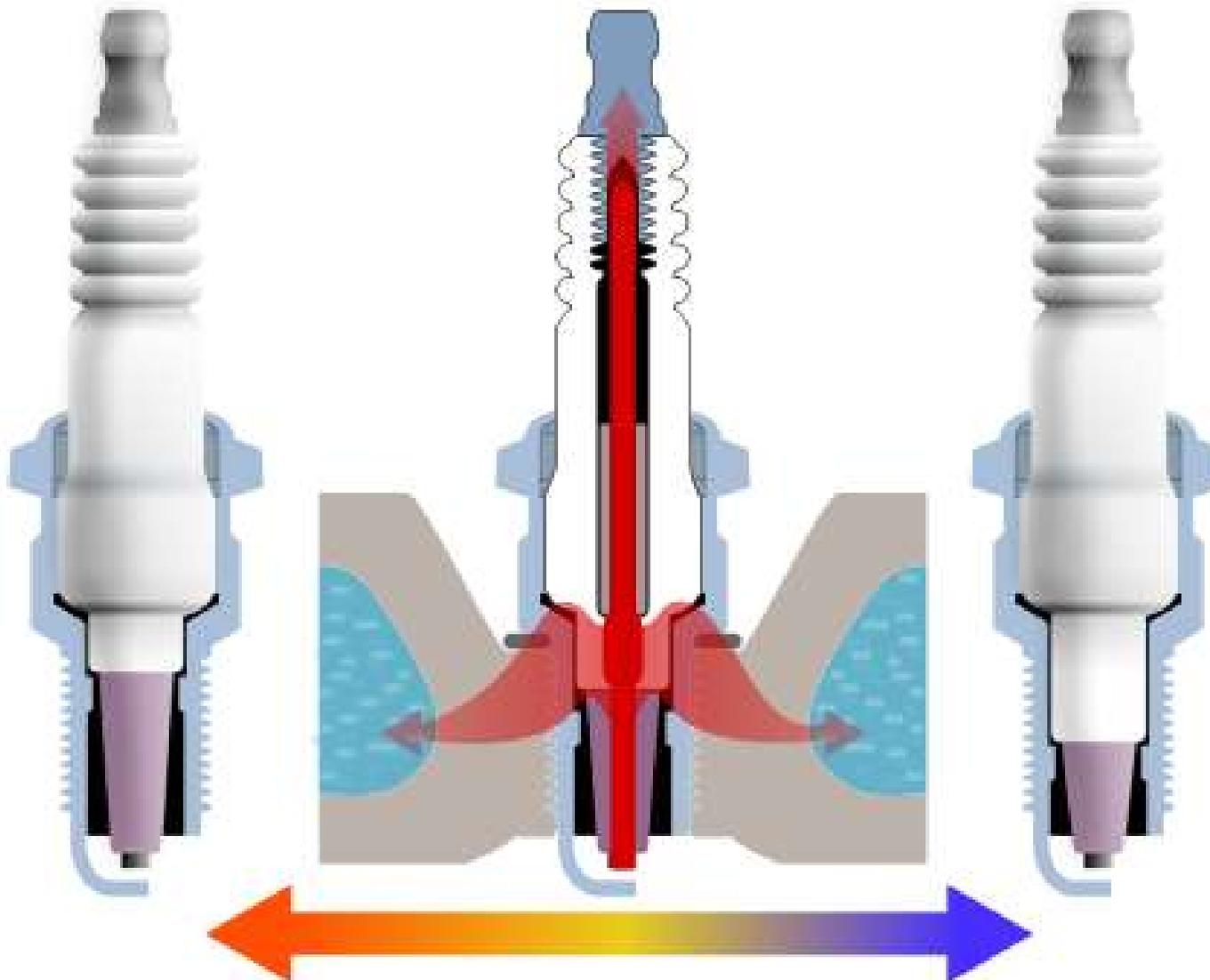




Allumage Bougie

Bougie chaude

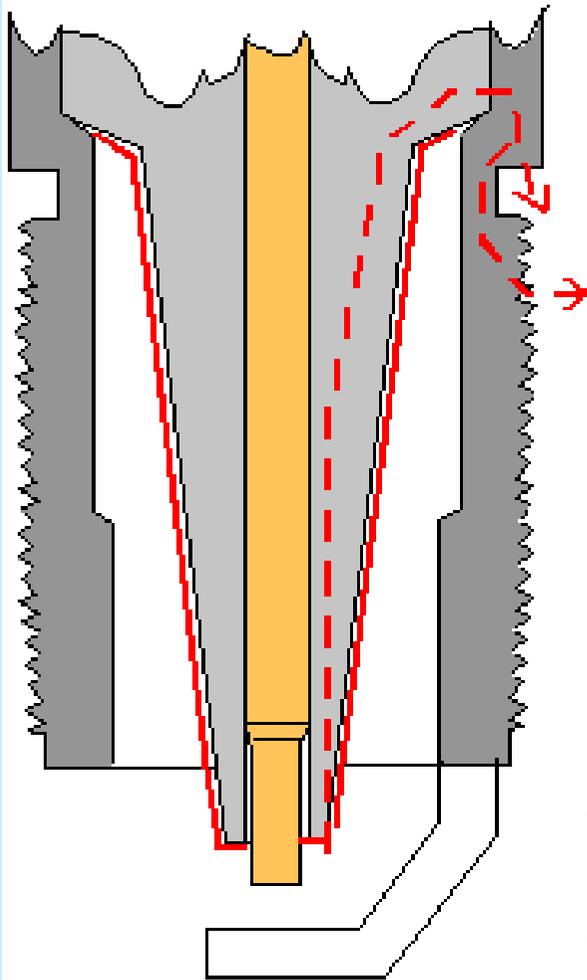
Bougie froide



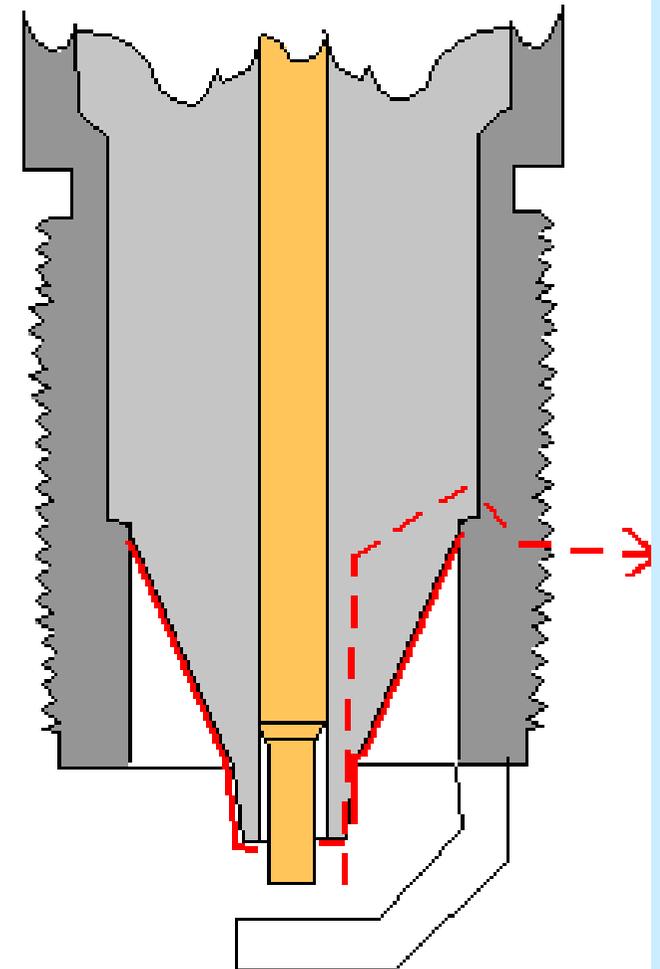


Allumage Bougie

Bougie chaude



Bougie froide



— Absorption de
chaleur

- - - Dissipation
thermique



Allumage Bougie

Correspondances des indices thermiques

	chaud											froid
ACDelco					84-87	82-83	81-82				40-41	
Bosch	10	9	8	7;6	5	4	3		2			
Champion	18	16;14	12;11	10;9	8;7	6;63;61	4;59	57	55	53		
Denso	9	14	16	20	22	24	27	29	31	32	34	35
Eyquem			50-52	58-62								
NGK	2	4	5	6	7	8	9	9.5	10	10.5	11	11.5



Allumage Bougie

Bougie en bonne santé





Allumage Bougie



Indigestion

Causes : excès d'huile dans la chambre de combustion, usure des segments, des pistons ou des soupapes

Effets : ratés d'allumage, perte de puissance, démarrages difficiles, fumées bleues à l'échappement.

Remèdes : révision complète du moteur





Allumage Bougie



Rhume

Causes : mélange trop riche, air mal filtré, starter déréglé

Effets : ratés d'allumage, consommation élevée

Remède : réglage de la carburation, nettoyage du filtre à air





Allumage Bougie



Fièvre

Causes : mélange trop pauvre, mauvais réglage de la distribution ou de l'avance à l'allumage, mauvais indice thermique de la bougie



Effets : ratés d'allumage, perte de puissance, détérioration du moteur



Remèdes : vérifier la carburation, l'allumage et la distribution. Remplacer par une bougie plus 'froide' (avec indice thermique plus faible)



Allumage Bougie



Épuisement

Causes : auto allumage

Effets : ratés d'allumage, perte de puissance, détérioration du moteur



Remèdes : vérifier l'avance à l'allumage et si les bougies sont bien adaptées au moteur (indice thermique)



Allumage Bougie



Fracture

Causes : mauvais réglage de l'écartement des électrodes, de l'avance à l'allumage ou de la carburation

Effets : ratés d'allumage, perte de puissance, détérioration du moteur



Remèdes : vérifier l'avance à l'allumage, la carburation (trop pauvre), le circuit de refroidissement



Allumage Bougie



Retraitée

Causes : grand âge

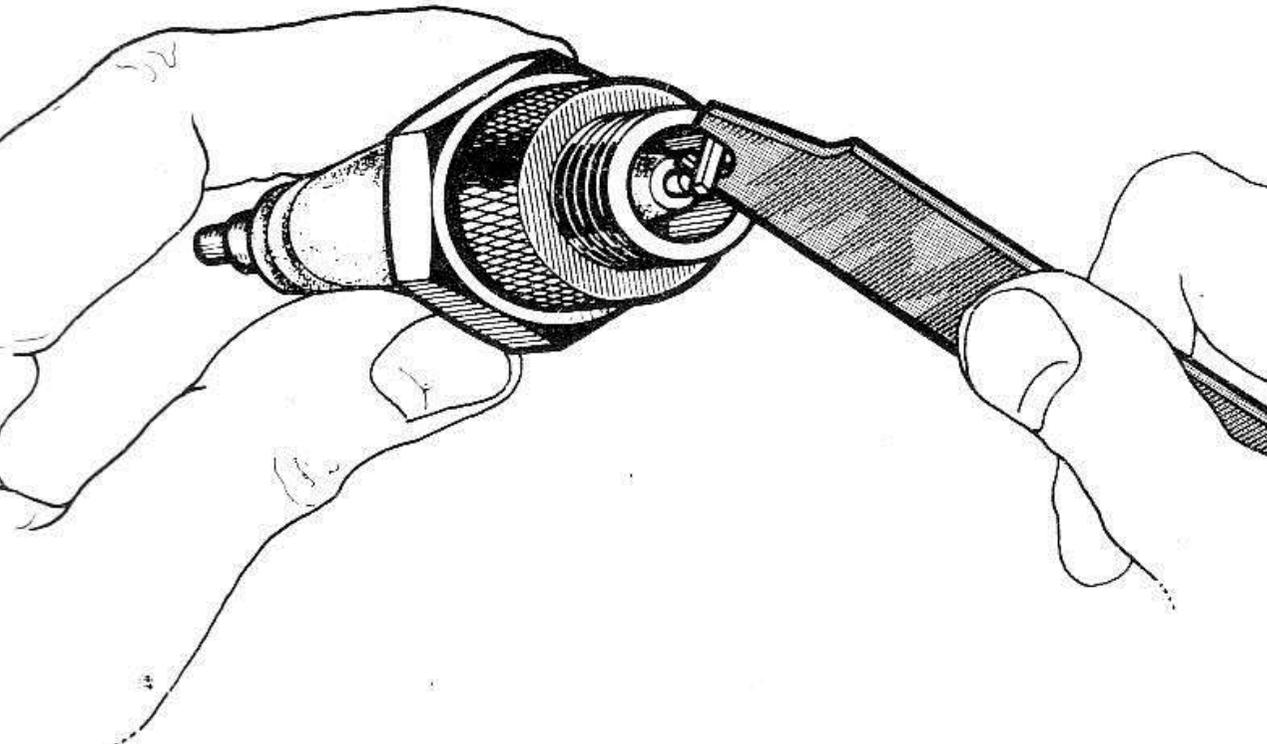
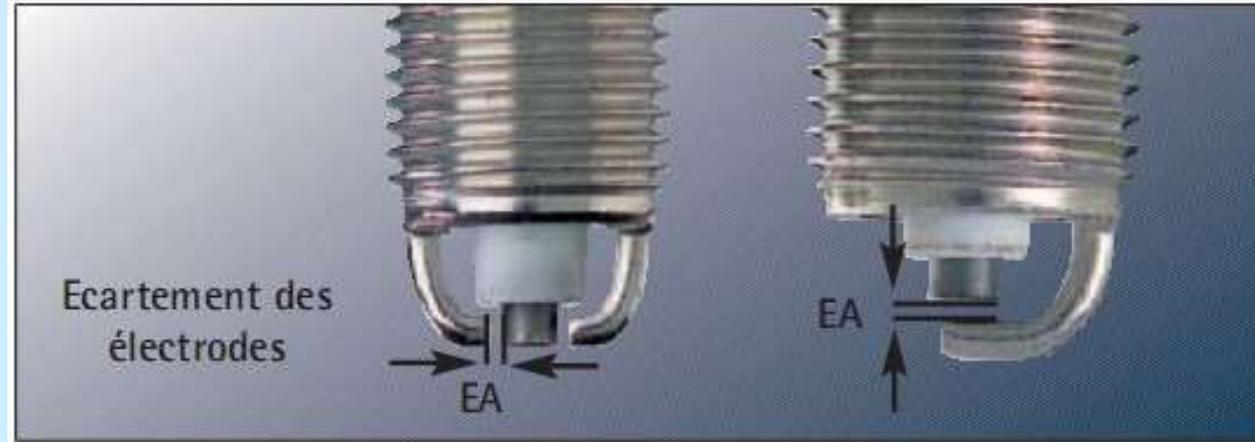
Effets : ratés d'allumage, perte de puissance, détérioration du moteur

Remèdes : remplacement





Allumage Bougie



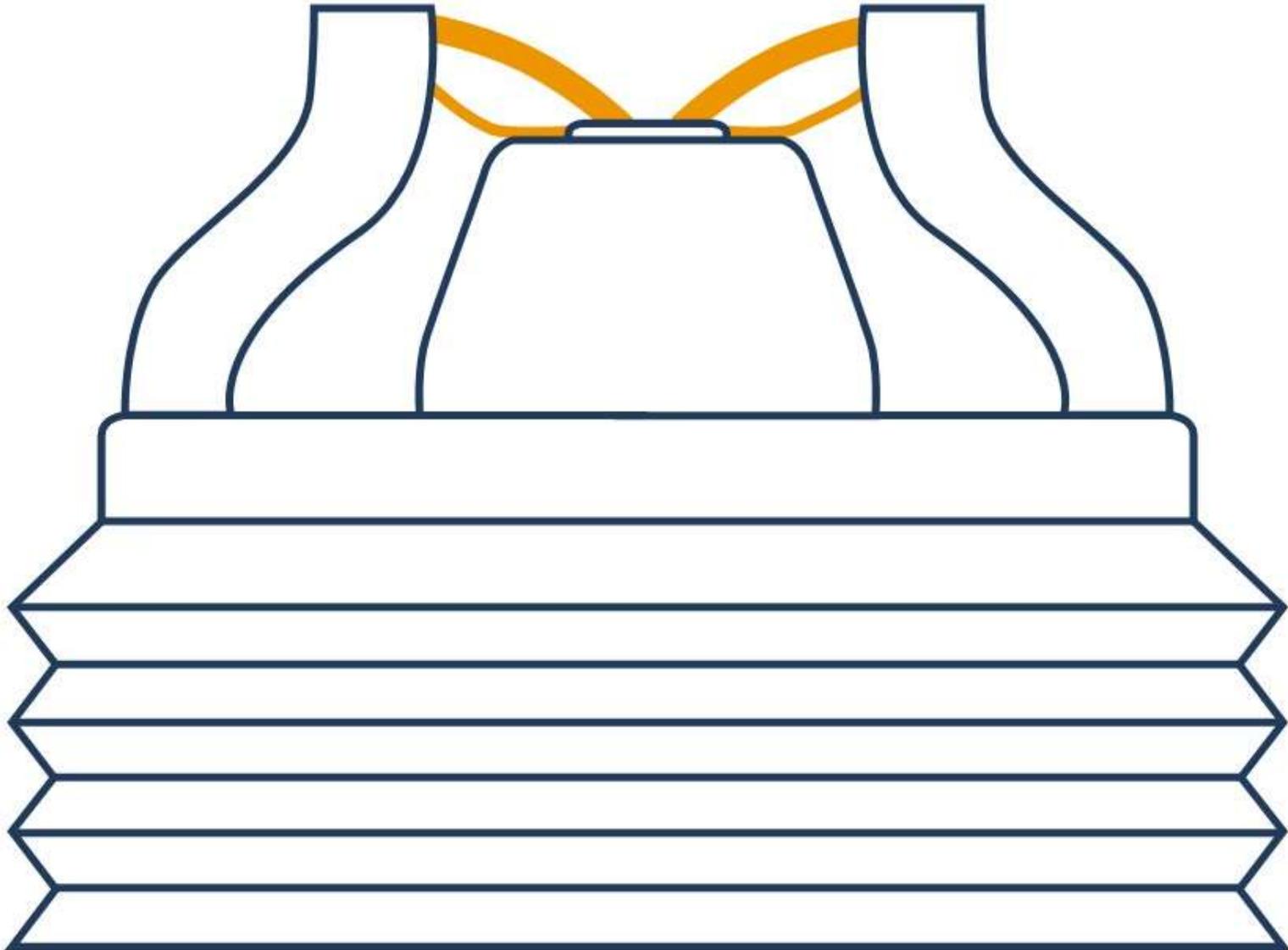
*Allumage conventionnel :
0.6 à 0.8mm*

*Allumage électronique :
jusqu'à 1mm*



Allumage

Bougie à électrodes multiples





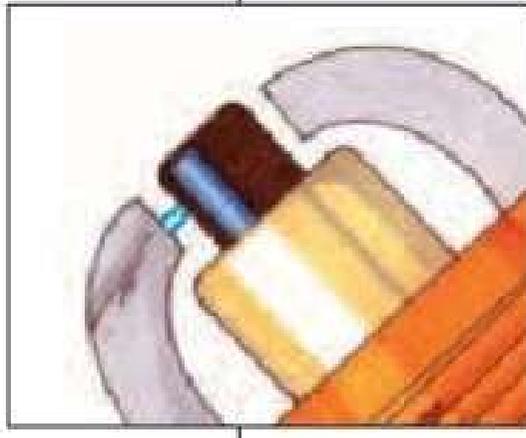
Allumage

Bougie à électrodes multiples

*Trajectoire de l'étincelle
aérienne*



*Trajectoire de l'étin-
celle glissante*





Allumage Bougie

Électrodes multiples

- Beru (D)
- Bosch (D)
- Golden Lodge (GB)
- Etc..



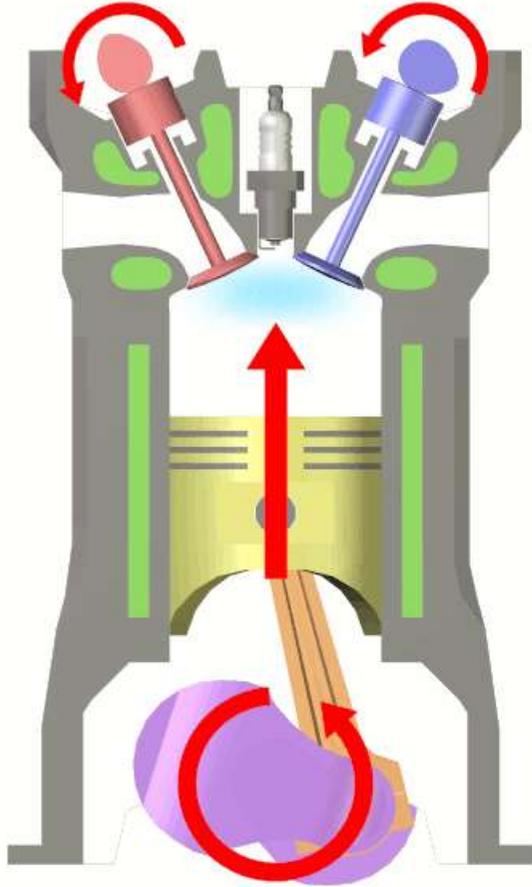


Allumage

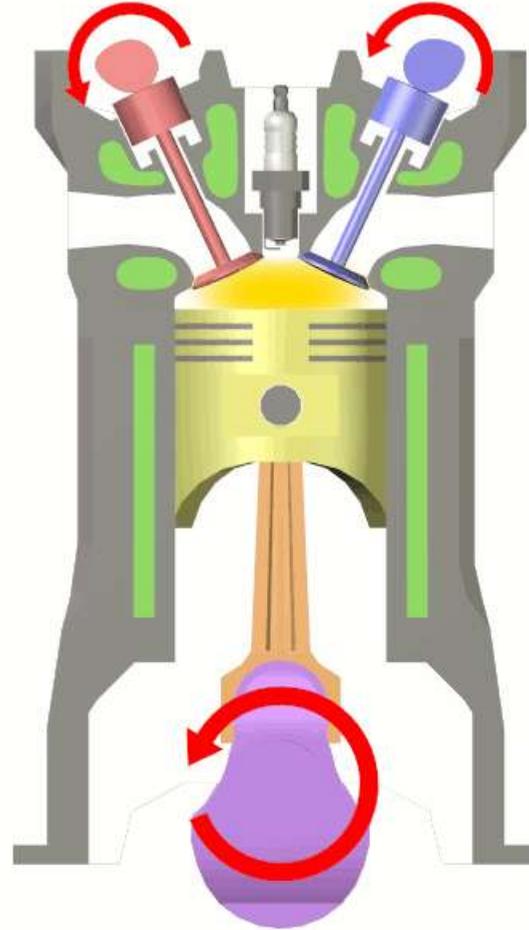
PAUSE



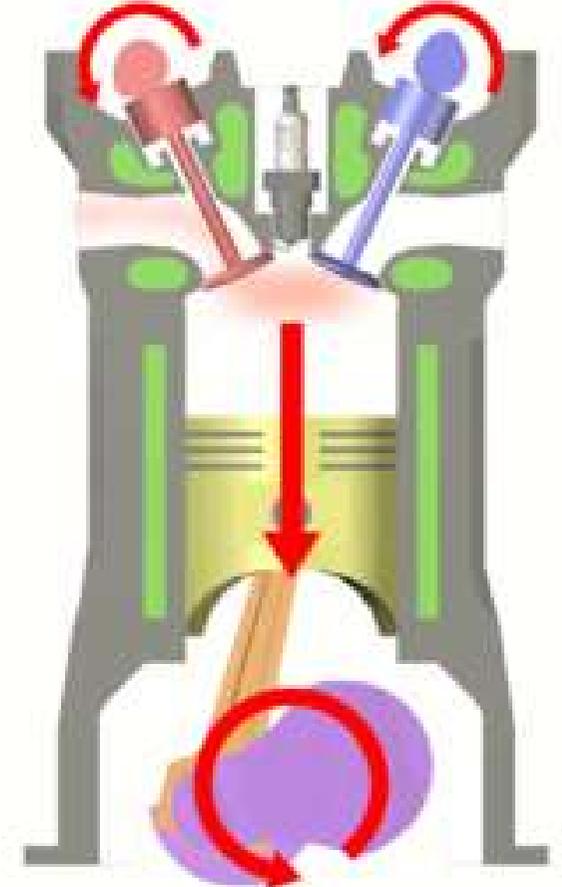
Synchronisation de l'allumage



Compression



Explosion



Détente



Synchronisation de l'allumage

- Le mélange gazeux aspiré est un brouillard de particules.
- L'inflammation du mélange n'est pas immédiate.
- Elle débute au moment de l'étincelle.
- *La vitesse de combustion passe de 2-6 m/s (ralenti) à 20 m/s (stable au-delà de 1.000 RPM) et atteint 300 m/s en cas de cliquetis.*
- Avec de l'essence classique (indice d'octane 95-98), il faut 1–2 ms pour que la combustion soit totale et la pression maximale.

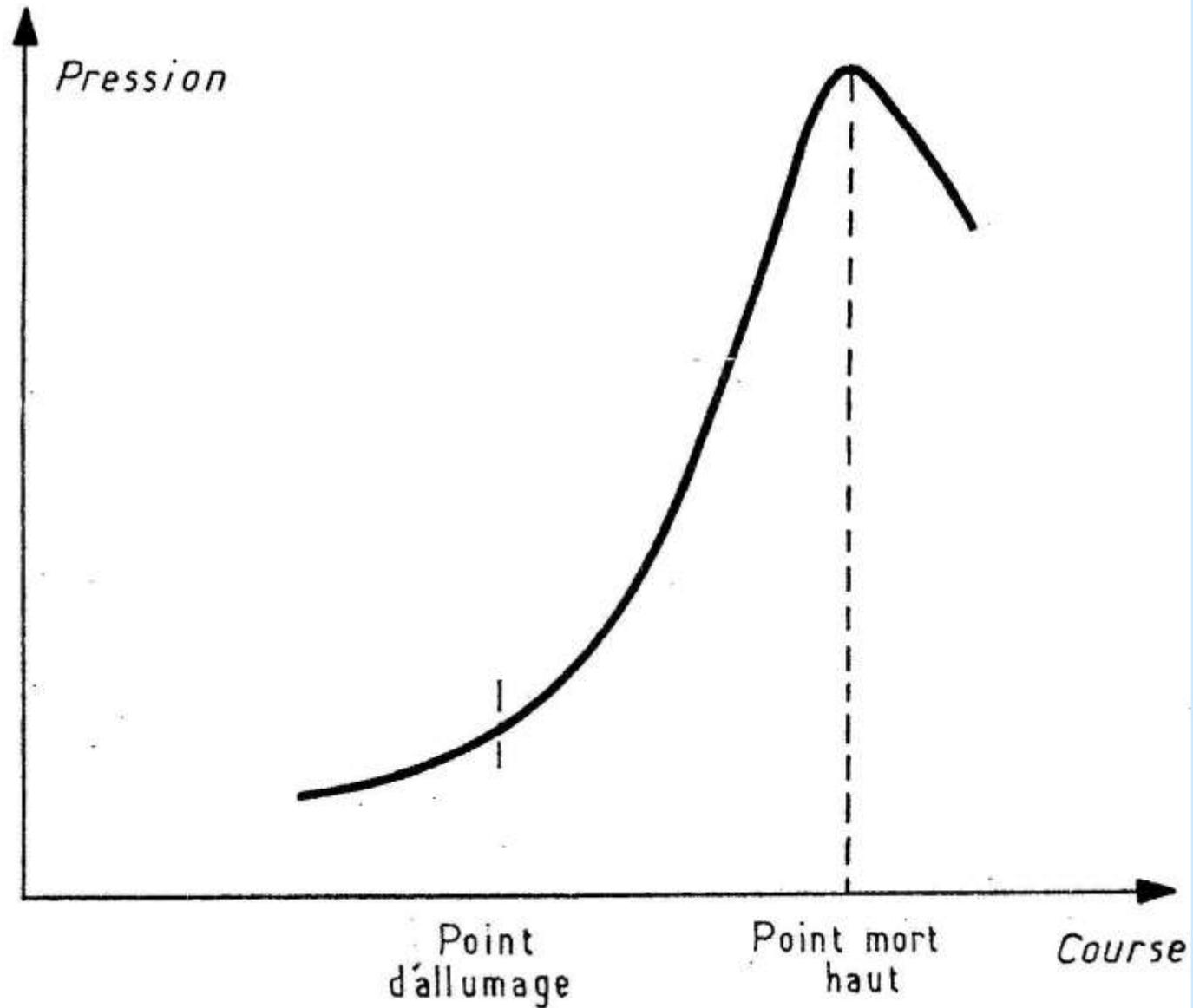


Synchronisation de l'allumage

- Rendement maximum = pression maximale au PMH.
- L'étincelle doit démarrer avant le PMH => avance à l'allumage.
 - Si elle se fait trop tôt, apparition de cliquetis destructeur et contre-pression.
 - Si elle se fait trop tard, l'énergie d'explosion est mal utilisée et le rendement diminue.
- Dans le cas du LPG ou du E85 (85% de bioéthanol – 15% essence) la combustion est plus lente (indice d'octane = 104 RON) et l'avance plus importante.



Avance à l'allumage Comment ça marche ?





Avance à l'allumage

Comment la déterminer ?

Qu'est ce qui devrait normalement entrer en ligne de compte pour déterminer l'avance à l'allumage optimale ?

- Géométrie du moteur, choix du carburant et dosage du mélange
- Pression de l'air aspiré (raréfaction en altitude ou surpression du turbo)
- Charge appliquée du moteur : pied au plancher ou pied léger
- Vitesse de rotation du moteur (RPM)

Mais aussi..

- Température du moteur
- Température et humidité de l'air aspiré
- Qualité du carburant (indice d'octane RON – de 95 à 104)
- Qualité de la combustion (sonde LAMBDA dans l'échappement)



Avance à l'allumage Comment ça marche ?

En fonction de son âge, un moteur d'ancêtre possède jusqu'à 3 systèmes pour créer de l'avance à l'allumage:

- ✓ **L'avance statique (calage d'origine)**
- ✓ **L'avance centrifuge**
- ✓ **L'avance à dépression**



Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance statique (de 6 à 15°)

- Elle est déterminée par le constructeur en fonction de la géométrie du moteur, filtre à air, carburateur(s) ou injection, conduits d'admission, soupapes, forme des pistons, taux de compression, conduits d'échappement, pot d'échappement, etc.
- Le réglage de l'avance statique peut se faire simplement:
 - *Moteur arrêté*, au moyen d'une simple lampe témoin
 - *Moteur au ralenti*, à chaud au moyen d'une lampe stroboscopique

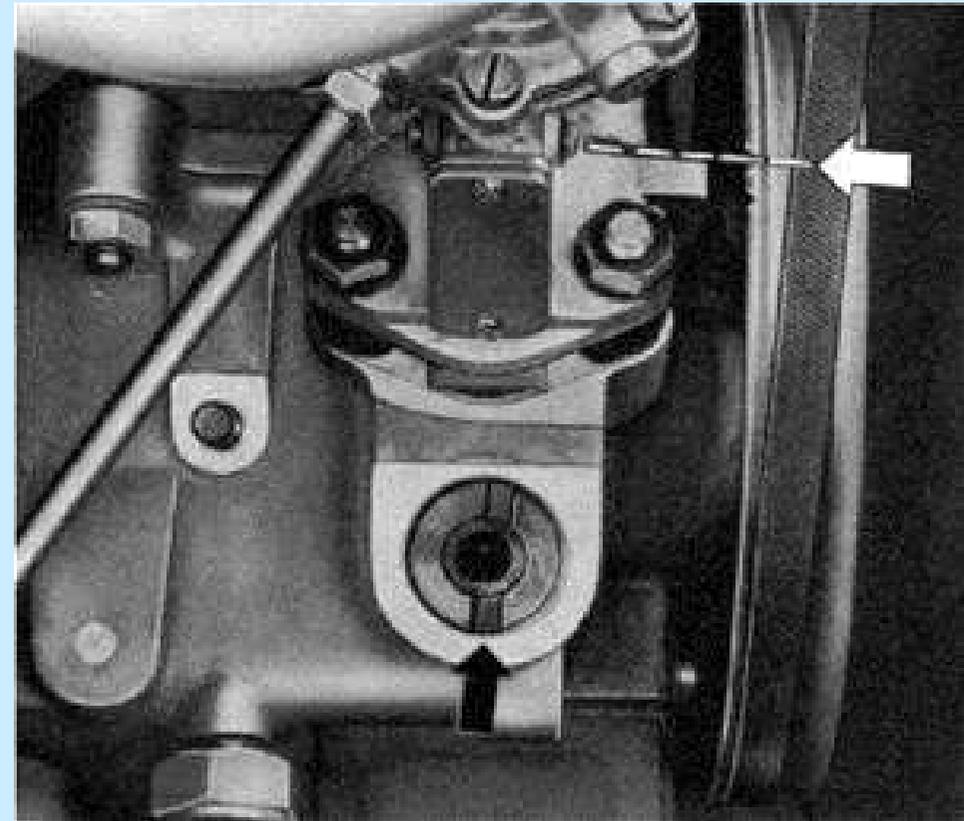
Attention : modifier un moteur implique d'adapter l'avance statique

- Passage au LPG ou E-85 : de 4 à 10° supplémentaires.
- Avec le LPG, on conserve un petit réservoir d'essence. Le réglage de l'avance statique est délicat.



Avance à l'allumage Comment ça marche ?

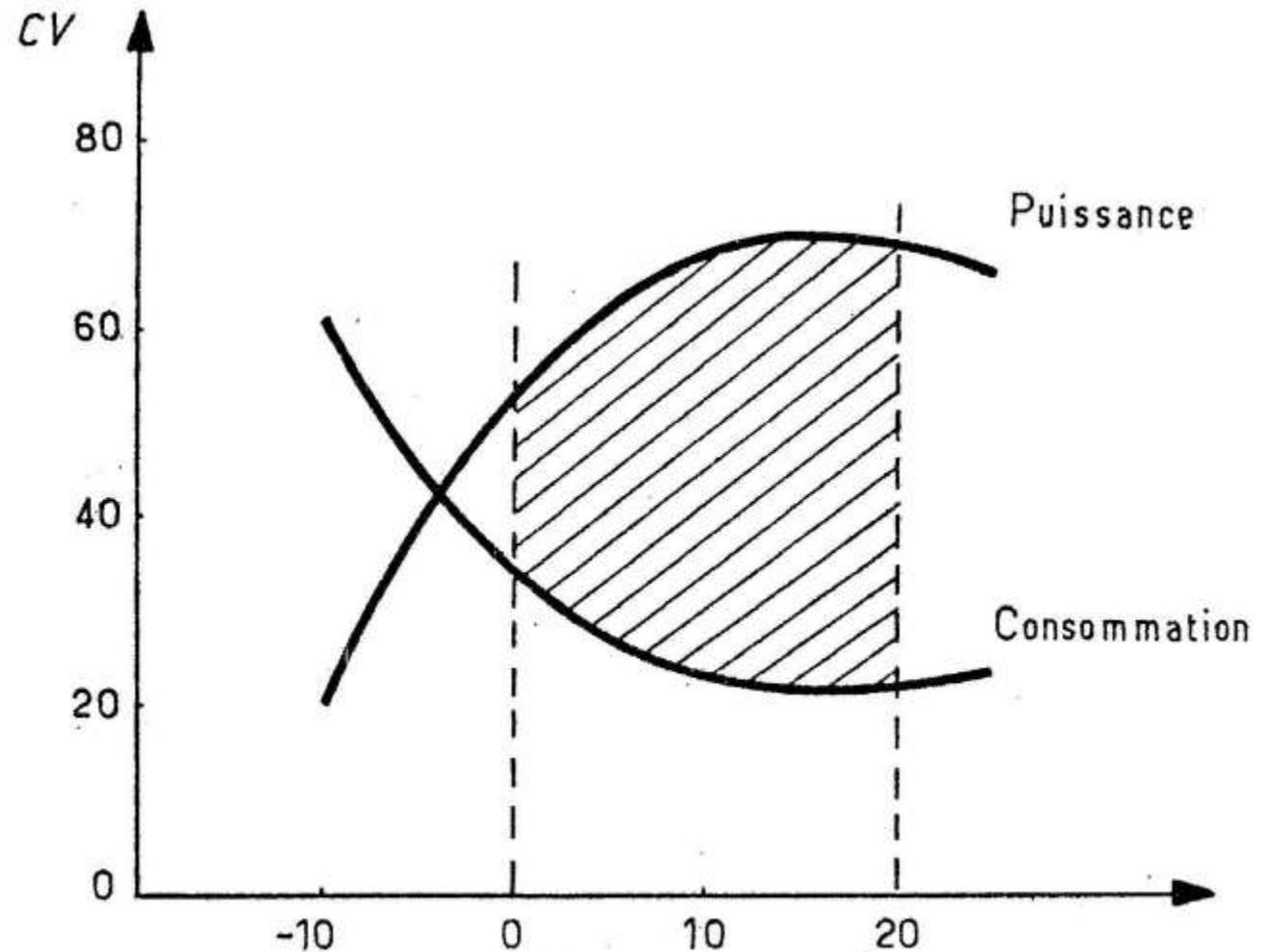
L'avance statique (de 6 à 15°)





Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance statique (de 6 à 15°)





Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance statique doit être contrôlée et réglée régulièrement

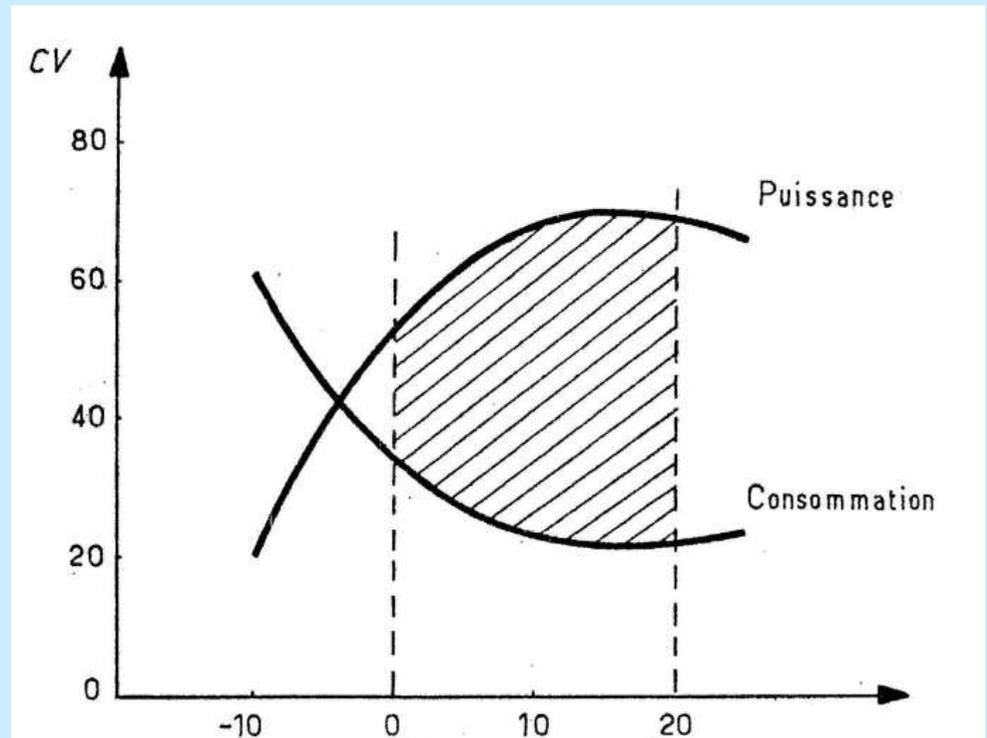
- Le languet s'use
- Les contacts électriques s'usent

0,2mm d'usure = 10° de retard



Conséquences:

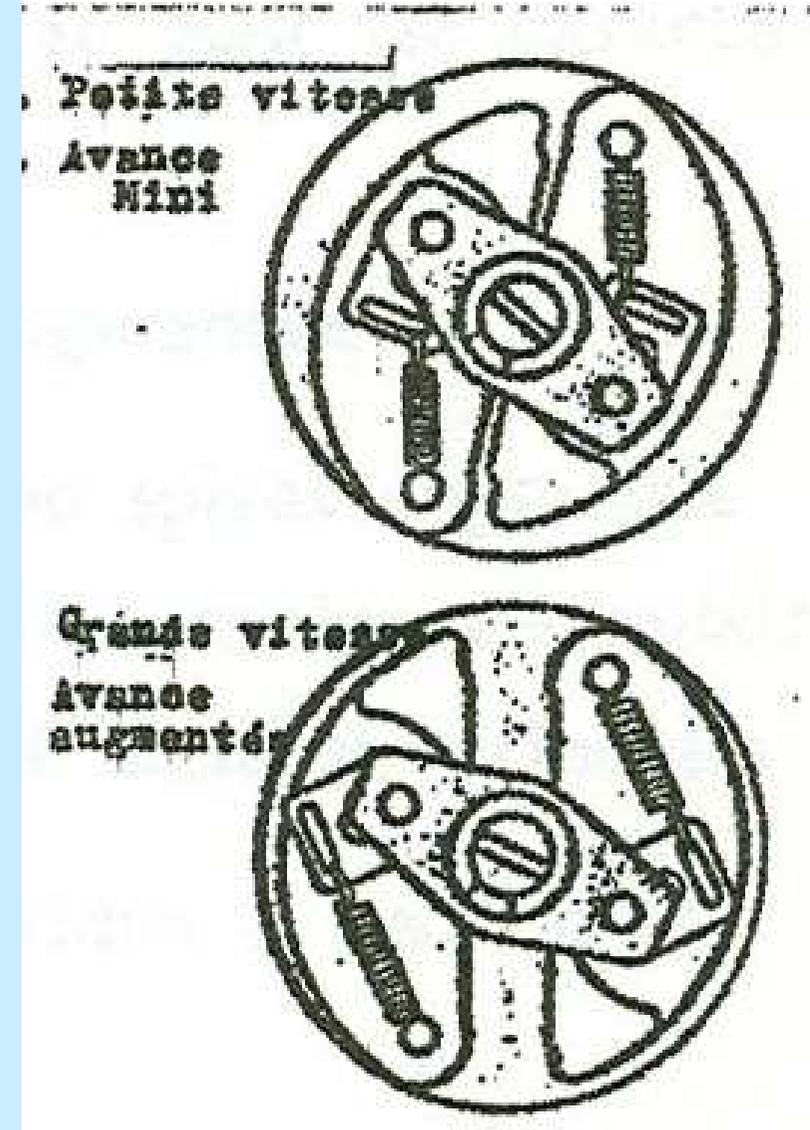
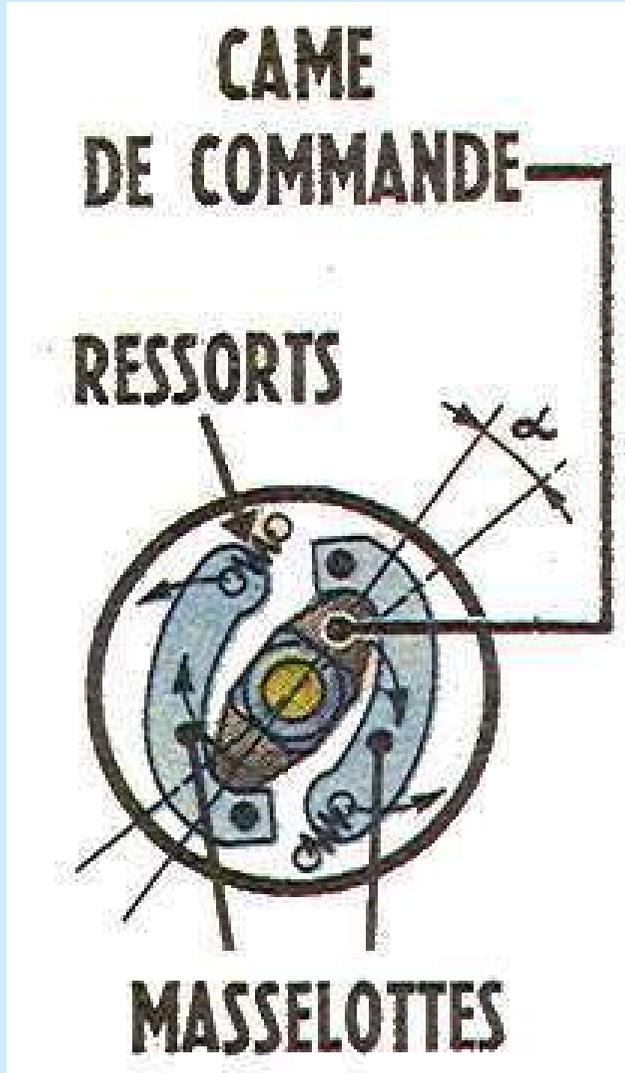
- Puissance en baisse : **-10%**
- Consommation en hausse : **+8%**





Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance centrifuge (de 0 à 30-35°)





Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance centrifuge (de 0 à 30-35°)





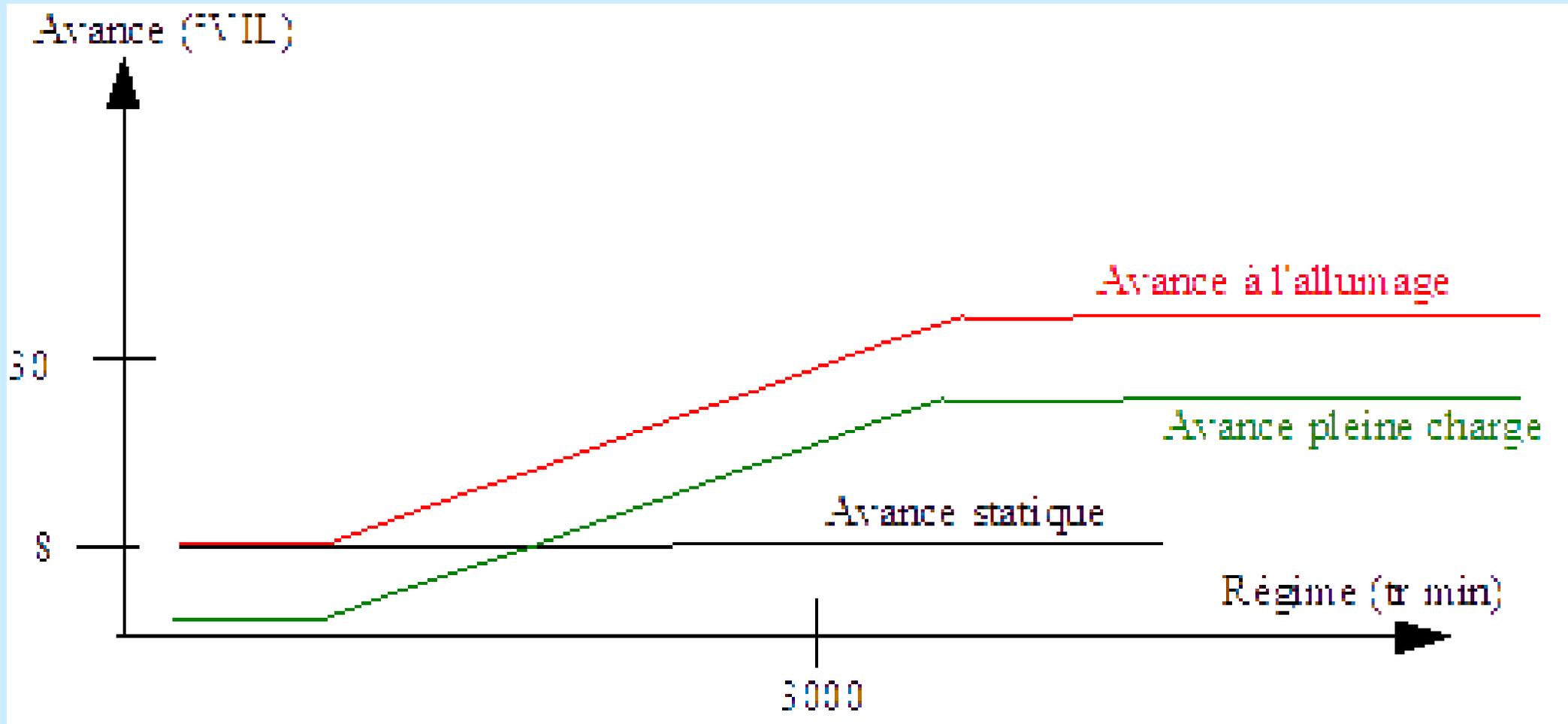
Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance centrifuge (de 0 à 30-35°)

- Des masselottes s'écartent dès que le régime moteur augmente et font pivoter le plateau qui supporte les vis platinées. L'avance fournie dépend de la force des ressorts de rappel.
- Optimisée généralement pour un régime de 3.000 RPM.
- Elle n'est pas réglable. On peut juste la vérifier avec une lampe stroboscopique et un compte-tours lorsque le moteur est en fonctionnement.



Avance à l'allumage Comment ça marche ?





Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance à dépression (de 0 à 15°)



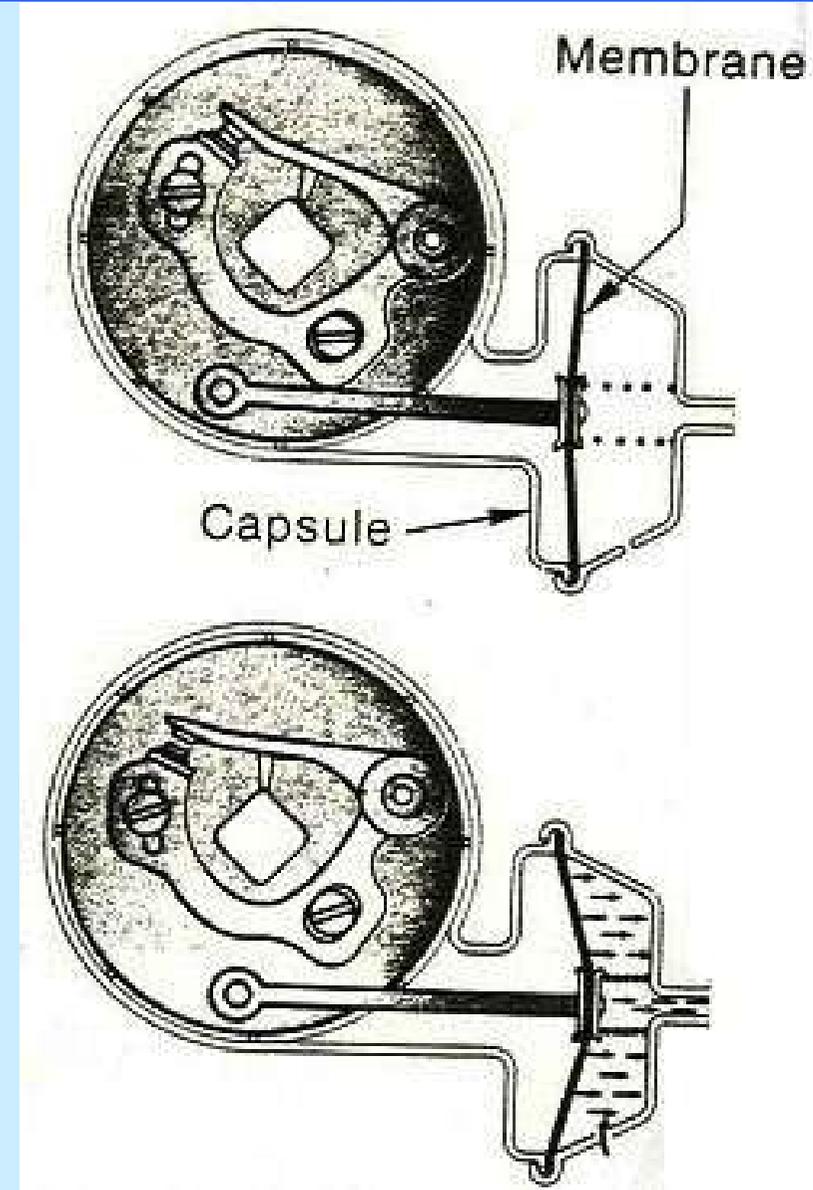


Avance à l'allumage

Comment ça marche ?

L'avance à dépression (de 0 à 15°)

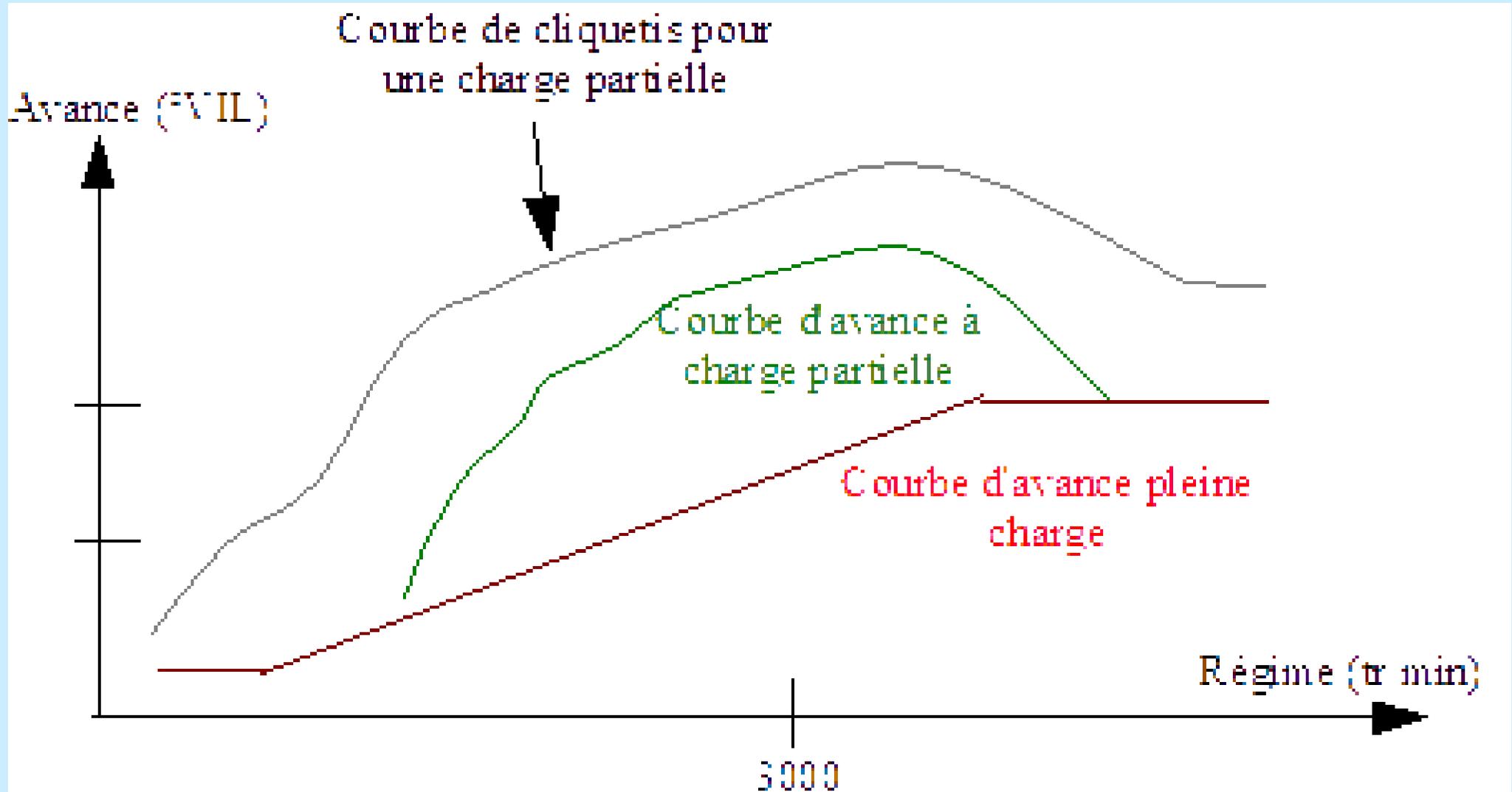
- Prélevée dans les tubulures d'admission, la dépression donne une image assez correcte de la charge du moteur.
 - *Pied au plancher = faible dépression,*
 - *Pied léger = dépression normale,*
- Cette dépression appliquée à une membrane fait pivoter le plateau qui porte les vis platinées.
- Elle n'est pas réglable, mais on peut vérifier son fonctionnement avec une lampe stroboscopique.





Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'avance à dépression (de 0 à 15°)





La dépression dans la tubulure d'admission

L'importance de la dépression....



La dépression dans le collecteur d'admission donne une bonne image du rendement et de la santé du moteur



La dépression dans la tubulure d'admission

**AIGUILLE
STATIONNAIRE**



**MOTEUR NORMAL
AU RALENTI**

**INDICATION NORMALE
avec ECARTS dans un
sens ou dans l'autre**



**Papillon des gaz ouvert
& fermé: MOTEUR
NORMAL - SEGMENTS
ET SOUPAPES EN ORDRE**

**FLUCTUATIONS
DEL'ALGUILLE**



**MAUVAIS REGLAGE
DE CARBURATEUR**



La dépression dans la tubulure d'admission



**Dépression inférieure
à 350 mm au niveau de
la mer: RETARD A
LA DISTRIBUTION**



**Baisse intermittente de
3 ou 4 divisions, supprimées
temporairement en dispersant
de l'huile pénétrante dans
la tubulure d'admission:
SOUPAPES GRIPPEES**



**Au ralenti, même
indication qu'a l'exem
no 1, mais fluctuations
en accélérant:
RESSORTS DE
SOUPAPES RENDUS**



La dépression dans la tubulure d'admission



**350 a 450 mm de depression
au niveau de la mer:
RETARD A L'ALLUMAGE**



**Baisses enregistrées au
moment du fonctionnement
de la soupape defectueuse:
SOUPAPE BRULEE OU
N'ASSURANT PLUS
L'ETANCHEITE**



**Vibrations au ralenti,
se stabilisant en
accélérant:
GUIDES DE
SOUPAPES USES**



La dépression dans la tubulure d'admission



**Contact d'allumage coupe:
PAPILLON DES GAZ
COINCE, DEFAUT
D'ETANCHEITE
AUX JOINTS DU
CARBURATEUR OU DE LA
TUBULURE D'ADMISSION**



**Baisse progressive à mesure
que le regime est augmenté:
POT D'ECHAPPEMENT
OBSTRUE**



**Fluctuations excessives
à tous les regimes:
DEFAUT D'ETANCHEITE
AU JOINT DE CULASSE**



Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'action combinée de ces 3 systèmes...

- **Le calage d'origine**
- **L'avance centrifuge**
- **L'avance à dépression**

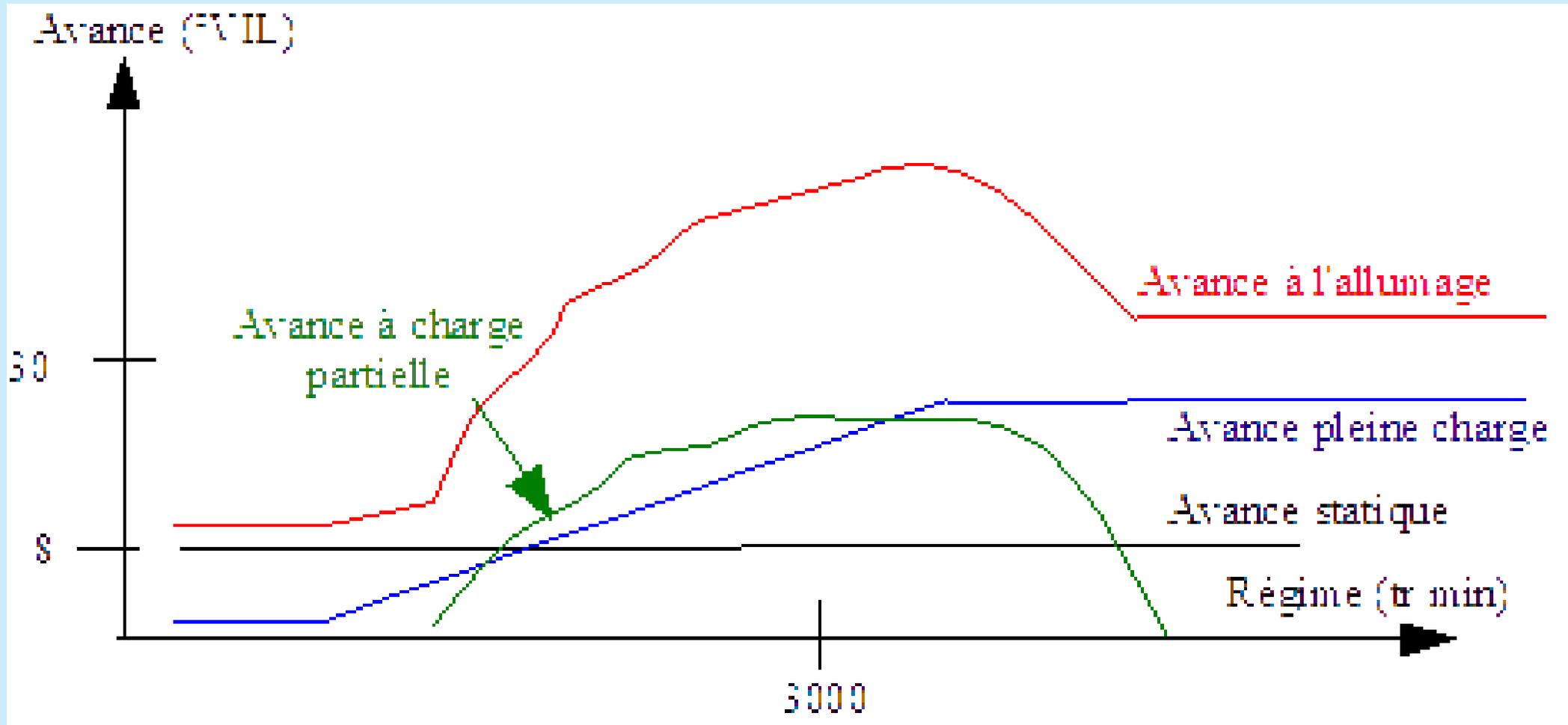
...fournit une avance permettant un fonctionnement '*raisonnablement normal*' du moteur.

Étant donné que chaque système est un compromis, le résultat global est loin d'être optimisé.



Avance à l'allumage Comment ça marche ?

L'action combinée de ces 3 systèmes...





Allumage conventionnel

Problèmes électriques

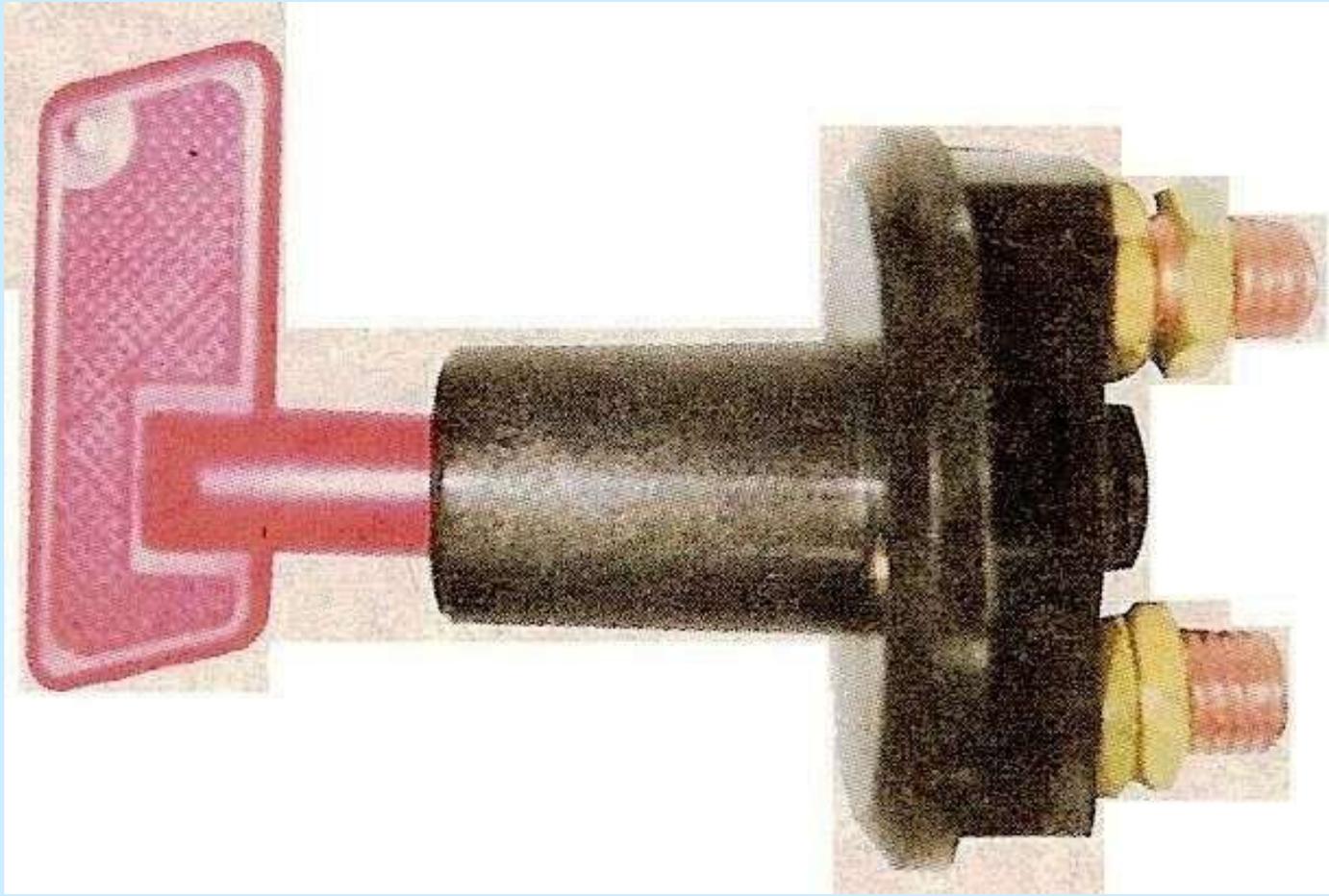
1. Batterie déchargée ou en fin de vie (- de 12V = 1 élément mort)
2. Cosses oxydées ou mal serrées
3. Câblage basse tension oxydé, corrodé, mauvais contacts, cosses mal serties et pertes en ligne
4. Fusible claqué ou oxydé
5. Bobine (claquages internes) – **éviter le fonctionnement sans bougie**
6. Fils haute tension (pertes et ‘cross-fire’)
7. Tête de DELCO (manque d’étanchéité, humidité, dépôts de carbone, fissures et pertes)
8. Vis platinées ‘piquées’, mauvais contact
9. Condensateur ‘claqué’, sa durée de vie n’est pas éternelle



Allumage conventionnel Problèmes électriques

Un petit truc recommandé pour les “ancêtres”...

Coupe-circuit sur le fil qui relie la batterie à la masse du véhicule





Allumage conventionnel

Problèmes mécaniques

1. Réglage délicat de l'écartement des vis platinées et du point d'allumage.
2. Cames parfois mal usinées : mauvaise précision de l'allumage.
3. Le ressort des vis platinées s'avachit : rebondissement à la fermeture des contacts et étincelles parasites qui perturbent le moteur.
4. L'avance centrifuge dépend de la raideur des ressorts. Elle est optimisée pour un seul régime (généralement 3.000 rpm pour des ressorts neufs). Lorsque les ressorts sont fatigués, ce régime se rapproche de 2.000 rpm). Trop d'avance et apparition de cliquetis.



Allumage conventionnel

Avantages

- ✓ Simplicité
- ✓ Robustesse

Inconvénients

- Le temps de remplissage de la bobine (donc l'énergie et la durée de l'étincelle) diminue avec la vitesse de rotation du moteur.
- La coupure du courant primaire par les vis platinées n'est pas 'franche'.
- Au démarrage, étincelle faible (sauf en cas de résistance ballast).
- Précision de l'étincelle insuffisante.
- Compromis technique : n'est optimisé que pour un seul régime: généralement au couple maximum.
- Se dégrade en permanence.



Allumage conventionnel

Diagnostic moteur

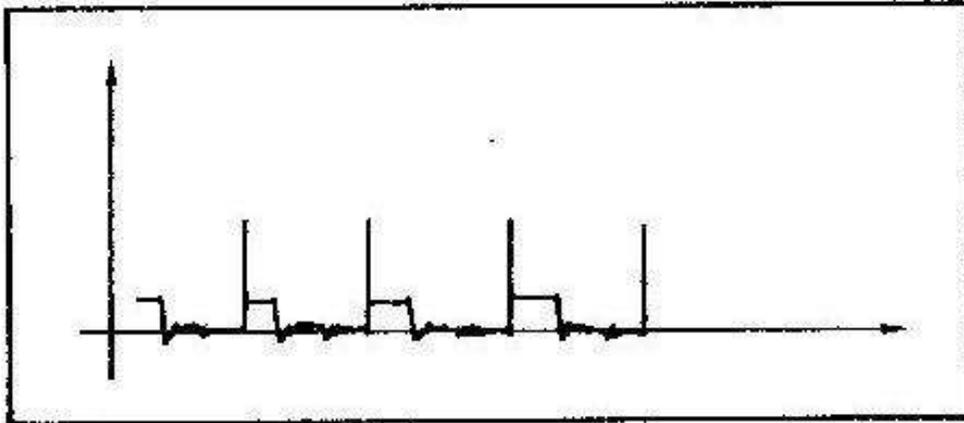


Fig. 2. – Oscillogramme « enchaîné » d'un 4 cylindres.

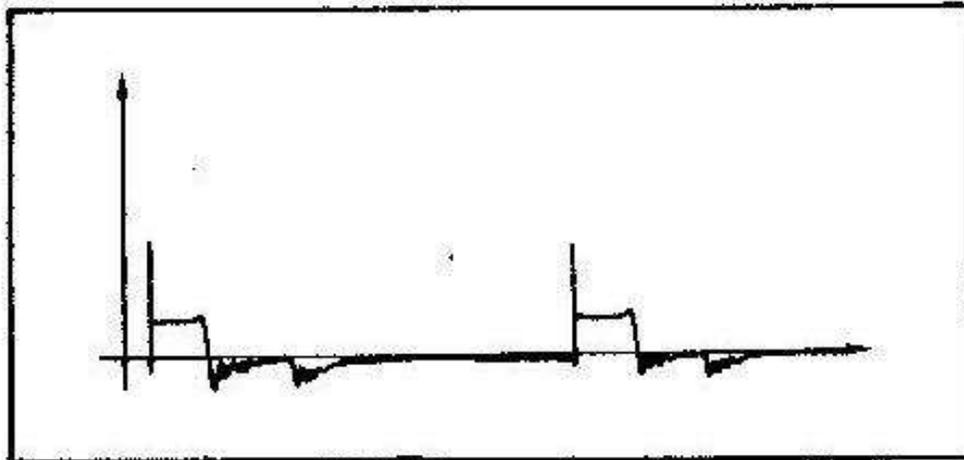


Fig. 3. – Oscillogramme isolé d'un cylindre.

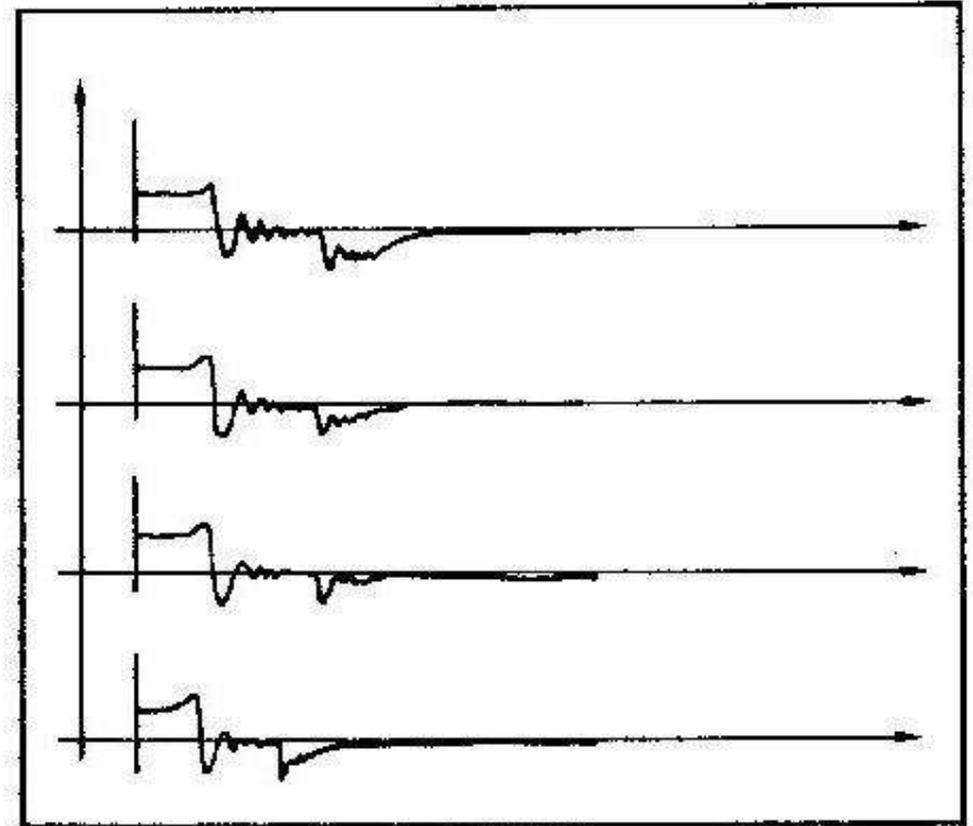


Fig. 4. – Oscillogrammes séparés de tous les cylindres (moteur 4 cylindres).



Allumage conventionnel

Diagnostic moteur

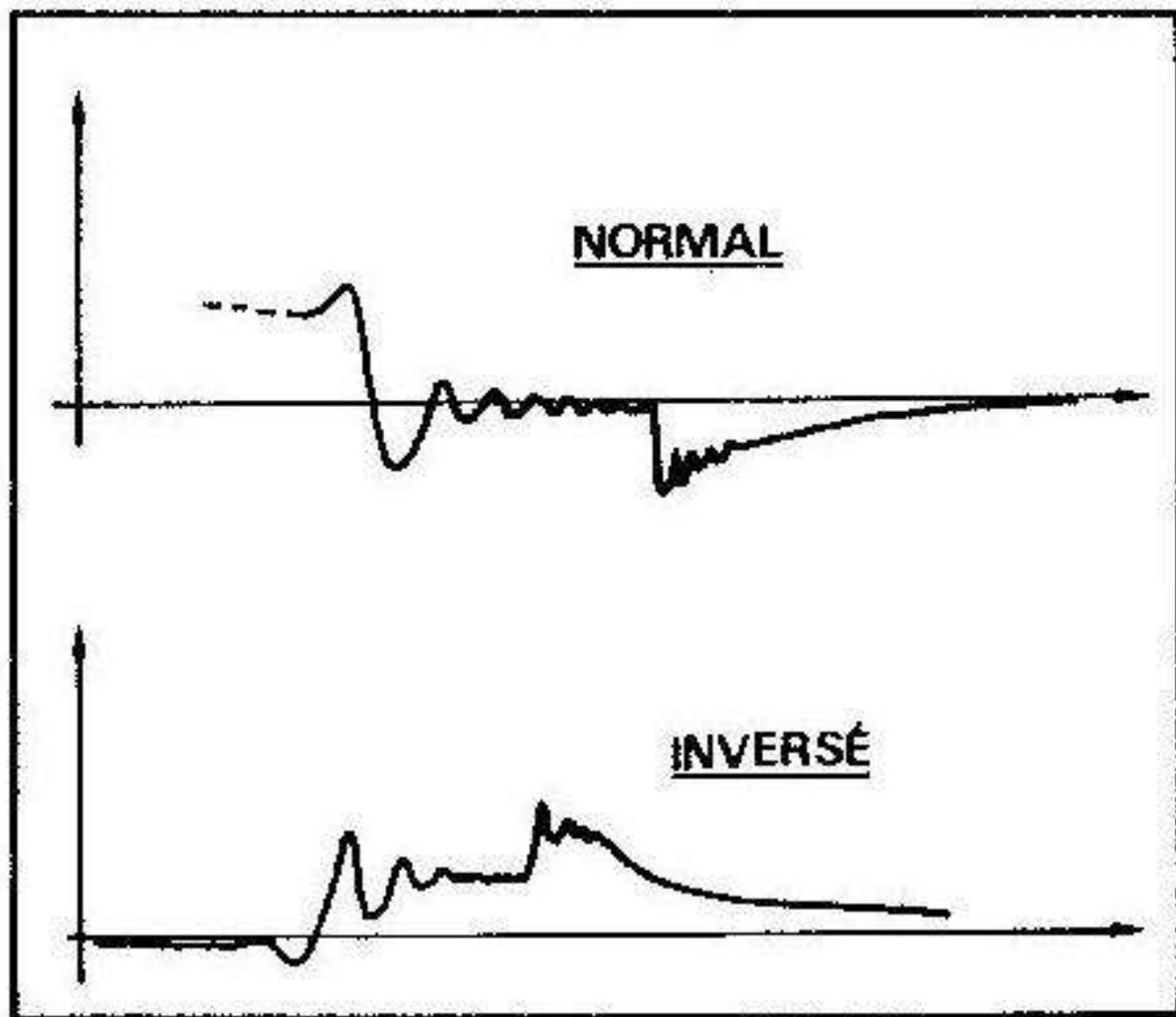


Fig. 6. – Inversion de polarité.



Allumage conventionnel

Diagnostic moteur

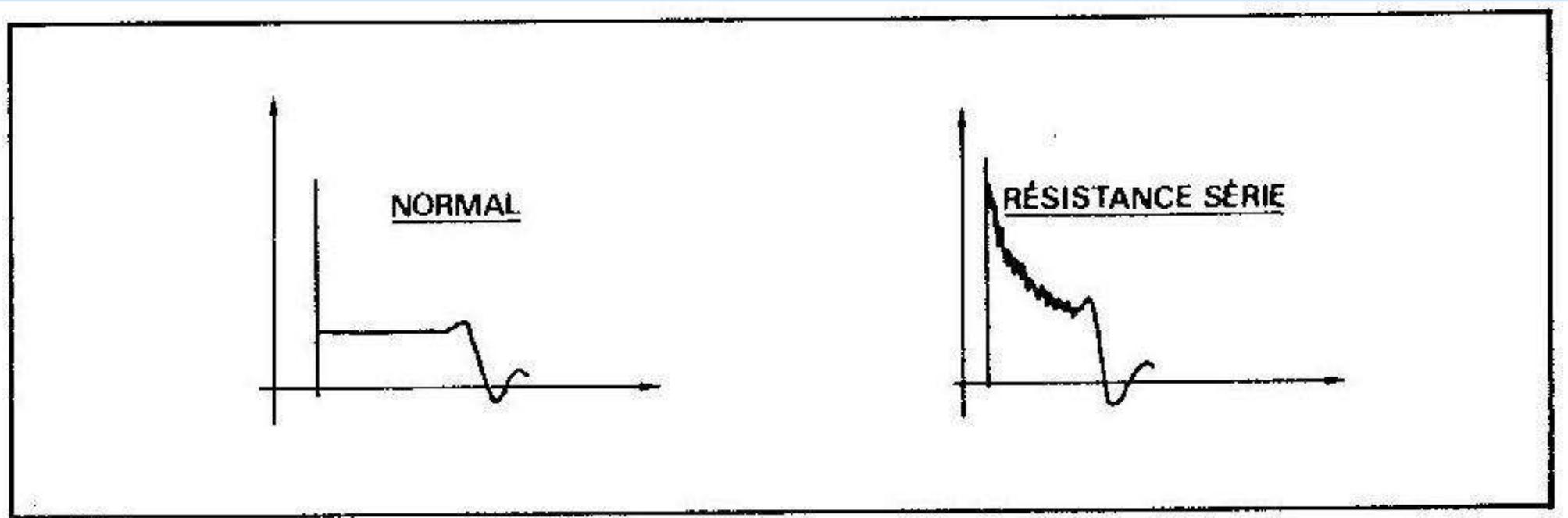


Fig. 8. – Influence d'une résistance série au secondaire bobine.



Allumage conventionnel

Diagnostic moteur

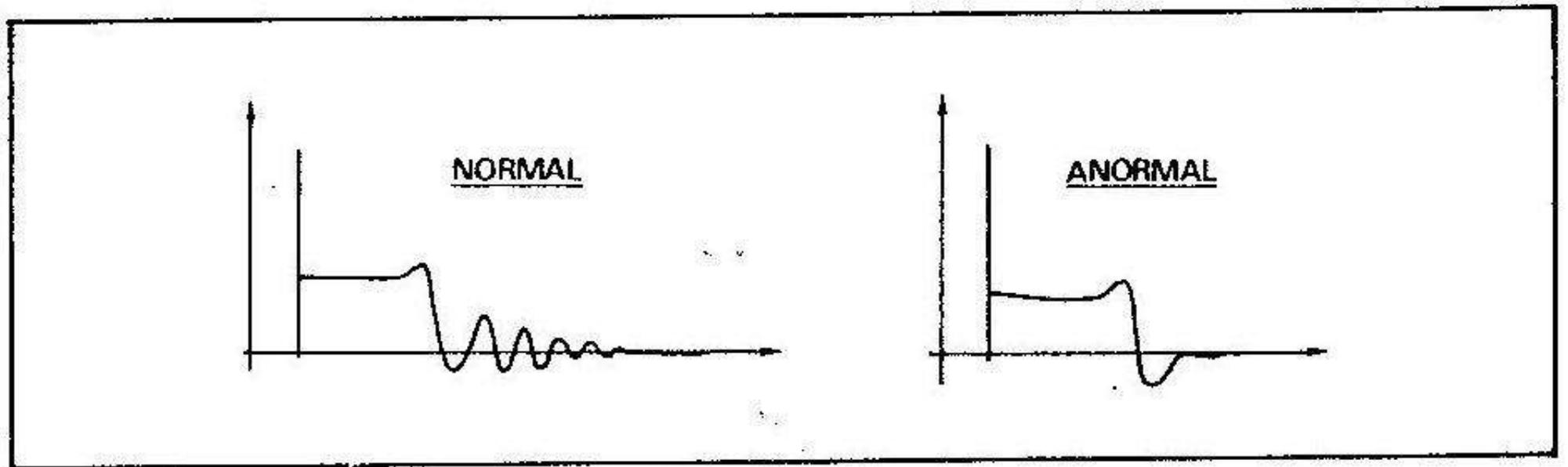


Fig. 9. - Influence des pertes dans le circuit oscillant.



Allumage conventionnel

Diagnostic moteur

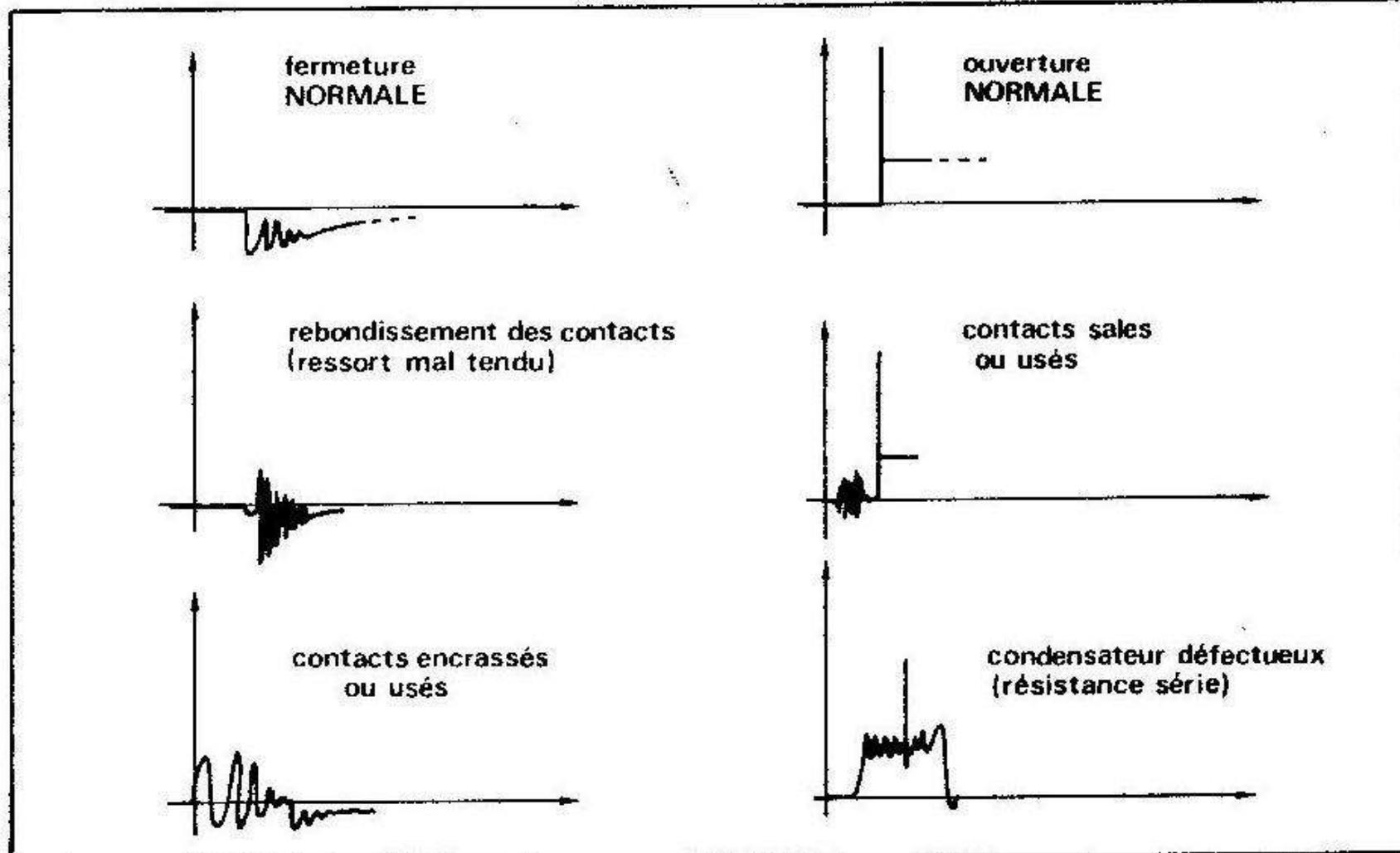


Fig. 10. - Défauts habituels des contacts du rupteur.



Allumage conventionnel

Diagnostic moteur

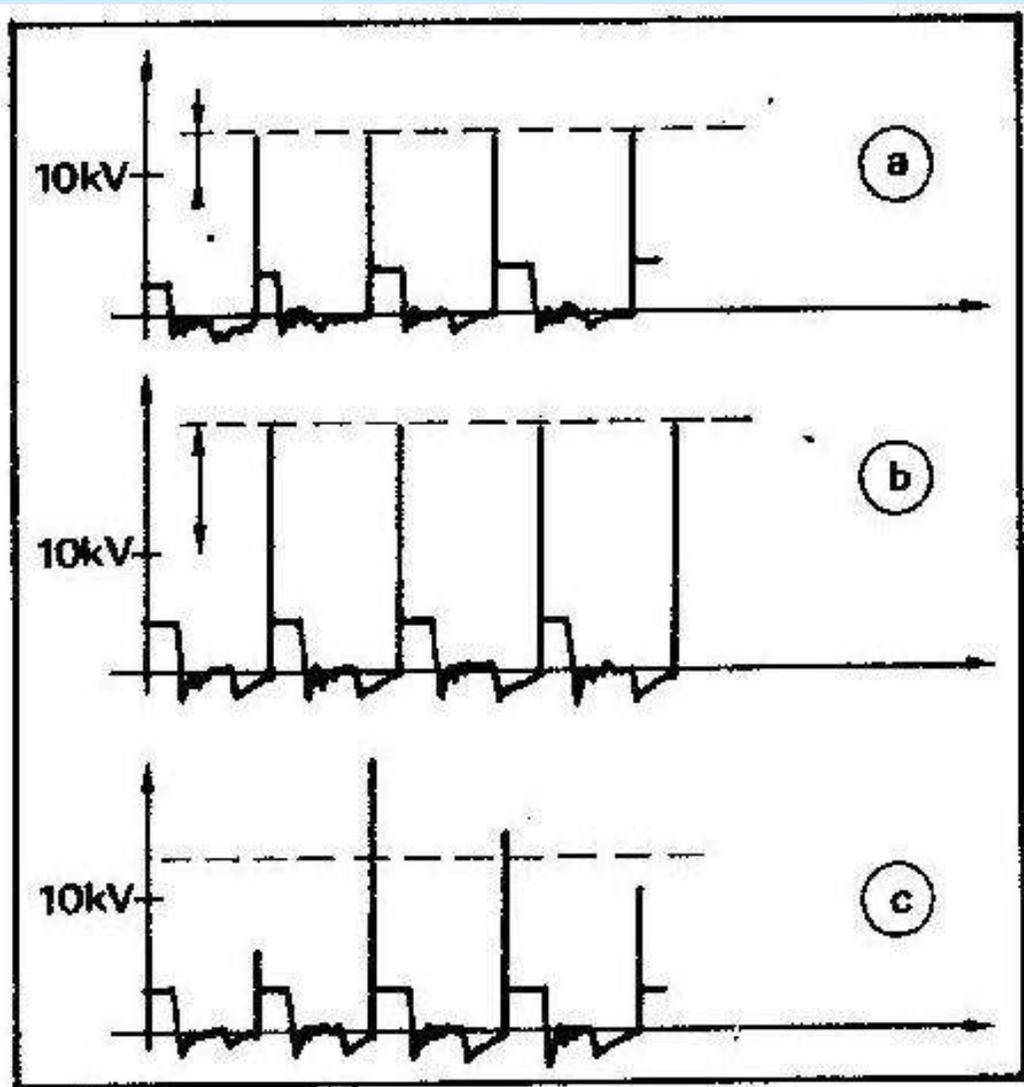


Fig. 11. – Examen des tensions d'étincelage.

a) Normal

b) Tension d'étincelage excessive sur tous les cylindres : bougies usées ou électrodes trop écartées, fil de bobine coupé, tête de distributeur défectueuse, manque d'avance, mélange trop pauvre.

c) Tensions d'étincelage irrégulières d'un cylindre à l'autre : certaines bougies usées, fils de bougies coupés, tête de distributeur usée, carburateurs désynchronisés.



Allumage Limiteur de régime

Mécanique

Masselottes + ressorts qui s'écartent par la force centrifuge
A hauts régimes, les masselottes basculent un interrupteur qui coupe l'allumage

Avantage

- Simplicité

Inconvénients

- Coupure brutale
- Hystérésis
- Pas précis, pas réglable
- Se dégrade avec l'âge des ressorts



Allumage

Limiteur de régime

Électronique

Reçoit les impulsions électriques d'allumage et les comptabilise
Alarme visuelle et/ou sonore 200-500 RPM avant la limite
Limite le régime sans couper...

Avantages

- Précis
- Avertit avant de limiter le régime
- Pas de trou d'allumage, pas de coupure, pas d'hystérésis
- Réglage des niveaux d'alarme et de limitation

Inconvénient

- Plus complexe



L'électronique au secours de l'allumage

Jusqu'à la fin des années 50, dès qu'il y avait un problème d'allumage, le garagiste remplaçait systématiquement les bougies, les vis platinées et le condensateur.

Au début des années 60, lorsque l'électronique a été progressivement introduite dans les voitures (alternateur), ces mêmes garagistes prétendaient que les allumages électroniques trouaient les pistons. En fait l'électronique allait leur enlever une rente de situation...

Cette même attitude est réapparue fin des années 70 avec l'arrivée des fours à micro-ondes, soi-disant cancérigènes...



L'électronique au secours de l'allumage

Qu'est ce que l'électronique peut apporter dans l'allumage ?

- Meilleure étincelle**
- Meilleure précision**

En bref: meilleur fonctionnement et meilleur rendement du moteur



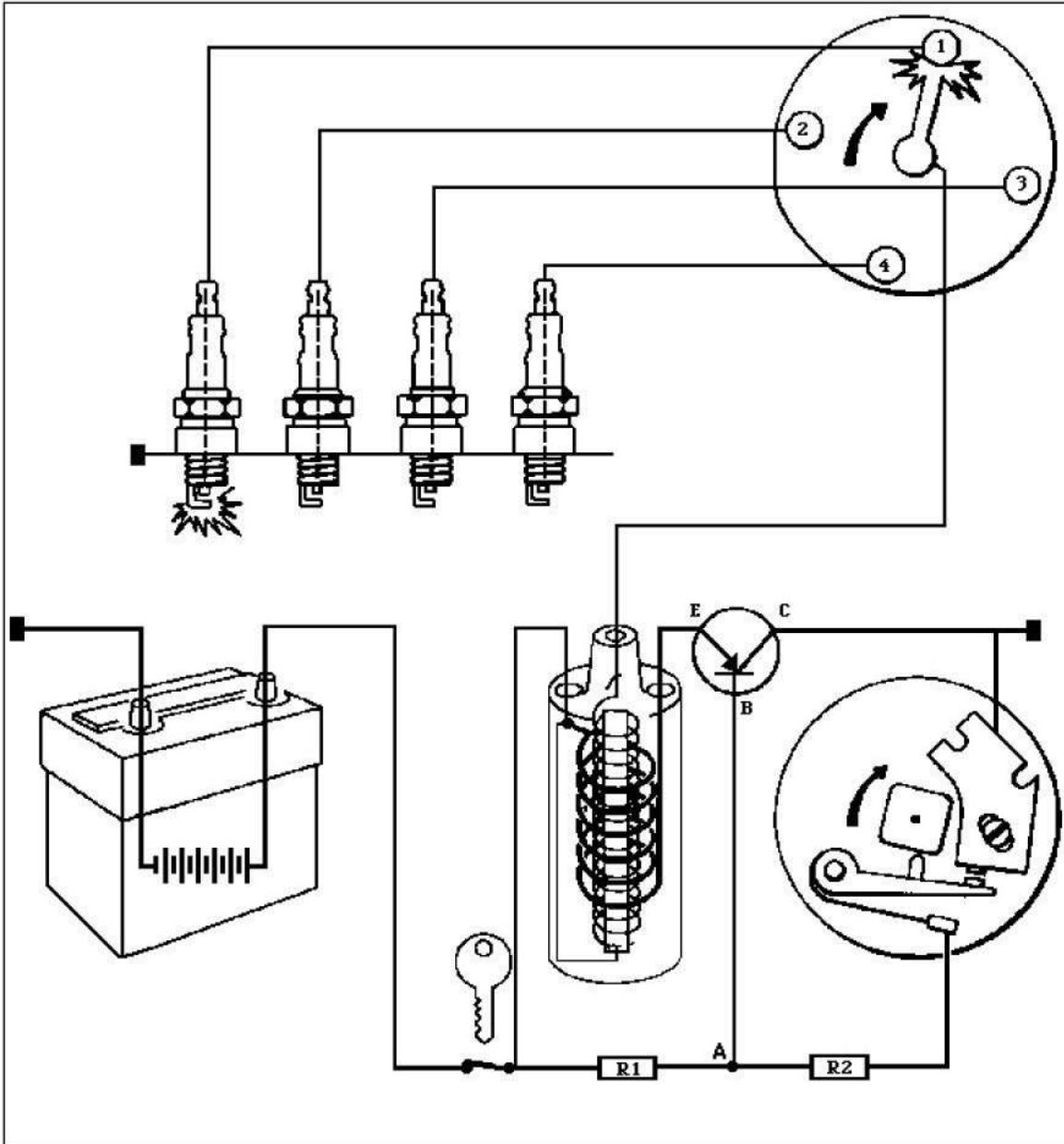
L'électronique au secours de l'allumage

Meilleure étincelle



Électronique – Meilleure étincelle

Assistance d'un transistor



Le plus simple : un transistor joue le rôle de rupteur au lieu des vis platinées



Électronique – Meilleure étincelle

Assistance d'un transistor

Avantages

- Simple, fiable, bon marché.
- Disponible en kit 6V, 12V et 24V (positif ou négatif à la masse)
- Facile à installer.
- On n'enlève rien de l'allumage classique et on garde les mêmes réglages.
- Meilleur démarrage.
- Possibilité de limiteur de régime électronique.
- Les vis platinées ne se 'piquent' plus et peuvent tenir 50.000 km.
- En cas de panne électronique, il est très facile de repasser à l'allumage classique si on a conservé la bobine d'origine.
- Installation possible d'une bobine "rouge" à fort courant.

Inconvénients

- Pas de miracle : le moteur fonctionnera un peu mieux mais ne deviendra pas une bête de course.

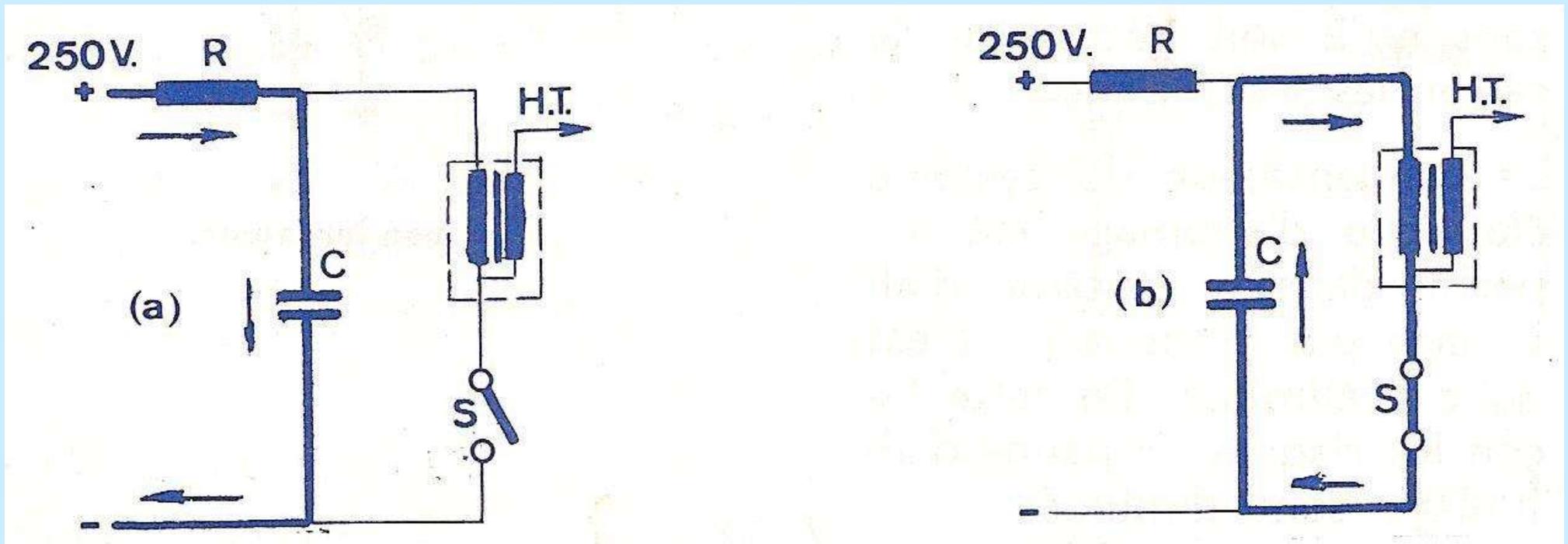


Électronique – Meilleure étincelle Décharge de condensateur

L'énergie est stockée dans un condensateur.

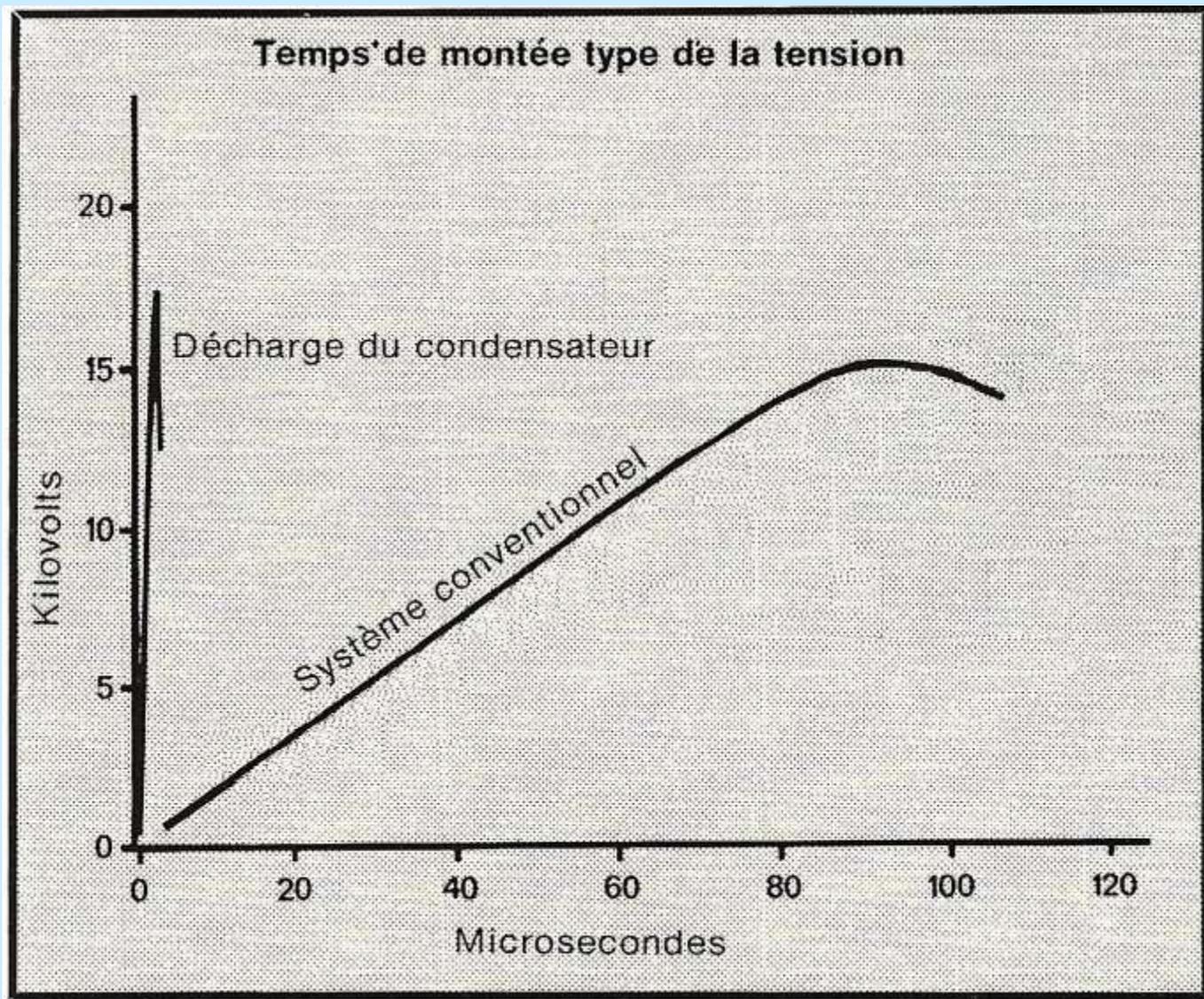
Il se décharge dans le primaire de la bobine au moment voulu.

Possibilité d'étincelles en rafale.



Électronique – Meilleure étincelle

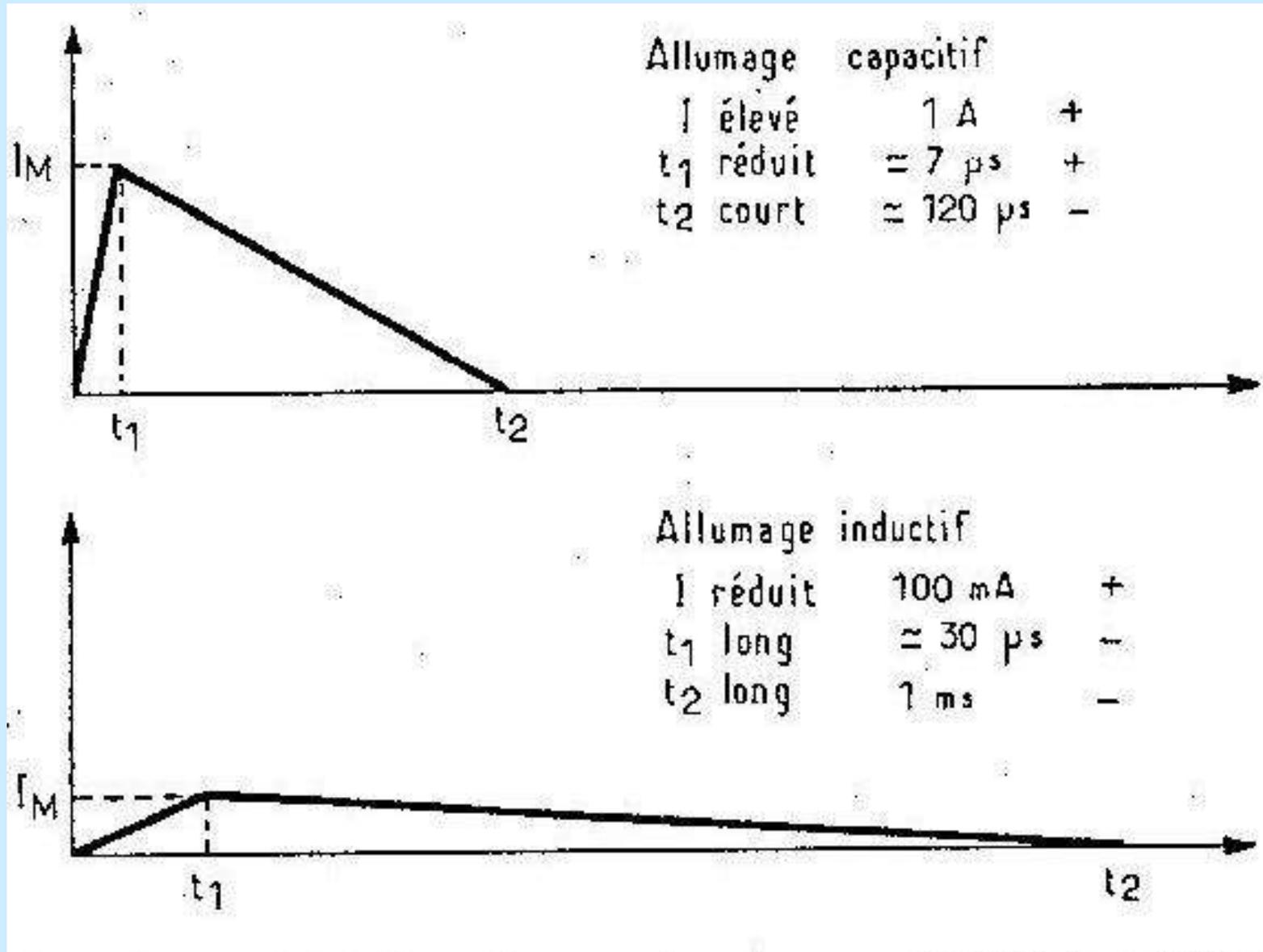
Décharge de condensateur





Électronique – Meilleure étincelle

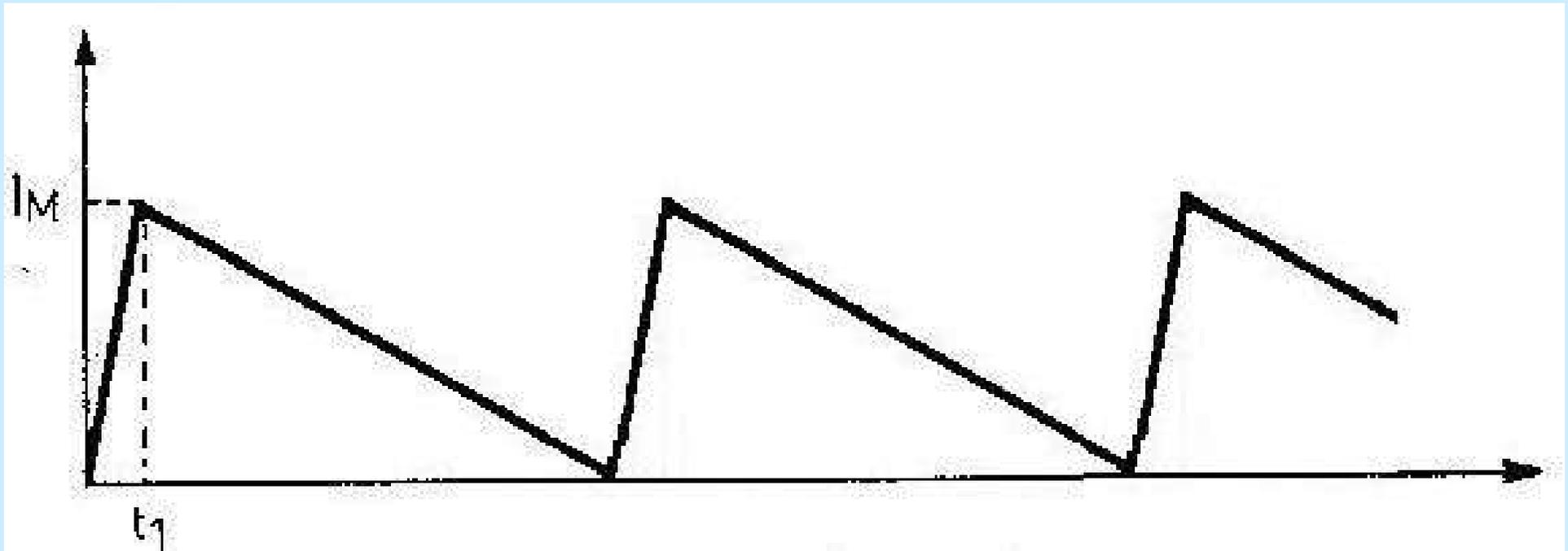
Décharge de condensateur



Électronique – Meilleure étincelle Décharge de condensateur



Mode 'RAFALE'



Même but que l'allumage double TWIN SPARK installé sur les Alfa Roméo



Électronique – Meilleure étincelle

Décharge de condensateur

Avantages

Mêmes avantages que pour le système à transistor, plus....

- Énergie d'étincelle constante à tous les régimes, insensible à la tension de batterie.
- Étincelle très rapide et très énergétique.
- Étincelles multiples pour mieux brûler les mélanges 'pauvres'.
- Insensible à l'encrassement des bougies et aux capacités parasites.
- Excellent pour les moteurs 2 Temps ou pour les moteurs 4T d'avant 1980-90.
- Démarrages remarquables et bien meilleur fonctionnement à tous les régimes.
- Moteur plus nerveux...
- Ne craint pas l'humidité.
- Disponible en kit en kit 6V, 12V et 24V (positif ou négatif à la masse).

Inconvénients

- Complexité du système – plus de risque de pannes
- On l'entend dans l'autoradio..



L'électronique au secours de l'allumage

Meilleure précision



Électronique - Précision

Les 3 systèmes mécaniques de réglage de l'avance (statique, centrifuge et dépression) sont remplacés par des capteurs électroniques performants, un micro-processeur, une cartographie et une électronique de puissance.

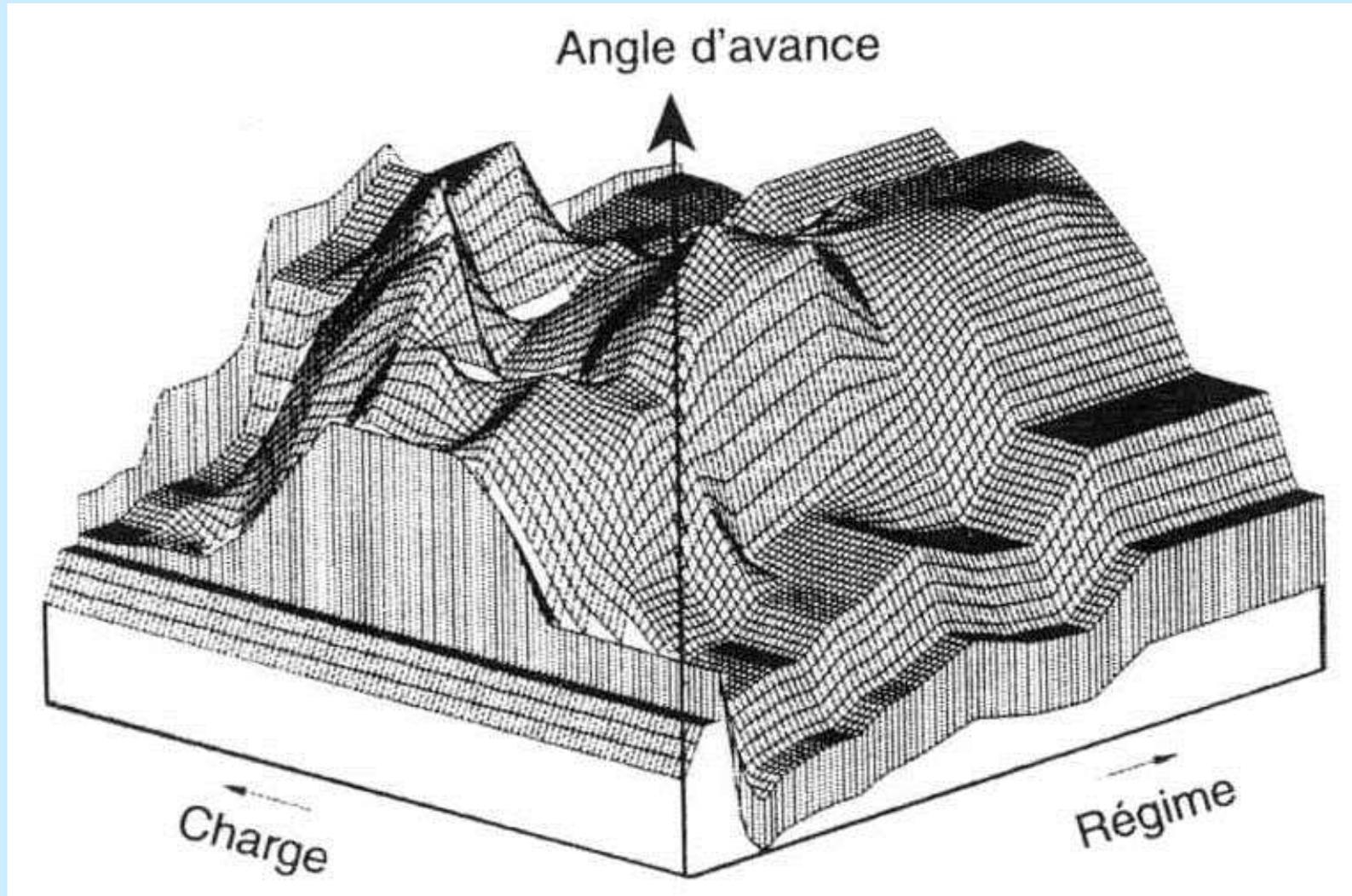
Les capteurs de base :

- Position de l'accélérateur, du vilebrequin et régime moteur
- Température du moteur et température de l'air d'admission
- Pression ou dépression dans l'admission (moteur atmosphérique ou turbo)



Électronique - Précision

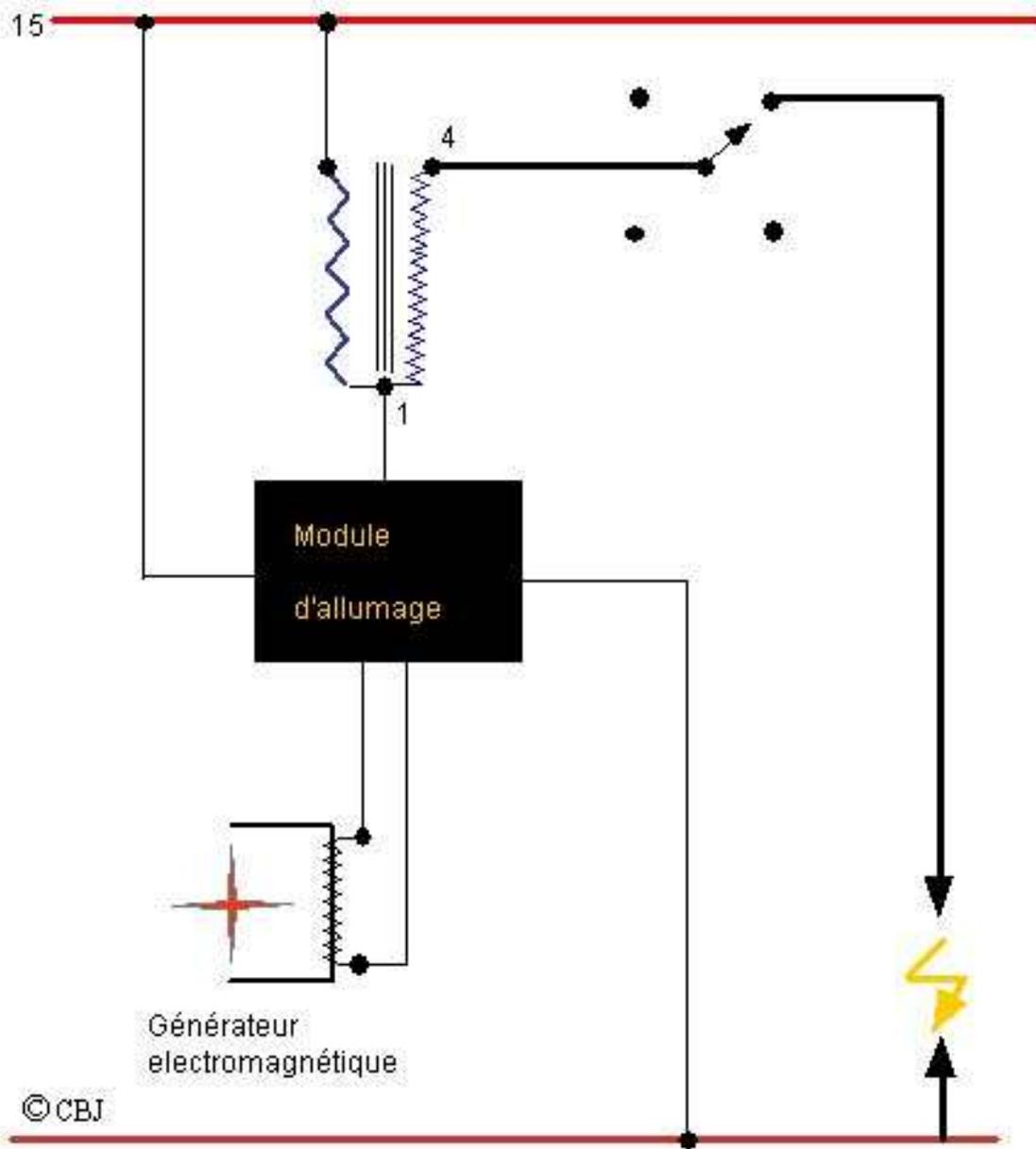
Micro-processeur et cartographie





Électronique – Précision

Capteur de vilebrequin (impulsion)



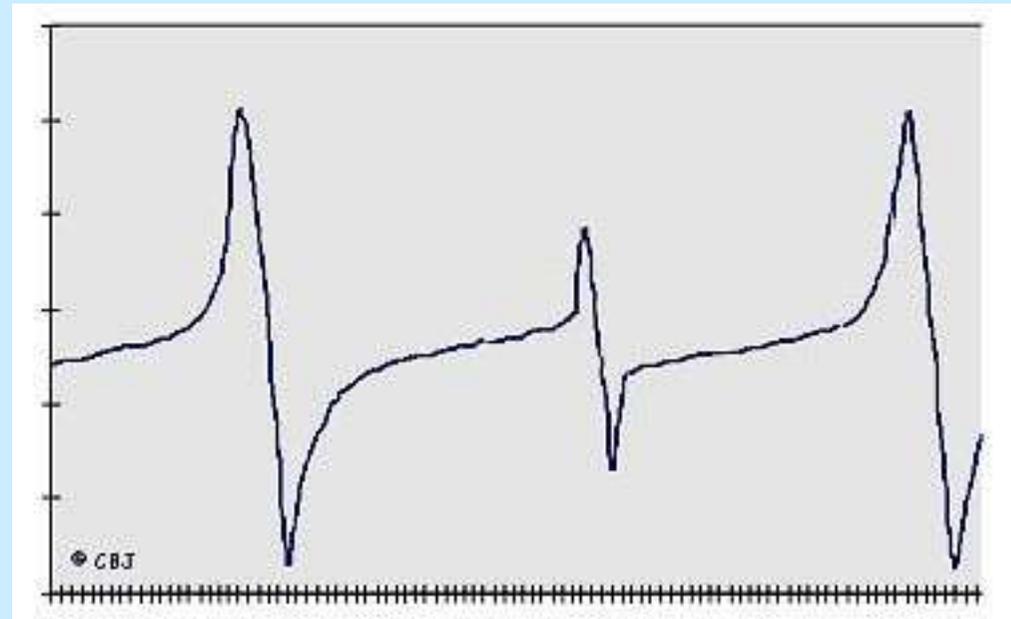
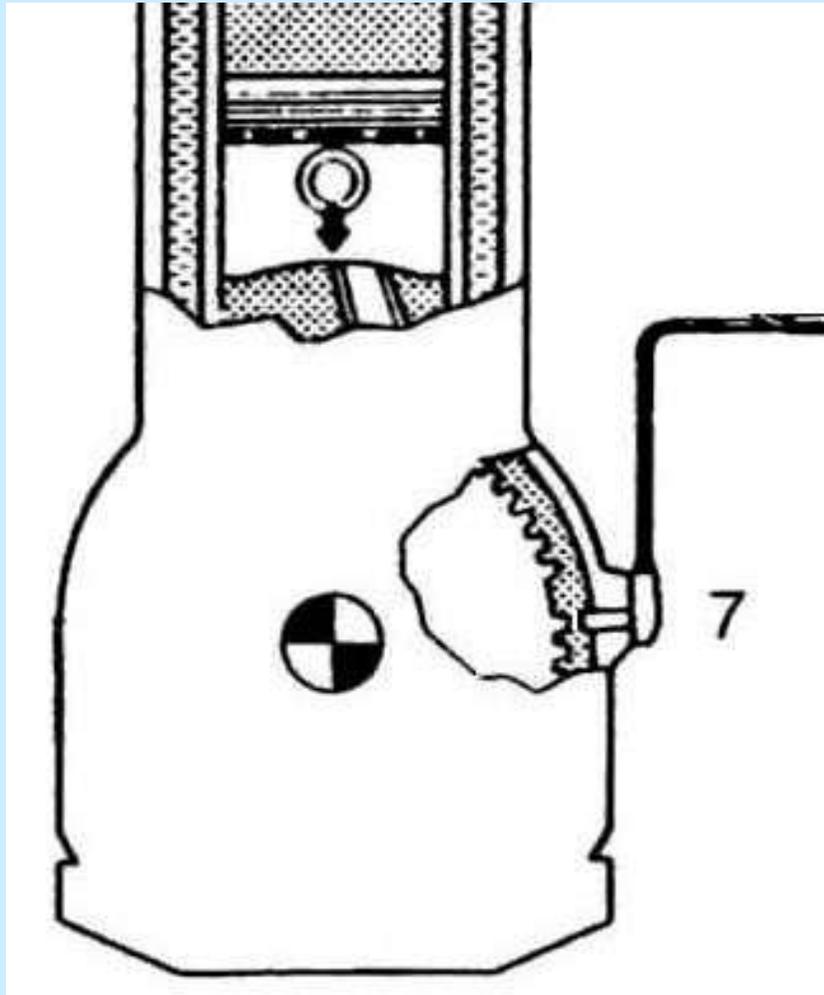
**Dent manquante
ou croix tournante**



Électronique – Précision

Capteur de vilebrequin (impulsion)

Dent manquante

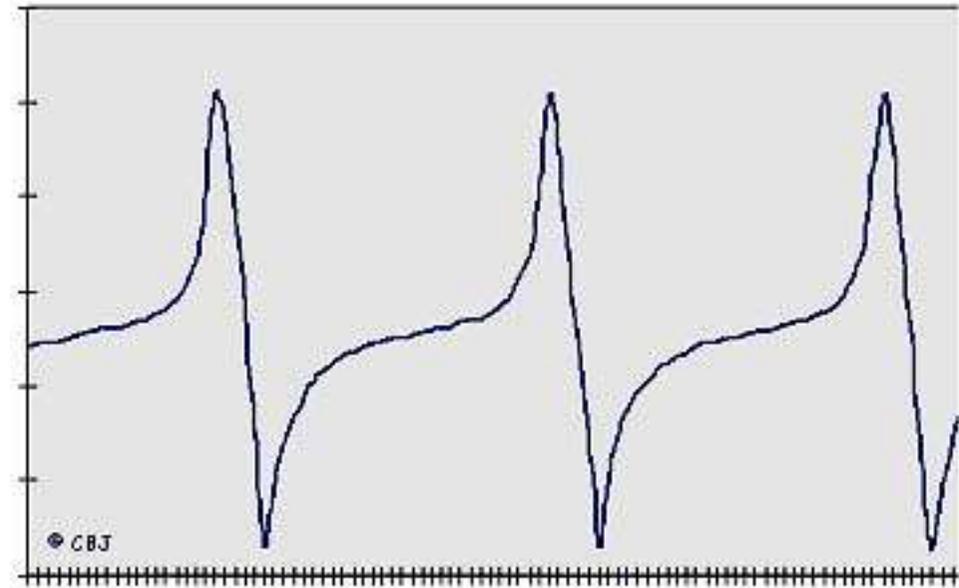




Électronique – Précision

Capteur de vilebrequin (impulsion)

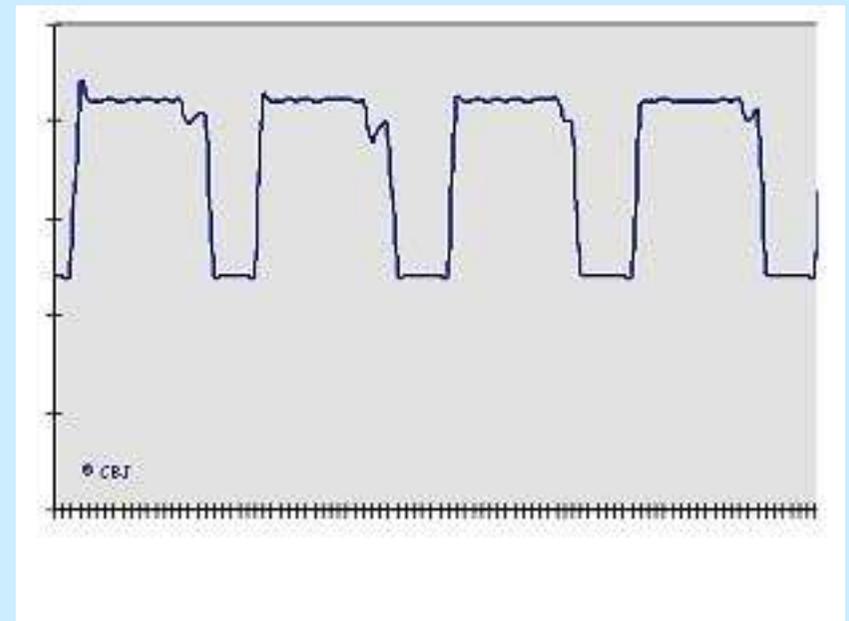
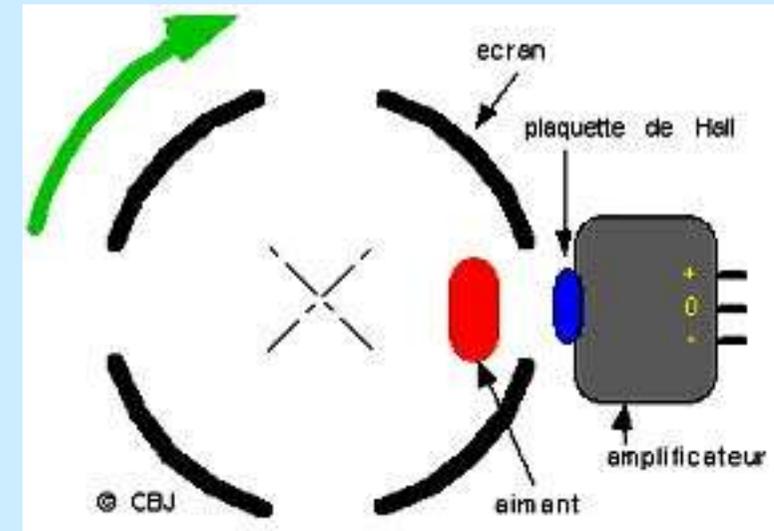
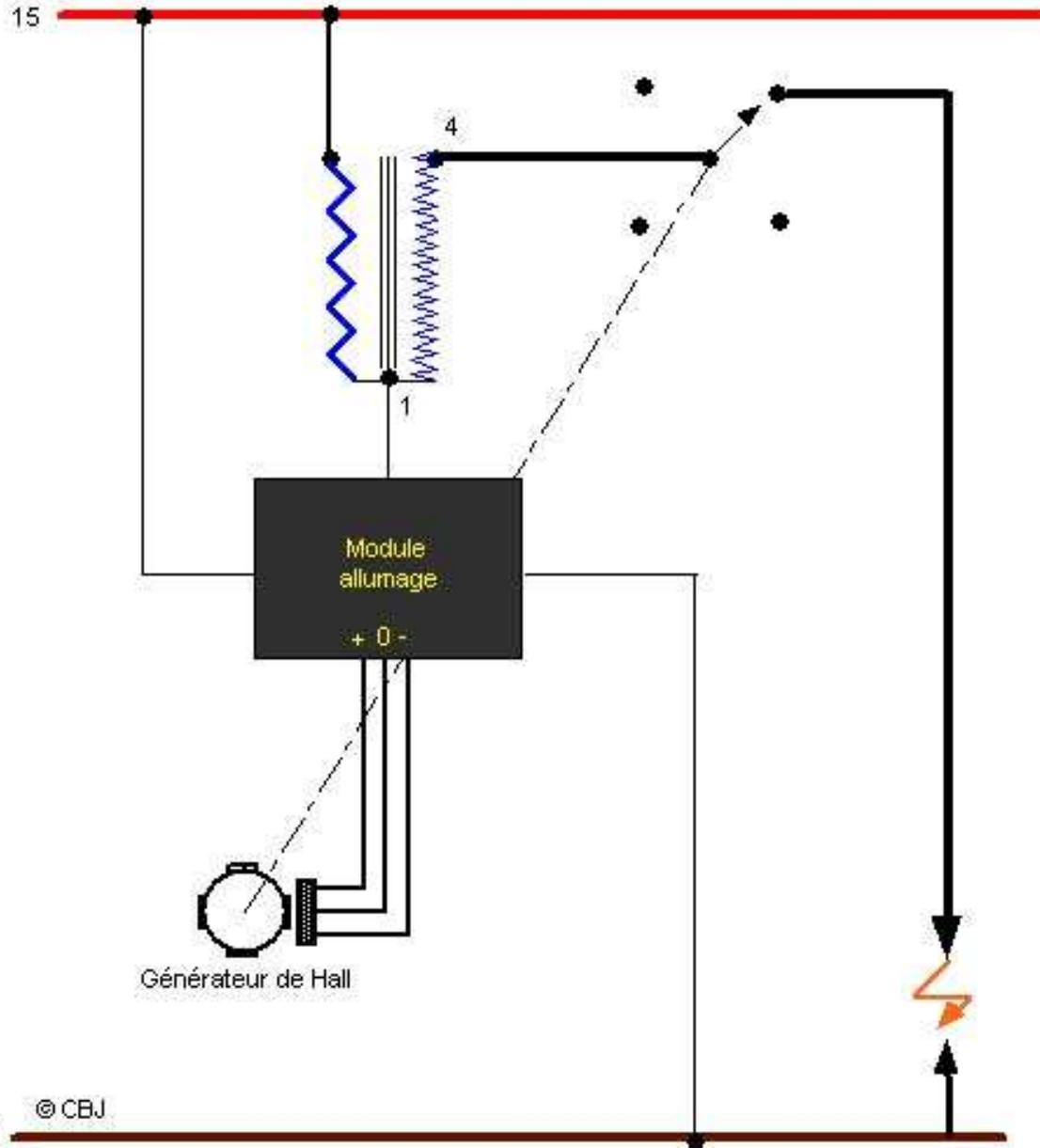
ou croix tournante





Électronique – Précision

Capteur de vilebrequin (effet Hall)





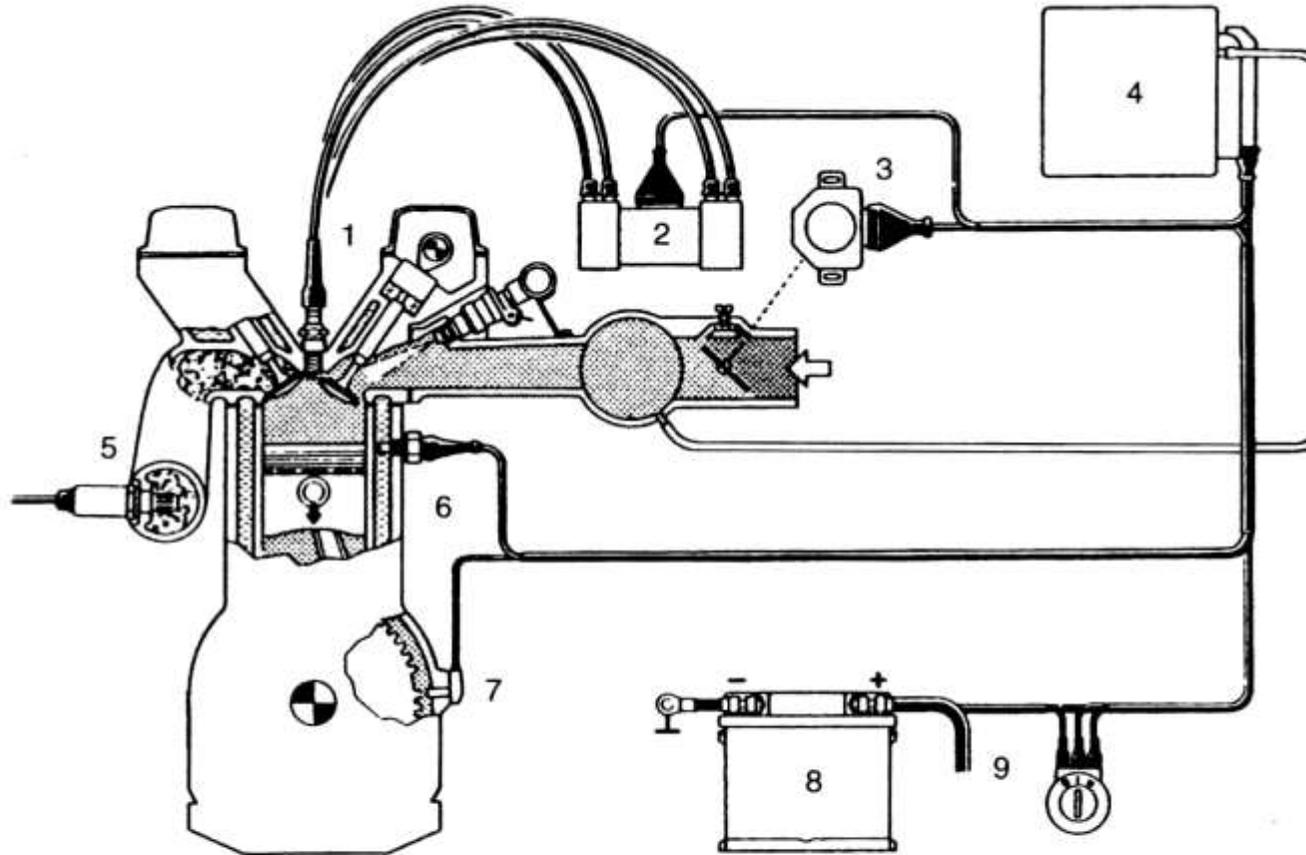
Électronique - Précision

Et encore...

- Caractéristiques des gaz d'échappement (sonde LAMBDA)
- Détecteur de cliquetis, qualité du carburant.
- Détecteur d'humidité de l'air.
- Remplacement du distributeur par plusieurs bobines simples ou une bobine multiple



Électronique – Allumage Intégral



1 Bougie

2 Bobines à deux sorties

3 Contacteur de papillon

4 Centrale de commande

5 Sonde lambda

6 Sonde de température eau

7 Capteur de régime et de repère de référence

8 Batterie

9 Commutateur d'allumage-démarrage



Électronique – Allumage Intégral

Avantages

- C'est ce qui se fait de mieux...
- La précision de l'étincelle est vraiment optimale.
- Tous les avantages des systèmes à transistor.
- Indéréglable.
- Permet un taux de compression plus élevé => meilleur rendement.
- Dans certains cas, possibilité de choisir entre plusieurs cartographies en fonction du carburant et de l'utilisation.
- **Si votre voiture en est déjà équipée, NE RIEN CHANGER.**
- Sinon il existe des kits (remplacement complet du distributeur) qui permettent de s'en rapprocher.

Inconvénients

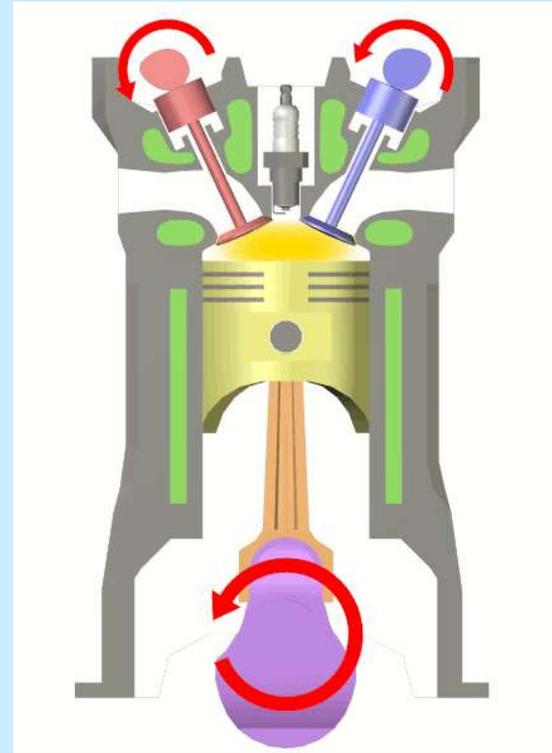
- Complexité du système – plus de risque de pannes
- Impossible de revenir à l'allumage classique en cas de panne



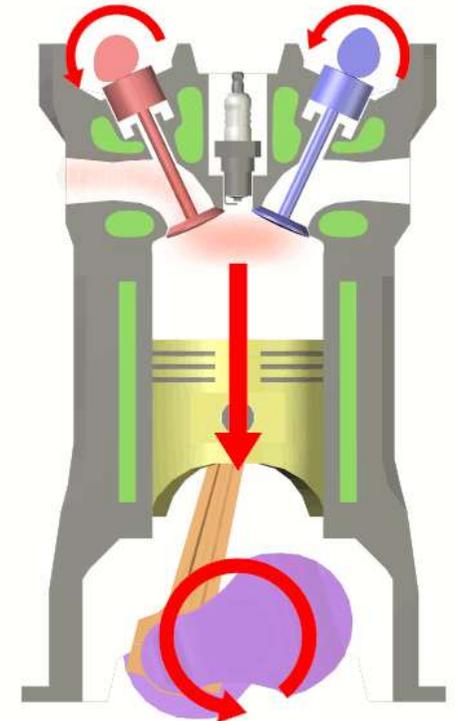
Électronique – STOP & GO

Fonctionnement

- Pour limiter la pollution, dans certaines régions (Suisse, Bavière, Autriche, Norvège, etc.) il est interdit de laisser fonctionner un moteur chaud à l'arrêt (feu rouge ou embouteillage).
- Certains moteurs modernes s'arrêtent automatiquement au PMH, avec un piston rempli de mélange compressé.
- Dès que l'on peut avancer, une pression sur l'accélérateur déclenche un petit coup de démarreur et une étincelle au piston rempli.
- Le moteur redémarre sans problème.



Ici l'étincelle se fait après le PMH





Électronique sur moteurs anciens

**Si votre moteur est équipé d'origine
d'un allumage électronique
sans vis platinées,**

ne changez rien.

L'électronique a été optimisée....



Électronique sur moteurs anciens

Si votre moteur est équipé de vis platinées, on peut améliorer la situation sur 2 fronts:

- **Précision - Remplacer les vis platinées par un système à base de capteurs électroniques (pas toujours facile à faire),**

..et / ou..

- **Performances – Installer un bloc électronique de puissance (relativement simple),**



Électronique sur moteurs anciens

Précision - Remplacer les vis platinées par un système à base de capteurs électroniques,

Avantages

- Précision de l'allumage pour les puristes
- Réglage figé, plus de problèmes dus au vieillissement des vis platinées, des ressorts d'avance, etc..

Inconvénients

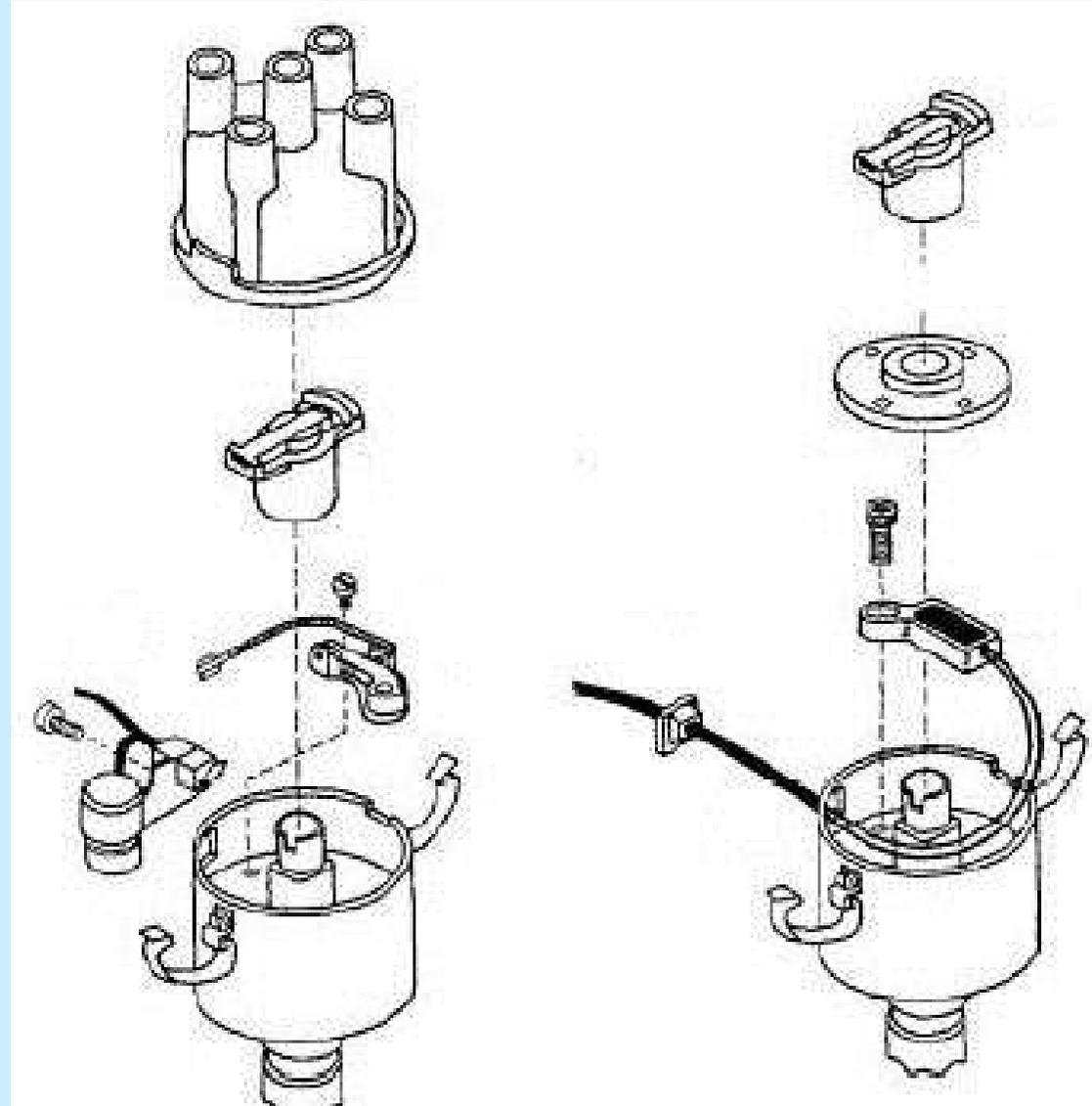
- Pas toujours facile à installer,
- Pas vraiment bon marché,
- Amélioration pas toujours phénoménale,



Électronique sur moteurs anciens

**Kits disponibles en remplacement des vis
platinées seulement**

On trouve de nombreux kits sur le marché
(Compufire, No-Point, Pertronix, etc.)





Électronique sur moteurs anciens

Performances – Installer un bloc électronique de puissance.

Il faut distinguer 3 types de moteurs en fonction de leur mode de carburation:

1. Mélange air-essence “riche” (jusqu’en 1980-90)
2. Mélange air-essence-huile 2T (2 temps),
3. Mélange air-essence “pauvre” (à partir de 1980-90)



Électronique sur moteurs anciens

Moteur à mélange gazeux ‘riche’

- On mélange 1gr d'essence avec 10-12 gr d'air
- Il faut une étincelle forte qui fera exploser le mélange à proximité de la bougie.
- La forte concentration d'essence dans le mélange gazeux propagera la combustion sans peine dans toute la chambre,
- Il n'est pas nécessaire d'avoir une étincelle de longue durée



Électronique sur moteurs anciens

Moteur à mélange gazeux ‘riche’

La recommandation est d'utiliser un bloc de puissance électronique à décharge de condensateur simple ou double étincelle(s),



Électronique sur moteurs anciens

Moteur à mélange 2T

- On mélange 1 gr d'essence avec 10-12 gr d'air mais surtout avec de l'huile qui encrasse les bougies,
- Il faut une étincelle très forte qui passera même si les bougies sont encrassées et fera exploser le mélange à proximité de la bougie.
- La forte concentration d'essence dans le mélange gazeux propagera la combustion sans peine dans toute la chambre,
- Il n'est pas nécessaire d'avoir une étincelle de longue durée



Électronique sur moteurs anciens

Moteur à mélange 2T

La seule recommandation est d'utiliser un bloc de puissance électronique à décharge de condensateur simple ou double étincelle(s),



Électronique sur moteurs anciens

Moteur à mélange “pauvre”

- On mélange 1 gr d'essence avec 15-20 gr d'air
- Il faut une étincelle forte qui fera exploser le mélange à proximité de la bougie.
- La faible concentration d'essence dans le mélange gazeux ne permet pas à la combustion de se propager spontanément dans toute la chambre,
- Afin de brûler tout le mélange, il est nécessaire d'avoir une étincelle de longue durée



Électronique sur moteurs anciens

Moteur à combustion ‘pauvre’

La recommandation est d'utiliser un bloc de puissance électronique simple avec un transistor ou un bloc à décharge de condensateur à étincelles multiples,

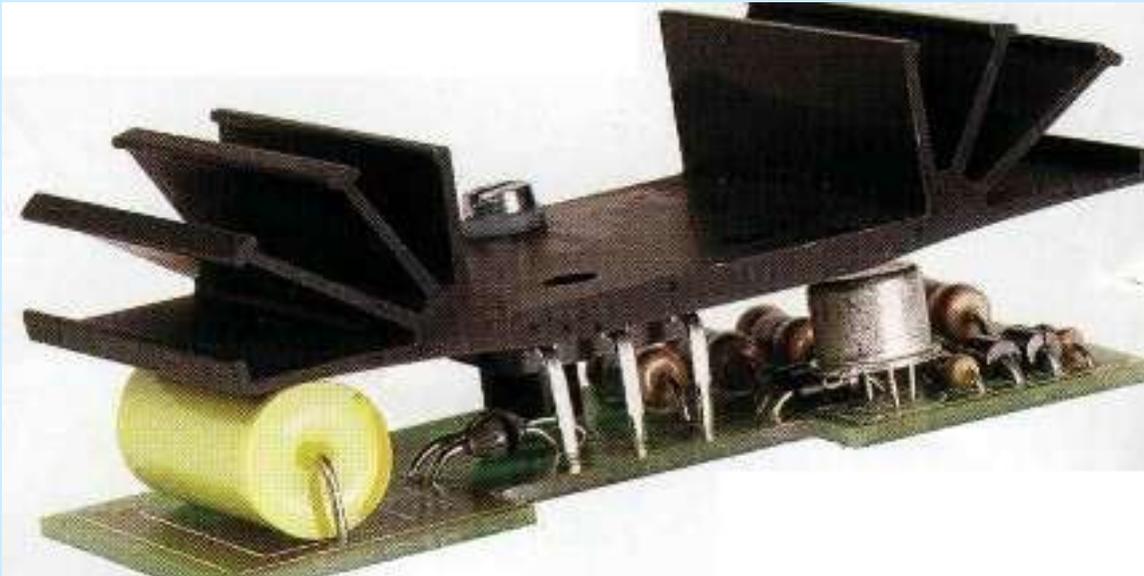


Électronique sur moteurs anciens

Blocs de puissance en Kit, disponibles sans toucher au distributeur

- Transistor (30–50€)
- Décharge de condensateur (100-200€)

On en trouve assez bien sur le marché (Velleman, Gcartier, Valéo, Magnetic, Judson, Magneti-Marelli, Ducellier, Bosch, etc.)





Électronique sur moteurs anciens

Attention aux fils de bougie !

Toujours les remplacer par des neufs avec isolant silicone

**Toujours bien séparer les fils HT : ils ne doivent pas se toucher.
Garder au moins 1cm entre eux...**

**La meilleure solution : les faire passer chacun dans un bout de
tuyau d'arrosage bien épais...**



Électronique sur moteurs anciens

Kits disponibles avec remplacement du distributeur complet

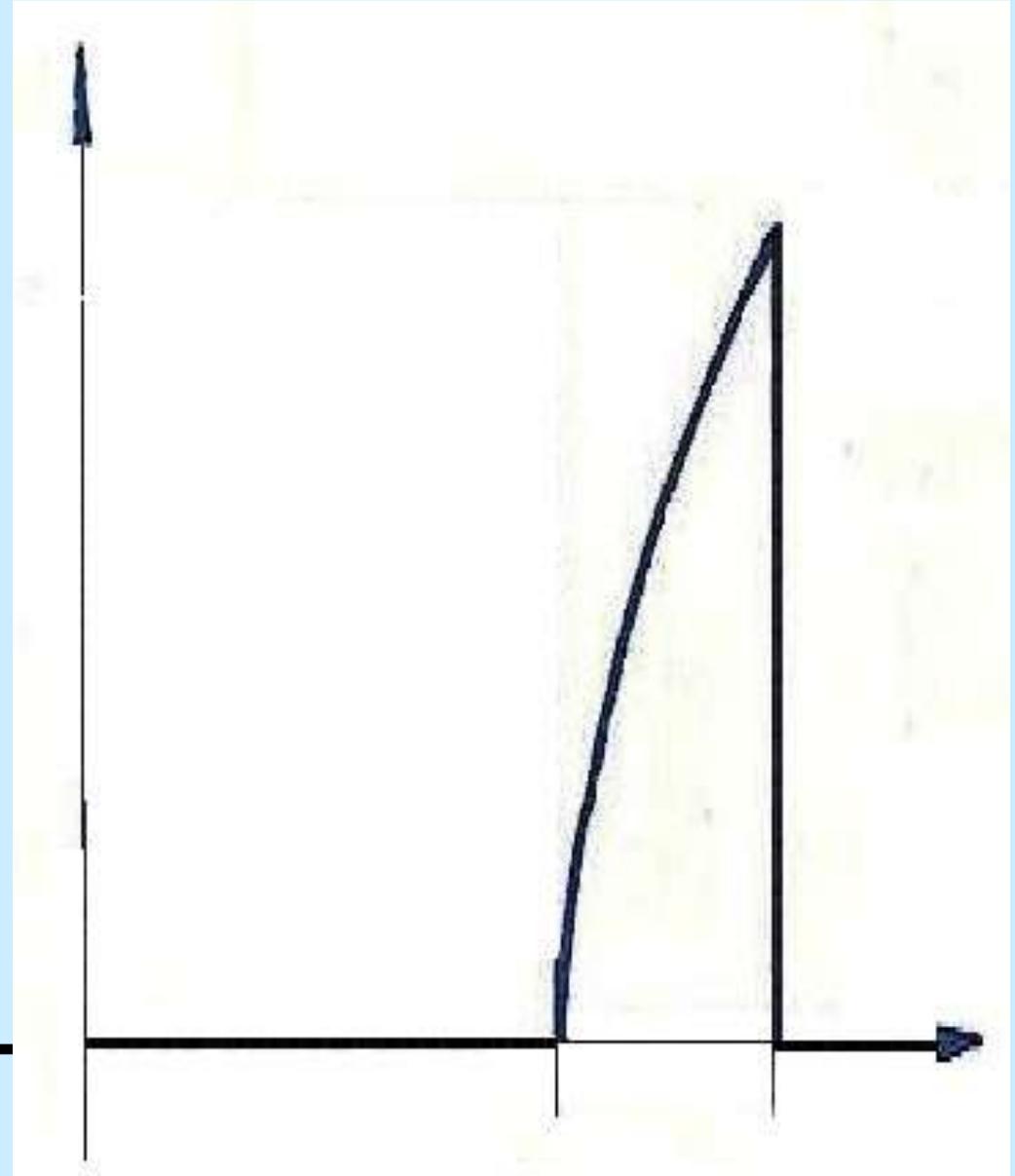
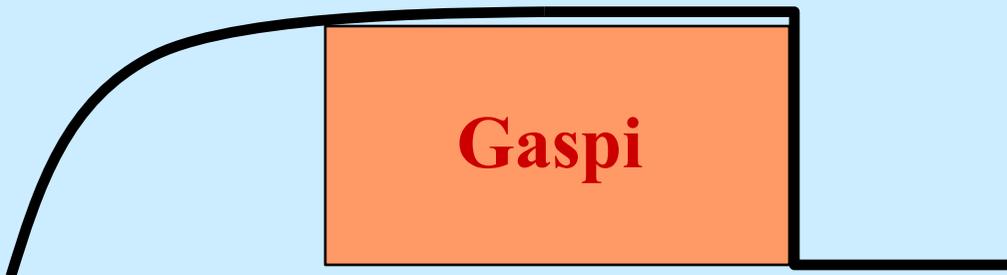
- En fonction du nombre de cylindres (100–500€)
- Remplacement du rupteur mécanique par un capteur Hall
- Possibilité de choisir parmi plusieurs cartographies d'avance
- Généralement, le bloc de puissance avec transistor de commutation est inclus
- Optimisation du temps de remplissage des bobines à faible inductance
- Possibilité de combiner avec un système à décharge de condensateur
- Spark Balancing assez souvent inclus
- Etc.,

Un des ténors est 123ignition (www.123ignition.nl)



Allumage Électronique 'Intelligent' sans résistance ballast

Pour éviter de surchauffer la bobine,
l'électronique lance le courant
primaire (8 à 10A) au tout dernier
moment.





Électronique sur moteurs anciens

Par exemple, 16 courbes d'avance disponibles sur un moteur 2CV :

- > 0 - 20°/3100 inactif, uniquement pour calibrage
- > 1 - 20°/3100 Pour optimisation (à tester en condition)
- > 2 - 22°/3100 Pour optimisation (à tester en condition)
- > 3 - 24°/3100 Pour optimisation (à tester en condition)
- > 4 - 26°/3100 Pour optimisation (à tester en condition)
- > 5 - 28°/3100 Pour optimisation (à tester en condition)
- > 6 - 14°/3600 Courbe Citroën 'A' pour 375cc, A53 & M4
- > 7 - 20°/3000 Courbe Citroën 'B' Pour moteur A79/0
- > 8 - 25°/3000 Courbe Citroën 'C' Pour moteurs A79/1, M28 & M28/
- > 9 - 23°/5000 Courbe Citroën VA1 pour V06/630 (VISA/LNA)
- > A - 20,5°/5200 Courbe Citroën VA4 Pour V06/644 (VISA/LNA)
- > B - 24°/3100 Pour optimisation avec E85
- > C - 26°/3100 Pour optimisation avec E85
- > D - 28°/3100 Pour optimisation avec E85
- > E - 30°/3100 Pour optimisation avec E85
- > F - 32°/3100 Pour optimisation avec E85



Électronique - Précision

Le nec-plus-ultra : Spark Balancing

- En français : équilibrage d'étincelle.
- Technologie récemment héritée de la Formule 1.
- Si la came d'allumage (ou son remplaçant) n'est pas parfaite, certains cylindres reçoivent l'étincelle trop tôt ou trop tard. Le micro-processeur détecte le décalage et déclenche l'étincelle au bon moment du cycle pour tous les cylindres.
- Si un cylindre manque de compression, sa contribution au cycle moteur sera réduite et le moteur ne tournera pas 'rond'. Le micro-processeur le détecte et compense en adaptant l'avance à l'allumage de ce cylindre de telle manière que sa contribution soit pratiquement semblable à celle des autres cylindres sains.



Électronique sur moteurs anciens

Alfa



Rover



Fiat 500 et 126



2CV



**R4, R5
Daf 55**





Électronique sur moteurs anciens

ASTON MARTIN See GB

AUSTIN See GB

AUSTIN-HEALEY See GB

AUSTIN-MORRIS See GB

CITROEN

2CV, Dyane, Ami & derivates = A-types
 A79/I, M28 & M28/I engines
 A-types all engines, incl 6 Volt
 as above, but with vacuum-advance
 and tuning options
 Traction Avant 4cyl.
 ID/DS carb. and H-van
 as above, but with straight cap and
 vacuum-advance
 DS21-ie & DS23-ie
 6 cyl. Traction Avant
 all Citroen SM's

GB (cars with Lucas distributors)

replaces 4 cyl. Lucas-distributors,
 includes tuning options
 replaces 6 cyl. Lucas-distributors,
 includes tuning options

JAGUAR See GB

LAND-ROVER See GB

MASERATI

Merak, Merak SS & Quattroporte

MERCEDES

W110, W115, W123 engines,
 including LPG & E85-curves
 as above, including injector
 outputs Bosch Jetronic
 W108, W109, W110, W111, W112,
 W113, W114 & W123-engines
 as above, including injector outputs
 Bosch Jetronic

MGA, MGB & MGC

all MGA & MGB engines
 MGC

MINI

all MINI-engines (pre-A-plus)
 includes tuning options
 all A-plus MINI-engines

MORRIS See GB

PEUGEOT

203, 204, 304, 403, 404, 504, 505,
 J5, J7, J9

PORSCHE

356, 912 & tuned engines
 as above, including vacuum-sensor

ROVER See GB

TRIUMPH

Herald, Midget, Spitfire
 others models See GB

VOLVO & VOLVO PENTA

all B18, B20 car/truck/boat engines
 including LPG- & E85-curves
 as above, including injector outputs
 Bosch Jetronic
 all B30 car/truck/boat engines
 including LPG & E85-curves

VW

aircooled types 1,2&3, 181 &
 tuned engines
 as above, including vacuum-sensor



Électronique sur moteurs anciens

Attention aux gadgets vendus dans les foires commerciales !

- **Bobines ‘miracles’**
- **Amplificateurs sur fils HT**
- **Bougies ‘révolutionnaires’**
- **Etc..**



Allumage pour Moteur 4 Temps

Merci pour votre aimable attention !

Si vous souhaitez recevoir une copie informatique de cette présentation ou des schémas d'allumages électroniques, envoyez-moi un email

jacques.delhalle@gmail.com