

V-TWIN - FONCTIONNEMENT DU MOTEUR

Pour régler les soupapes, qu'elles soient deux ou quatre par cylindre, il faut connaître avant manipulation un certain nombre de choses sur le moteur et en particulier son architecture, à savoir :

- Calage des cylindres : en ligne, à plat, en V...
- Forme du vilebrequin, nombre de manetons, décalage des manetons s'il y en a plusieurs.

Avec un mono, pas de problème, c'est l'enfance de l'art : on met le piston au PMH après allumage et on règle.

Avec un multicylindres, le problème est le même : on règle cylindre par cylindre. Le tout est de mettre le bon piston au bon PMH. D'où l'intérêt de savoir comment les bielles barattent le carter.

Avec le V twin Guzzi, la confusion la plus courante consiste à vouloir régler les soupapes comme sur un flat ou un vertical twin, mais :

- Il n'y a qu'un seul maneton
- Les cylindres sont calés en V à 90°
- Les bielles tourbillonnent sur le même maneton.

Il suffit d'observer le croquis **1** pour se rendre compte que lorsque le maneton est à la position « 0° » sur le cercle décrit par sa rotation, la bielle 1 est alors en position PMH alors que la bielle 2 se trouve dans une position tout à fait quelconque, et surtout pas au PMH ou au PMB.

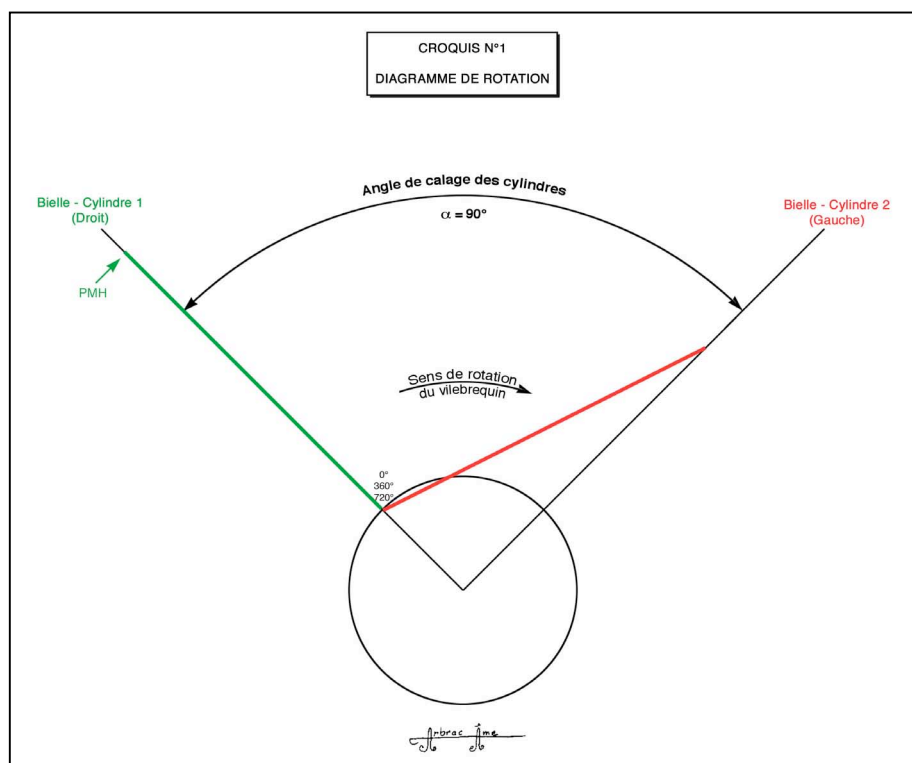
Pour bien comprendre ce qui se passe dans le moteur GUZZI V Twin, j'ai tracé le croquis **1** que nous allons commenter pas à pas.

ATTENTION : ce document est strictement théorique, c'est à dire qu'il ne tient pas compte des phénomènes physiques qui interviennent sur :

- L'écoulement des gaz et de leur inertie propre, pour lesquels on ouvre ou on ferme les soupapes avant ou après les PMH et PMB.
- La position du front de flamme au moment de l'explosion, pour laquelle on avance le point d'allumage.

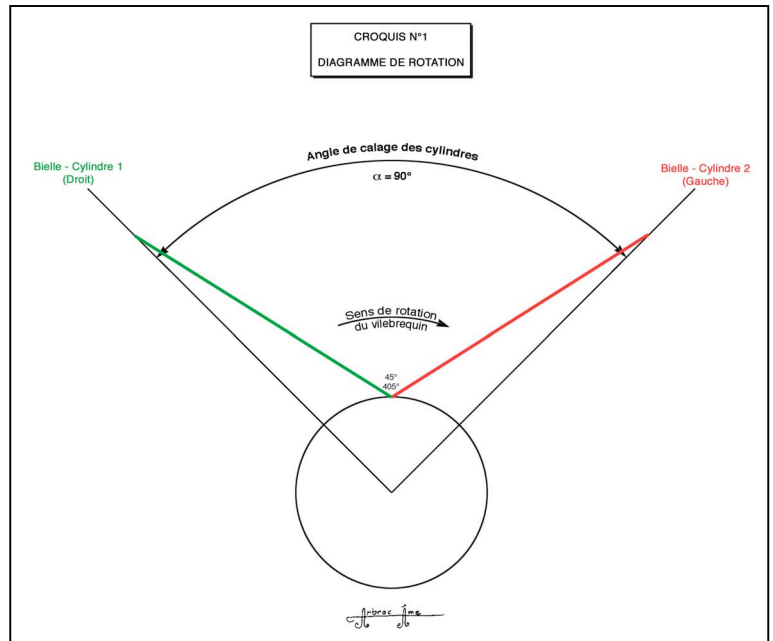
Nous ne serons intéressés ici que par les quatre temps du cycle proprement dit, à savoir admission, compression, détente, échappement qui ont lieu sur deux tours de vilebrequin pour chaque cylindre.

Nous choisirons comme position arbitraire de départ du maneton, avant la rotation, le point 0° sur le cercle de rotation, correspondant au PMH du cylindre 1, le droit dans le sens de marche.

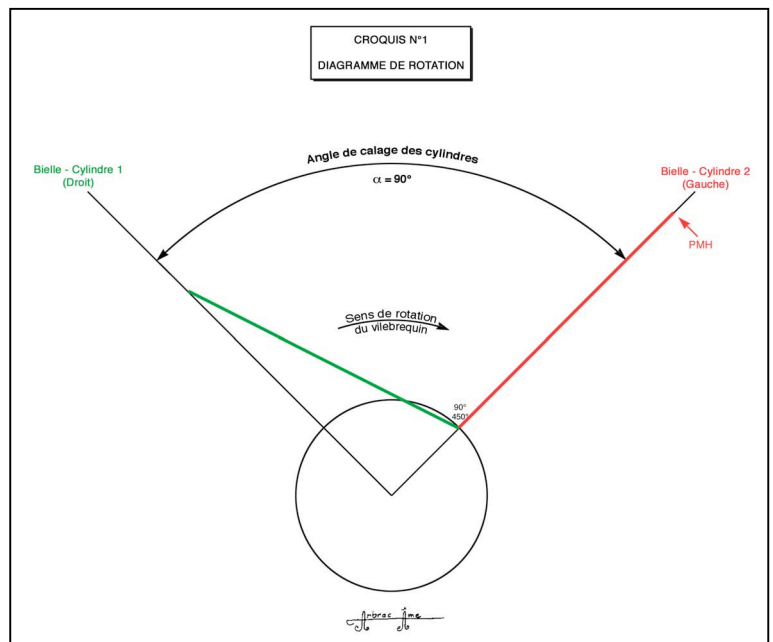


Nous visualiserons quelques positions des deux bielles et leur sens de déplacement sur la moitié du cycle.

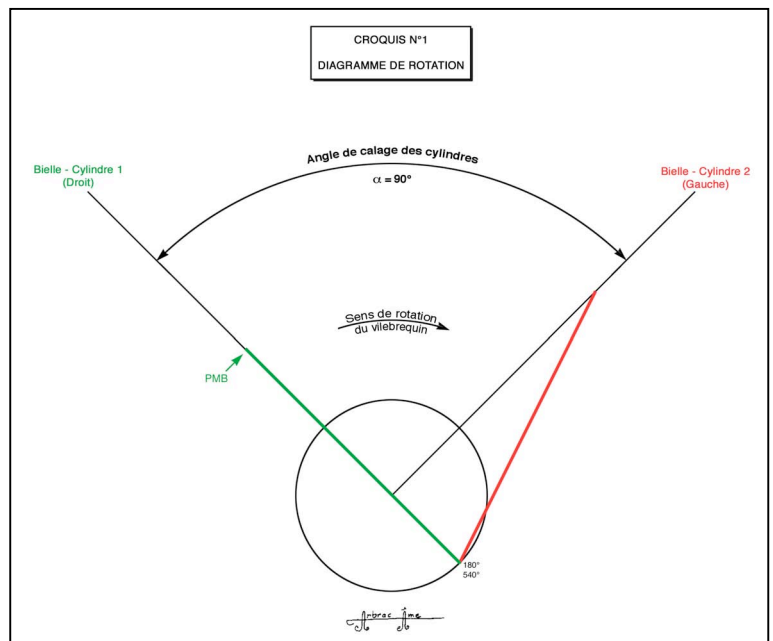
1. Lorsque le maneton se trouve à la position 45° , la bielle 1 est partie vers son PMB, tandis que la bielle 2 est partie vers son PMH. Le cylindre 1 est en début d'admission, et le cylindre 2 en fin de compression.



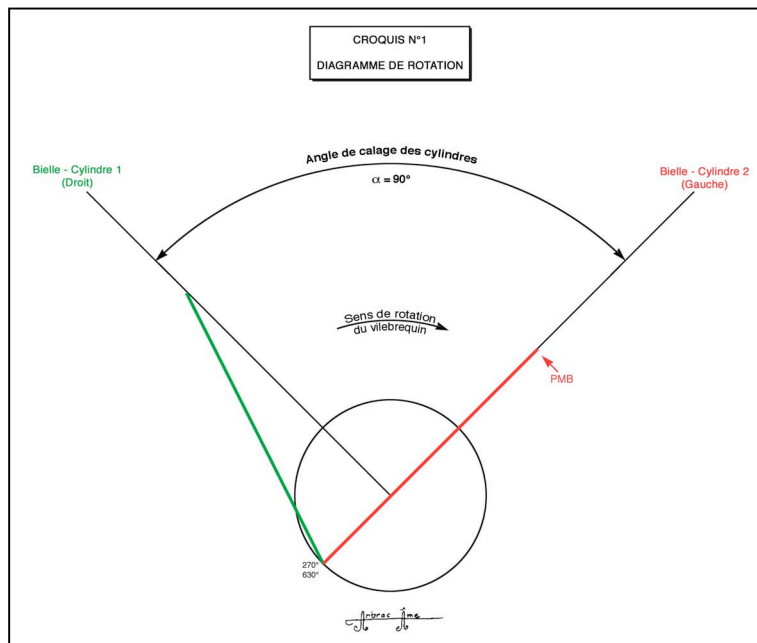
2. À la position 90° , la bielle 1 descend toujours vers son PMB et la bielle 2 se trouve à son PMH. Le cylindre 1 est en cours d'admission, tandis que le cylindre 2 est au point théorique d'allumage.



3. À la position 180° , la bielle 1 est à son PMB tandis que la bielle 2 est partie vers son PMB. Le cylindre 1 est en fin d'admission et le cylindre 2 est en cours de détente.



4. À la position 270°, la bielle 1 part vers son PMH tandis que la bielle 2 est à son PMB. Le cylindre 1 est en début de compression et le cylindre 2 est en fin de détente.



Dans ce premier tour, le cylindre 1 est en phases admission + compression ; le cylindre 2 est en phases allumage + détente + échappement.

Dans le tour suivant, le cylindre 1 sera en fin de phase allumage + détente + échappement; le cylindre 2 sera en phase admission + compression.

On peut ainsi suivre sur le Tableau de Rotation la progression de la position relative des bielles et de l'état des temps du cycle en fonction de la position du maneton.

La tableau prend en compte les deux tours de vilebrequin nécessaire à l'élaboration des quatre temps du cycle, (soit 720° pour deux tours) et ceci pour les deux cylindres.

Selon les formules rappelées par l'ingénieur MULLER (formulaire page 440 édition 1972) les explosions se succèdent selon des angles égaux à 360° + α et 360° - α, α étant l'angle de calage des cylindres.

Donc, les explosions se succèdent selon des angles de : 360° + 90° = 450° et 360° - 90° = 270°, ce qui apparait très bien sur le Tableau de Rotation ci-dessous.

Degré de rotation du vilebrequin	Bielle 1 (Droite - Sens de la marche)			Écart entre allumage	Bielle 2 (Gauche - Sens de la marche)			Repères sur le volant	
	Sens de déplacement	Temps du cycle	Position des culbuteurs		Sens de déplacement	Temps du cycle	Position des culbuteurs	Fixes	Selon allumeur
0	—	PMH Échap	Bascule	270°	vers PMH	suite Comp		D (4)	
45	vers PMB	début Adm			vers PMH	fin Comp			5 puis 6 (allumage)
90	vers PMB	suite Adm			—	PMH Allumage	Fermés	S (7)	
135	vers PMB	fin Adm			vers PMB	début Détente			
180	—	PMB			vers PMB	suite Détente			
225	vers PMH	début Comp			vers PMB	fin Détente			
270	vers PMH	suite Comp			—	PMB			
315	vers PMH	fin Comp			vers PMH	début Échap		Flèche	puis 2 puis 3 (allumage)
360	—	PMH Allumage	Fermés		vers PMH	suite Échap		D (4)	
405	vers PMB	début Détente			vers PMH	fin Échap			5 puis 6
450	vers PMB	suite Détente			—	PMH Échap	Bascule	S (7)	
495	vers PMB	fin Détente			vers PMB	début Adm			
540	—	PMB		vers PMB	suite Adm				
585	vers PMH	début Échap		vers PMB	fin Adm				
630	vers PMH	suite Échap		—	PMB				
675	vers PMH	fin Échap		vers PMH	début Comp		Flèche	puis 2 puis 3	
720	—	PMH Échap	Bascule	vers PMH	suite Comp		D (4)		
45	vers PMB	début Adm		vers PMH	fin Comp			5 puis 6 (allumage)	
90	vers PMB	suite Adm		—	PMH Allumage	Fermés	S (7)		

NOTA : le tableau de rotation fait apparaitre qu'aux positions 0° et 720°, l'état des temps du cycle est le même. On est bien sûr revenu au point de départ. Mais la superposition de la position 360° à ces deux positions n'a rien à voir avec celles-ci.

En outre, ce tableau, s'il est correctement utilisé, peut vous permettre de contrôler votre calage de distribution en y insérant les angles d'ouverture et de fermeture des soupapes donnés par le constructeur en donnant le jeu nécessaire aux soupapes.

Par exemple, pour un 850 T3 :

- Jeu de 1,5mm.
- Positionner la bielle 1 au PMH, maneton position 0°. Pour la bielle 1 on lira le tableau :

1. BIELLE 1 : PMH entre fin échappement et début d'admission.

SOUPAPES selon données constructeur :

- Retard fermeture échappement (RFE) après PMH = 20°
- Avance ouverture admission (AOA) avant le PMH=20°

On en conclut que sur le cylindre 1 les deux soupapes sont ouvertes au PMH : on dit qu'elles sont « en bascule », que 20° avant la position 0° du croquis, la soupape d'admission est fermée et que 20° après la position 0° la soupape d'échappement est fermée.

2. BIELLE 2 : pour cette même position du maneton, la bielle 2 remonte le piston en cours de compression, donc entre début de compression et fin de compression.

On voit qu'il reste encore au maneton 90° à parcourir pour parvenir au PMH (voir croquis 1).

SOUPAPES selon données constructeur :

- Retard fermeture admission (RFA) après PMB=52°

Le vilebrequin ayant parcouru 90° après le PMB de cette bielle, la soupape d'admission est donc fermée depuis $90° - 52° = 38°$ de rotation du vilebrequin. La soupape d'échappement quant à elle est fermée.

Pour toutes les positions caractéristiques PMH ou PMB on peut donc vérifier avec ce tableau les calages de distribution. Ceci nécessite un disque gradué monté sur le nez de vilebrequin ainsi qu'un repère fixe quelconque pris sur le carter.

Compte tenu de la démultiplication de 0,5 entre vilebrequin et arbre à came (l'arbre à cames tourne deux fois moins vite que le vilebrequin et à la même vitesse que l'arbre d'allumeur) on peut en déduire que les linguets des deux jeux de rupteur sont espacés d'un angle de $270° \div 2 = 135°$ d'un coté et de $450° \div 2 = 225°$ de l'autre (ou $360° - 135° \dots$) ; la somme de ces deux angles ($225° + 135° = 360°$) constituant un tour de l'arbre d'allumeur pour deux tours du vilebrequin.

Ces angles peuvent être utiles par exemple si vous désirez fabriquer un allumage électronique à capteurs statiques, pour positionner les dits capteurs sur la platine support dans l'allumeur.

MÉTHODE DE RÉGLAGE DES SOUPAPES

CYLINDRE 1 - DROIT

Mettre la bielle 1 (cylindre droit) au PMH après avoir enlevé les deux bougies. Si vous observez le tableau de rotation, vous constatez qu'il y a deux PMH.

Comment trouver le bon, car vous tomberez obligatoirement sur le repère volant du PMH pour l'un ou l'autre ? Trois moyens de vérifier :

1. Si la machine a déjà été réglée, les deux culbuteurs ont obligatoirement un jeu mais peut-être pas le bon. Le vérifier.
2. Si la machine n'a pas encore été réglée, décrire un cycle complet en observant l'ordre d'ouverture et de fermeture des soupapes et lorsque l'échappement est fermé et la soupape d'admission se referme, guettez :
 - L'arrivée du piston au PMH (une tige, en plastique de préférence, placé dans le puits de bougie : elle sera remontée au maximum au PMH)
 - L'arrivée du repère volant en face du repère situé sur la lumière du carter.
3. Si la machine a déjà été réglée et que vous n'avez pas de jeu aux culbuteurs :
 - Vous n'êtes pas au bon PMH mais à celui correspondant à fin d'échappement début d'admission ou les soupapes sont en « bascule » (voir plus haut).
 - Vous êtes au bon PMH, les soupapes et les sièges sont très usés (ce qui est rare) ou n'ont peut-être jamais été réglés.

Pour être sûr de vous, si vous n'avez pas encore bien pratiqué, il vous suffit de démonter le couvercle d'allumeur et pour la position PMH du piston du cylindre 1 en fin de compression, de vérifier que la came d'allumage vient juste de commencer à ouvrir le jeu de vis platiniées situé à la position la plus haute : le second dans le sens de rotation de la came.

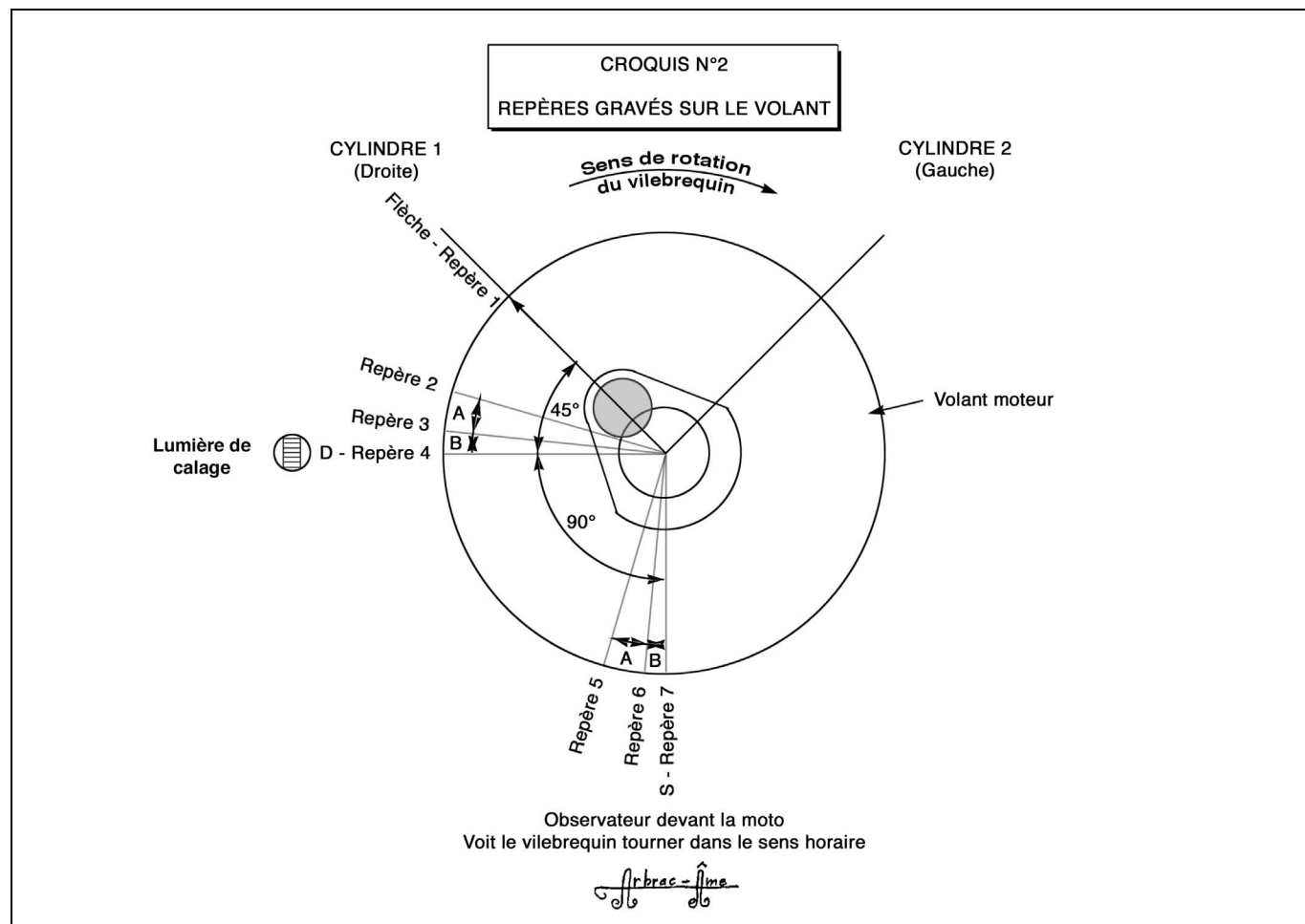
CYLINDRE 2 - GAUCHE

Procéder comme pour la bielle 1, avec le jeu de vis platiniées situé à la position la plus basse, le premier dans le sens de rotation de la came.

LES REPÈRES DU VOLANT MOTEUR

Si vous observez la « table de rotation » et ainsi que je l'ai déjà mentionné, du fait du calage à 90° des cylindres, les allumages sont séparés par des angles de 270° et 450°. Mais ceci seulement sur deux tours de vilebrequin et parce que les bielles sont articulées sur le même maneton.

Les points d'allumage sont repérés sur le volant moteur. Pour vous permettre de visualiser facilement ce repérage, j'ai tracé le croquis 2, et j'ai situé la position de départ du maneton à la position 0° du croquis 1 avec le même sens de rotation.



Sur le volant moteur, d'un diamètre de 230 mm, sont implantés les repères suivants, dans le sens d'apparition dans la lumière de calage :

- Repère 1 : c'est une flèche gravée sur la périphérie du volant. Elle a pour rôle de positionner le volant par rapport à la position du maneton de vilebrequin de manière à pouvoir retrouver au bon endroit les repères « D » et « S » face à la lumière de calage (trou rond situé à droite du carter de boîte et normalement fermé par un bouchon de caoutchouc). Elle a également un rôle beaucoup plus important qui ne nous regarde pas ici, c'est celui de retrouver l'équilibrage dynamique de l'équipage mobile après démontage du volant.
- Repère 2 :
- Repère 3 : il est séparé du repère 2 par un angle A correspondant à celui de l'avance automatique de l'allumeur inhérent au moteur considéré. Il concerne le cylindre Droit
 Pour mémoire : Allumeur S 311 A (Marelli) angle $A=26^\circ$ (Le Mans)
 Allumeur S 311 B (Marelli) angle $A=31^\circ$ (850 T3)
 La somme des angles $A+B$ (cf ci-après) constitue l'avance à l'allumage totale, à un régime considéré propre à chaque modèle.
- Repère 4 : situé à 45° du repère 1, il est séparé du repère 3 par un angle B correspondant à celui de l'avance initiale propre à chaque modèle de moto. Ce repère est matérialisé par un « D » gravé à la périphérie du volant. (D pour Destra qui signifie Droite en italien). Il correspond au PMH du piston du cylindre droit.
- Repères 5 et 6 : idem repères 2 et 3 respectivement, mais pour le cylindre gauche.
- Repère 7 : situé à 90° du repère 4. Ce repère est matérialisé par un « S » gravé à la périphérie du volant (S pour Sinistra qui signifie Gauche en Italien). Il correspond au PMH du piston du cylindre gauche.

Compte tenu des éléments qui précèdent, j'ai indiqué dans le tableau de rotation :

1. Les repères de PMH qui apparaissent dans la lumière de calage, pour tous les P.M.H.
2. Les repères volant autres que ceux de PMH auxquels je n'ai pas donné de valeur précise d'angle (sauf pour la flèche de repérage située à 45° du repère « D ») ceux-ci étant fonction des caractéristiques de motorisation propres à chaque machines.

Ceci permet la vérification de la position du vilebrequin avant d'entamer le réglage des soupapes mais aussi de visualiser le cycle d'allumage particulier propre aux moteurs calés en « V » à 90°.

Ainsi, on lit les 2 dernières colonnes du tableau de rotation en fonction du croquis **2** de la manière suivante :

- À la position 0° du vilebrequin, le repère « D » apparaît dans la lumière de calage. La bielle droite est au PMH et la bielle gauche sera au PMH d'allumage 90° plus tard.
- À ce moment, le repère « S » apparaît dans la lumière de calage. À cette position le prochain allumage sur la bielle droite aura lieu 270° plus tard = un tour de volant - 90°, puisque le repère « D » est placé avant le repère « S » dans le sens horaire (voir croquis **2**). Le repère « D » apparaîtra alors dans la lumière de calage.
- Puis, de cette dernière position, le prochain allumage sur la bielle gauche aura lieu 450° plus tard = un tour de volant + 90° puisque le repère « S » est placé après le repère « D » dans le sens horaire (voir croquis **2**). Le repère « S » apparaîtra alors dans la lumière de calage.

Et le cycle recommencera.

Philippe LABBÉ, alias Arbrac Ame
Document rédigé pour le MGCF

BONUS : moteurs en gif animés : <http://www.animatedengines.com/index.html>