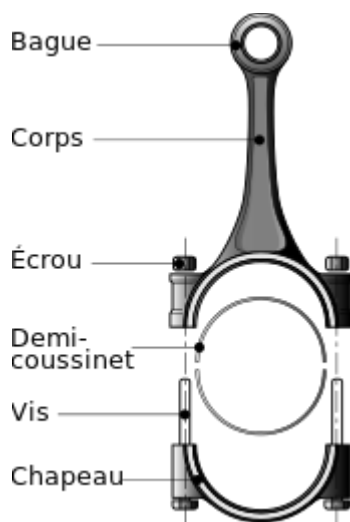


## 5 la bielle :

En mécanique, une bielle est une pièce dotée de deux articulations, une à chaque extrémité, dans le but de transmettre une force, un mouvement ou une position<sup>1</sup>. L'articulation à chaque extrémité de la bielle peut être un pivot ou une rotule.

Son utilisation la plus connue est dans le système bielle-manivelle où, associée à une manivelle, on obtient la transformation d'un mouvement de rotation continu en un mouvement alternatif de rotation ou de translation, et réciproquement. Certains moteurs (comme les moteurs en V) utilisent des bielles complexes, en associant deux pistons à un seul maneton de vilebrequin.



### 7.1 La bielle dans Moteur à combustion interne :

Dans les moteurs à combustion interne, les bielles transforment le mouvement alternatif rectiligne des pistons en un mouvement rotatif quasi continu du vilebrequin. La bielle comporte deux alésages circulaires, l'un de petit diamètre, appelé pied de bielle, et l'autre de grand diamètre, appelé tête de bielle.

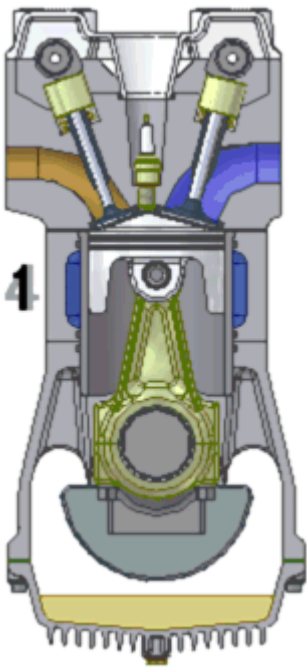
Le pied de bielle est engagé autour de l'axe du piston. La friction entre la bielle et l'axe est réduite par l'interposition entre les deux pièces mobiles d'une bague circulaire recouverte ou constituée de métal anti-friction (bronze, par exemple), ou de roulements (à aiguilles le plus souvent).

La tête de bielle, elle, enserme le maneton du vilebrequin. Pour permettre le montage dans le cas d'un vilebrequin assemblé, la tête est coupée en deux dans un plan diamétral perpendiculaire à l'axe général de la pièce. La partie coupée s'appelle le chapeau de bielle. Après montage, le chapeau (ou pontet) est rassemblé au reste de la bielle par des boulons.

À l'inverse, la bielle peut être d'une seule pièce si le vilebrequin est constitué de parties assemblées après montage de la bielle. L'embellage (manivelle et bielle) n'est plus démontable. La friction entre l'ensemble bielle/chapeau et maneton est réduite par l'interposition entre les pièces mobiles de deux demi-coussinets en acier recouverts sur leurs faces internes de métal anti-friction (généralement métal rose ou régule), ou de roulements.

Les bielles de moteur automobile sont matricées avec ses œillets sous-dimensionnés. Ces œillets sont usinés, la tête de bielle est alors coupée avec l'aide d'une guillotine pour permettre la fixation sur le vilebrequin. Les coussinets sont ensuite fixés.

Un manque de lubrification ou un échauffement trop important peut entraîner la fonte du métal antifriction et sa disparition entre les pièces mobiles provoque un jeu engendrant cognements et chocs destructeurs ; on dit que la bielle est coulée. Pour éviter ces désagréments, têtes et pieds de bielles sont percés de petits conduits qui permettent à l'huile moteur de circuler, de lubrifier et de refroidir les faces métalliques en contact.



## 8 l'arbre a cames :

Un arbre à cames est un dispositif mécanique permettant de transformer un mouvement rotatif en mouvement longitudinal. Il est une pièce essentielle du moteur à combustion interne. L'arbre à cames, appelé également « arbre de distribution », commande l'ouverture des soupapes, en transformant le mouvement rotatif issu du moteur en mouvement longitudinal actionnant les soupapes. Il s'agit d'un arbre, entraîné par des pignons, une chaîne ou une courroie crantée.

## 8.1 Arbre à cames dans le moteur :

L'arbre à cames est une pièce mécanique utilisée, principalement, dans des moteurs thermiques à combustion interne à 4 temps pour la commande synchronisée des soupapes. Il se compose d'une tige cylindrique disposant d'autant de cames que de soupapes à commander indépendamment ou par groupe, glissant sur la queue de soupape, ou sur un renvoi mécanique. Il est placé au niveau du vilebrequin (moteur culbuté ou Moteur à soupapes latérales), ou sur la culasse.

Sa synchronisation, avec l'arbre moteur, se fait par l'intermédiaire de pignons, d'une chaîne ou en utilisant une courroie crantée. Le montage et la conception du moteur détermine la position angulaire de l'arbre. Les dispositions possibles pour l'arbre à cames dépendent également de l'architecture du moteur et de ses performances. Dans les moteurs à combustion interne quatre temps le cycle complet nécessite deux tours de vilebrequin pour un tour de l'arbre à cames. Ce dernier tourne donc deux fois moins vite que le vilebrequin moteur.

L'élément suiveur des cames prend, selon les cas, différents noms:

\*lorsque ce dernier est soumis à un mouvement de translation rectiligne, il est nommé poussoir centré ou excentré suivant que son axe rencontre ou non celui de l'arbre à cames.

\*S'il effectue un mouvement oscillant de rotation autour d'un axe, il porte le nom de culbuteur.

Comme cité précédemment, l'arbre contrôle l'ouverture des soupapes. Lorsque la came n'attaque pas, (directement ou par l'intermédiaire du poussoir ou du culbuteur), la queue de soupape, soumise aussi à l'action d'un ressort, reste fermée. Les ouvertures et fermetures se font donc totalement mécaniquement.

Les matériaux utilisés pour la fabrication des arbres à cames doivent être capables de résister à l'usure, vue les frottements importants avec les poussoirs ou les culbuteurs, surtout lors des démarrages à froid, lorsque la lubrification n'est pas encore assurée sous pression. On utilise en général, pour les moteurs de grande série, des fontes trempées sur les cames et les portées.



Le dessin des cames est très important, leurs profils déterminent : le moment d'ouverture des soupapes, la durée d'ouverture et la levée des soupapes (diagramme de la distribution). Le profil des cames est différent pour les soupapes d'admission ou d'échappement en raison des lois qui régissent leur fonctionnement.

## 8.2 Arbre à cames en tête :

L'arbre à cames en tête est une disposition particulière du ou des arbres à cames au-dessus de la culasse, afin d'améliorer la commande des soupapes par diminution des pièces en mouvement alternatif.

Dans un moteur à soupapes en tête, il est d'usage de transmettre la commande d'ouverture des soupapes par un mouvement rotatif prélevé sur le vilebrequin et transmis à un arbre à cames. En disposant l'arbre à cames en tête, c'est-à-dire en haut du moteur, ces tiges ne sont plus nécessaires, mais la synchronisation de l'arbre se fait par transmission, autorisant un décalage de l'axe de rotation, cette solution s'est généralisée petit à petit à tous les moteurs de véhicules routiers.

Pour éviter l'affolement de soupapes à de hauts régimes (environ 4 000 tr/min et plus), il convient de minimiser les pièces soumises à un mouvement alternatif, comme les poussoirs, les tiges de culbuteurs et les culbuteurs eux-mêmes. La suppression de ces pièces éliminant d'autant les jeux mécaniques parasites, la précision de commande des soupapes s'en trouvera améliorée. Pour cela, on place le ou les arbre(s) à cames directement au-dessus des soupapes.

La transmission de la rotation du vilebrequin vers l'arbre à cames se fait par une chaîne, une courroie crantée, une cascade de

pignons, un arbre avec couples coniques, voire exceptionnellement une bielle (NSU). Il faut simplement maintenir une stricte synchronisation avec un rapport de deux tours de vilebrequin pour un tour d'arbre à cames. Lorsque toutes les soupapes sont sur une même ligne, un simple arbre à cames suffit à actionner toutes les soupapes sans avoir besoin de culbuteurs ni d'un deuxième arbre.

Longtemps, les industriels ont boudé l'arbre à cames en tête, à cause des coûts de maintenance, des problèmes de lubrification qu'il posait et des modifications des chaînes de fabrication des moteurs. En fait, les arbres à cames en tête n'ayant d'intérêt que pour atteindre les hauts régimes. Désormais, la majorité des moteurs sont équipés d'arbre à cames en tête, souvent double, pour actionner les 16 soupapes courantes sur les moteurs modernes à 4 cylindres en ligne. Les moteurs en V utilisant cette technologie occupent plus d'espace dans le compartiment que les moteurs à soupapes latérales ou à soupapes en tête avec culbuteurs.

Les moteurs à arbre à cames en tête atteignent leur couple et leur puissance maximale à des régimes-moteurs supérieurs à ceux des moteurs à soupape en tête avec culbuteurs. Pour maximiser le rendement, les constructeurs doivent donc les jumeler à des transmissions ayant un nombre élevé de rapports. Parmi les dernières évolutions il faut signaler les moteurs à distribution variable, la technologie calmes, ainsi que différents dispositifs

permettant de modifier la position ou le profil de l'arbre à cames pendant le fonctionnement du moteur. Cette caractéristique permet d'améliorer le rendement du moteur à haut comme à bas régime



### **8.3 Double arbre à cames en tête :**

Au début des années 1970, afin de permettre un bon centrage de la bougie dans la culasse, ainsi qu'un réglage aisé des lois de distribution, on a placé un arbre à cames pour les soupapes d'admission, et un autre pour l'échappement. L'espace entre les arbres permet de placer la bougie au centre de la chambre de combustion.

Le double arbre à cames en tête est une variante de l'arbre à cames en tête, où les rangées de soupapes d'admission et d'échappement sont chacune actionnées par un arbre. Cette technique permet de supprimer presque toutes les pièces intermédiaires entre l'arbre à cames et la soupape, sans avoir besoin, pour autant, d'aligner toutes les soupapes. Le moteur peut, ainsi, tourner plus vite et produit moins de frottements et moins de bruits mécaniques dus aux jeux.



La notion de double arbre ne se conçoit que pour chaque rangée de cylindres. Par exemple, un moteur en V qui n'aurait qu'un arbre à cames par rangée de cylindres est considéré comme simple arbre, bien qu'il ait deux arbres à cames en tout. Parfois, certains moteurs à plusieurs rangées de cylindres ou quadruple arbre à cames en tête. Cela désigne en fait un moteur où chaque rangée de cylindre dispose d'un double arbre à cames en tête. Le double arbre à cames est souvent associé aux distributions utilisant quatre soupapes par cylindre, mais ce n'est pas une obligation.

