

Quelques notions

Je ne vais pas entrer dans les détails du fonctionnement des arbres à cames, juste un petit rappel pour mieux comprendre ce qui va suivre.

L'arbre à came tourne deux fois plus lentement que le vilebrequin, tous les angles qui sont exprimés sont en règle générale en degrés vilebrequin.

Il y a plusieurs paramètres qui caractérisent un arbre à came, les plus importants sont les suivants

AOA	Avance d'Ouverture à l'Admission. Cette donnée exprime à combien de degrés la soupape d'admission s'ouvre avant que le piston ait atteint le Point Mort Haut (PMH ou TDC en anglais - Top Dead Center)
RFA	Retard de Fermeture à l'Admission. Nombre de degrés après lequel la soupape d'admission se ferme après le Point Mort Bas (PMB ou BDC en anglais - Bottom Dead Center)
AOE	Avance de l'Ouverture à l'Échappement. Nombre de degrés avant lequel la soupape d'échappement s'ouvre avant le PMB.
RFE	Retard de Fermeture à l'échappement. Nombre de degrés après lequel la soupape d'échappement se ferme après le PMH.
Levée max	Cette donnée donne la levée maximum de la soupape qui serait obtenue avec une rampe de culbuteur (ou autre mécanisme) fournissant un rapport de levée de 1. Elle s'exprime pour l'admission et l'échappement
Durée d'ouverture	Admission = $180^\circ + \text{AOA} + \text{RFA}$ Échappement = $180^\circ + \text{AOE} + \text{RFE}$
ICL ECL	Inlet Center Line et Exhaust Center Line. Je ne connais pas l'équivalent en français, mais cet angle exprime à combien de degré après le PMH, la soupape doit être à son maximum de levée. On l'utilise pour le calage des arbres à came lors du montage. ICL = Durée d'ouverture admission / 2 - AOA ECL = Durée d'ouverture échappement / 2 - RFE
LCA	Lobe Center Angle = c'est l'angle formé par le sommet des deux cames d'admission et d'échappement (dans le cas des arbres à came comportant admission et échappement). $\text{LCA} = (\text{ICL} + \text{ECL}) / 2$. Attention cet angle est exprimé en degré d'arbre à came. Il existe des méthodes empiriques pour choisir son LCA en fonction de la taille des soupapes et des cylindres.

Plus les durées d'ouverture augmente et plus le ralenti du moteur est instable. De même plus les angles d'ouverture augmenteront plus la puissance développée à faible et moyen régime diminuera. Par contre le moteur développera plus de puissance à haut régime et pourra être exploité plus haut dans les tours.

Modifier le rapport de levée de l'arbre à came.

Si on prend l'exemple des Mini, on peut employer des rampes de culbuteur avec des rapports de levés modifiés : 1.3, 1.5 et 1.7. Le rapport d'origine est de 1.25. Mini Sport, Mini Spares, Titan sont les plus connus dans ce domaine et proposent des rampes en aluminium anodisé avec des rouleaux en bout de culbuteur pour limiter les frottements entre la tête de soupape et le culbuteur.

il faut savoir que sur un moteur 8 soupapes, il ne faut plus espérer de gains de remplissage dès que la levée de la soupape d'admission a dépassé $0.25 \times \text{Diamètre de la soupape d'admission}$.

Augmenter la levée de la soupape par ces moyens permet d'obtenir un meilleur remplissage quand l'arbre à came ne fournit pas la levée nécessaire. Les gains en puissance se révèlent notables sur toute la plage de régime moteur d'après les tests effectués.

A savoir également pour le cas particulier des Mini (avec sa culasse siamoise à deux conduits d'admission), que les tests (D. Vizard) ont montré que la levée finale importait moins que la vitesse de levée de soupape. En effet la perte de remplissage la plus importante se fait à l'ouverture de la soupape. Avec un rapport de levée modifié, la soupape atteint une levée plus grande à angle d'ouverture équivalent. Les premiers degrés sont décisifs.

A noter également que l'utilisation de la rampe avec levée 1.7 n'apporte rien de plus que la rampe 1.5 (voire même un peu moins de puissance à bas régime), sauf si elle est utilisée avec des arbres à came de plus de 300° d'ouverture avec grosses soupapes (37 mm Adm / 31mm Ech - essece plombé obligée).

Scatter Pattern : Qu'est ce que c'est ?

Du fait de la configuration très particulière de la culasse de la Mini (2 conduits d'admission qui se divisent en 2 à l'intérieur de la culasse), il y a un croisement des admissions qui s'effectue. En effet, si on se base sur les cylindres 1 et 2, la soupape d'admission du cylindre 1 va s'ouvrir avant que celle du cylindre 2 soit fermée. le croisement des admissions est donc AOA + RFA. Ce phénomène est très mauvais, car le cylindre 1 va voler une bonne partie de la charge au cylindre 2 au moment le plus important. Qui dit perte de remplissage dit perte de puissance. Par ailleurs les cylindres intérieurs (2 et 3) n'ont pas le même remplissage que les cylindres extérieurs (1 et 4) : d'où un réglage de richesse approximatif avec tous les problèmes de casse et de chauffe que cela peut entraîner dans les cas extrêmes...

Ce phénomène explique également pourquoi il est impossible d'utiliser l'inertie de la colonne gazeuse dans les culasses de Mini et que prévoir une longueur d'admission en ce sens n'apporte que peu de résultats.

Pour résoudre ce problème, David Vizard a mis au point des arbres à came spéciaux : les Scatter Pattern. Ceux ci ont la particularité de présenter un timing différent pour les cylindres intérieurs et extérieurs. le LCA des cames destinées au cylindre 2 et 3 est diminué, l'inverse pour les cylindres 1 et 4. Le but est de réduire la phase où les cylindres se volent de la charge.

Les arbres à came disponible chez Kent Cams pour la Mini

Désignation	Application	Plage de puissance	Levée de came adm./ech.	Levée de soupape adm./ech. (rampe 1.28)	Durée ouverture adm./ech.	Timing adm./ech.
MD256	Routier (améliore le ralenti du 1275 original)	1000-6000	6.67mm	8.12mm	254°	21/53 - 53/21
MD266	Route rapide	1000-6500	6.67 - 6.85	8.12 - 8.37	260° - 270°	24/56 - 61/29
MD 274	Route rapide injection	1000-6000	7.23 - 7.13	7.98 - 8.71	248° - 274°	12/56 - 69/25
MD276	Route - Rally	1500-7000	7.43 - 7.99	9.14 - 9.84	270° - 280°	29/61 - 66/34
MD286	Rally	2000-7500	7.99 - 8.22	9.84 - 10.15	280° - 290°	34/66 - 71/39
MD296	Rally - Course Circuit	3250-8000	8.22 - 8.62	10.15 - 10.67	290° - 300°	39/71 - 76/44
MD310	Course Circuit	4000-8500	8.62	10.67	310°	49/81 - 81/49
MD315	Course Circuit	4500-9000	8.81	10.87	314°	53/81 - 81/53
286SP	Rally	2000-7500	7.99 - 8.22	9.84 - 10.15	280° - 290°	34/66 - 71/39 et 66/34 - 39/71
296SP	Rally - Course Circuit	3250-8000	8.22 - 8.62	10.15 - 10.67	290° - 300°	39/71 - 76/44 et 71/39 - 44/76
310SP	Course Circuit	4000-8500	8.62	10.67	310°	49/81 - 81/49 et 81/49 - 49/81