

Association | Tutoriaux | Calendrier 2011 | For

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

samedi 31 janvier 2009, par Wiloskill

Donc je fais ce post pour tous ceux qui desirent changer leur collecteur d'échappement et qui hésitent entre un 4-1 et un 4-2-1. Je vais donc essayer de vous expliquer clairement ce que va faire tel ou tel collecteur sur votre moteur.

Déjà, comme tous ceux qui regardent de temps en temps sous leur capot l'on constaté, le collecteur d'origine sur les TU 8s est vraiment pourri, déjà il n'est pas du tout conçu pour être le plus performant (c'est normale me direz-vous : c'est un collecteur d'origine mais quand on voit le collecteur d'origine d'une 309 gti 16s qui est très performant on se rend compte que le notre fait vraiment pitié) de plus au contraire du vin, il ne se bonifie pas avec le temps. Je veux pour exemple cette photo (collecteur d'un moteur de 306 1.4 monopoint qui a 140000km) :



Donc le problème maintenant, c'est de choisir entre un 4-1 et un 4-2-1. C'est maintenant que ça va devenir compliqué, alors tout le monde se concentre :

Pour que le moteur puisse se remplir au maximum de mélange air-essence lors de la phase d'admission, il faut avant tout que le cylindre se soit vidé le plus possible des gaz résultant de la combustion du mélange. (pour l'instant c'est clair). Il existe à l'échappement et à l'admission des phénomènes complexes d'ondes de pressions-dépressions. L'étude de ces ondes permet pour un régime moteur donné d'avoir un accord, dit acoustique, entre l'admission et l'échappement, c'est à dire qu'on a pour ce régime, au cours de la phase de croisement des soupapes (en gros les deux soupapes sont ouvertes en même temps à l'admission et à l'échappement) un phénomène, dit de balayage, qui se traduit par une onde de pression à l'admission (en direction de la chambre de combustion) et une onde de dépression à l'échappement qui permet d'aspirer dans le cylindre juste avant que la soupape d'admission se referme encore un peu de mélange

air-essence. Bien sur pour que cela se fasse, il faut que le diagramme de distribution soit en accord également avec l'admission et l'échappement (c'est pour cela qu'un collecteur sera au top que pour un seul AAC) sinon soit la soupape d'admission ne se referme pas quand il faut et du mélange ressort par l'admission soit on obtient un phénomène dit de contre balayage (des gaz brulés re-rentrent dans la chambre de combustion), il s'en suit une baisse de rendement du moteur (qui est ,je le signale au passage, très médiocre car il ne dépasse pas les 30%). Donc le truc, c'est de s'arranger pour que pour l'AAC de série on arrive à avoir ce phénomène de balayage et donc d'accord entre l'admission et l'échappement pour un régime donné (c'est le cas avec un collecteur 4-1) ou pour 2 régimes donnés (cas du 4-2-1) : ces régimes sont donnés par les caractéristiques du collecteur (à savoir longueur et diamètre des tubes mais aussi température des gaz d'échappement, qui détermine la vitesse des gaz dans les tubes donc la vitesse des ondes dans ces mêmes tubes).

Couplage des cylindres :

Sur un moteur 4 cylindres, dont l'ordre d'allumage est 1-3-4-2 (je sais pas si c'est le cas sur xsi mais de toute façon on s'en fout en peu c'est juste pour avoir un exemple), on obtient la grille des cycles suivante :

1	3	4	2
↓*	↑C	↓A	↑E
↑E	↓*	↑C	↓A
↓A	↑E	↓*	↑C
↑C	↓A	↑E	↓*

A : admission
 C : compression
 * : explosion-détente
 E : échappement
 ↑↓ : montée-descente du piston

Elle montre qu'il faut raccorder deux à deux les cylindres décalés en phase d'allumage de 360° (1 avec 4 et 2 avec 3) afin d'espacer au maximum les phases d'échappements. En effet, si on raccorde les cylindres 1-2 d'une part et 3-4 d'autre part : les phases d'échappement interfèrent, la vidange du cylindre 2 (ou 3) se voit contrariée par la bouffée provenant du cylindre 1 (ou 4) puisque la soupape d'échappement de ce dernier s'ouvre (à cause de AOE : avance ouverture à l'échappement) bien avant que le cylindre 2 ne finisse d'échapper. C'est pareil si on raccorde les cylindres 1-3 et 2-4.

Deux types de collecteur :

Les 4-1 :

Les tubulaires 4-1 comportent 4 tuyaux d'évacuation, de même longueur, se regroupant en 1 seul. C'est une solution

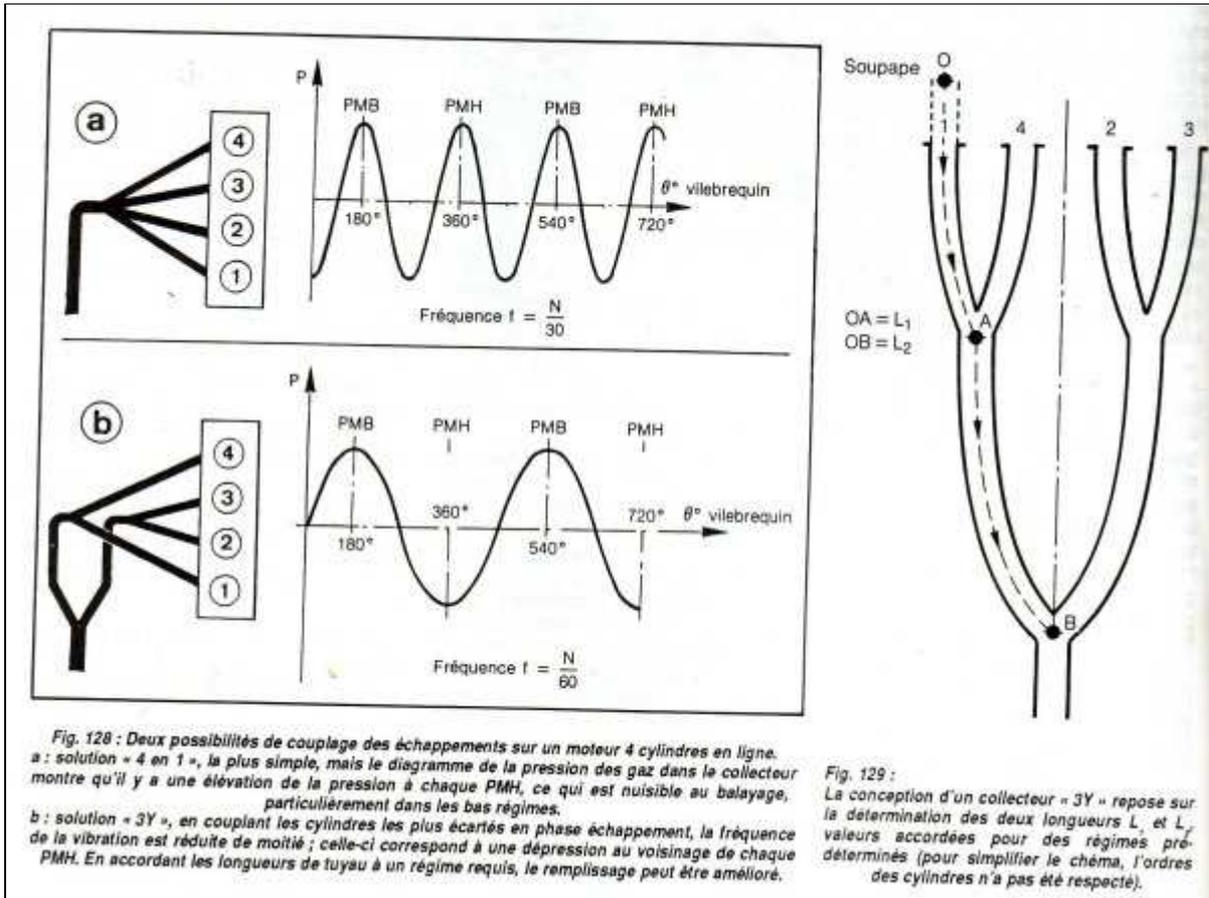
passer partout, car la plus simple à mettre au point sur le banc d'essai. Bien que ce ne soit pas la solution la plus performante en raison des interactions entre les bouffées (voir explication ci-dessus) mais la contre pression élevée dans le collecteur permet d'obtenir un frein moteur important. Lorsqu'il est court, le 4-1 s'avère performant dans les hauts régimes à la condition d'avoir une section de conduit importante. Mais si l'on recherche de la souplesse avec un 4-1 les tuyaux doivent être très long.

Les collecteurs 3Y ou 4-2-1 :

Toujours pour un moteur avec ordre d'allumage 1-3-4-2, le couplage des cylindres s'effectue comme ceci :

deux Y assurent le couplage des cylindres 1-4 et 2-3

un 3° Y permet le raccordement des deux tuyaux de couplage. Cette solution est la plus performante du point de vue vidange et balayage des cylindres mais c'est aussi la plus difficile à mettre en œuvre car elle nécessite de déterminer 2 longueurs de tuyaux :



la longueur L_1 des branches de chacun des 2 Y de couplage (mesure à partir de la soupapes bien sûr)

la longueur L_2 mesurant la distance entre la soupape et le point de jonction des deux tuyaux de couplage. L'adaptation de ces longueurs peut être effectuée pour un même régime caractéristique (P_{max}) ou encore pour 2 régimes différents : accord de L_1 pour le régime de P_{max} et L_2 pour le régime de couple max. Donc un collecteur 4-2-1 bien étudié peut être meilleur qu'un 4-1 notamment en matière de couple à bas régime, et donc de souplesse.

Donc en gros :

si tu veux de la puissance pur et un moteur moins linéaire, tu prends un 4-1, tu aura en plus un très bon frein moteur.

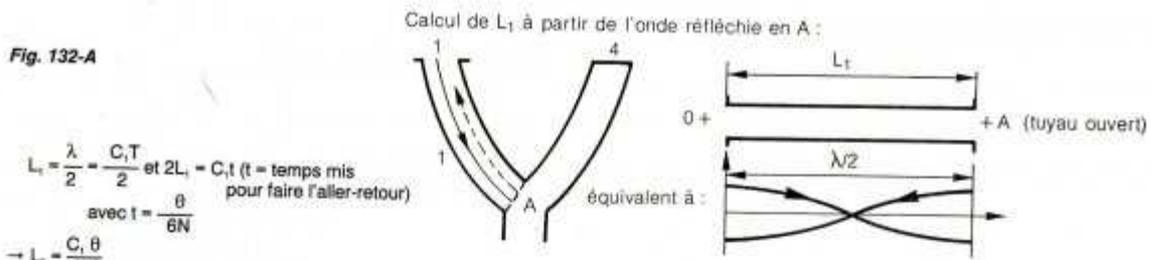
si tu veux un moteur coupleux et souple mais quand même plus puissant, tu prends un 4-2-1. Disons qu'avec un 4-1 le moteur a plus de caractère car moins linéaire et qu'avec un 4-2-1 le moteur est plus souple et coupleux en bas mais pas forcément moins puissant que si tu avais mis un 4-1.

Je peux éventuellement mettre un détail des calculs permettant de déterminer les longueurs L_1 et L_2 dans le cas d'un collecteur 4-2-1 si quelqu'un est intéressé.

Voici donc une approche des calculs pour avoir un ordre de grandeur des longueurs L_1 et L_2 dans le cas d'un collecteur 4-2-1 (3y) :

Fig. 132 : exemple de détermination des longueurs L_1 et L_2 sur un collecteur type « 3Y ».

Fig. 132-A



$$L_1 = \frac{\lambda}{2} = \frac{C_1 T}{2} \text{ et } 2L_1 = C_1 t \text{ (t = temps mis pour faire l'aller-retour)}$$

$$\text{avec } t = \frac{\theta}{6N}$$

$$\rightarrow L_1 = \frac{C_1 \theta}{12N}$$

Exemple : accord pour $N = 7000$ tr/mn.

Température des gaz d'échappement : $t_c = 850$ °C, d'où $T^k = 1123$ °k

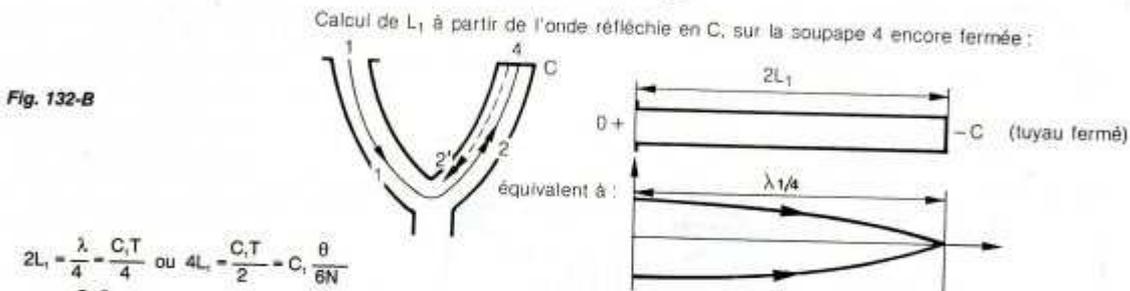
$$C_1 = \sqrt{1,45 \cdot 289 \cdot 1123} = 685 \text{ m/s}$$

en prenant $\theta = 180^\circ$ (fonction de l'importance du croisement).

$$L_1 = \frac{685 \cdot 180}{12 \cdot 7000} = 1,47 \text{ m} \text{ longueur trop importante}$$

\rightarrow accord sur harmonique 2 de la vibration (fréquence double) : $L_1 = \frac{1,47}{2} = 0,735$

Fig. 132-B



$$2L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{C_1 T}{4} \text{ ou } 4L_1 = \frac{C_1 T}{2} = C_1 \frac{\theta}{6N}$$

$$\rightarrow L_1 = \frac{C_1 \theta}{24N}$$

Exemple : $N = 7000$ tr/mn.

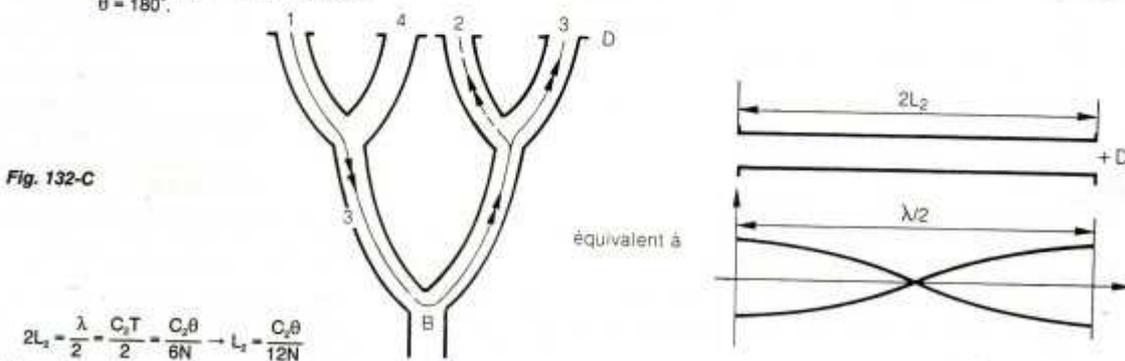
$$C_1 = 685 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow L_1 = 0,735 \text{ m}$$

$$\theta = 180^\circ$$

A 7000 tr/mn, la longueur $L_1 = 0,735$ m permet donc d'améliorer la vidange du cylindre 1 en récupérant une partie de l'énergie des ondes réfléchies, et en A (harmonique 2 de la vibration), et sur la soupape 4.

Fig. 132-C



$$2L_2 = \frac{\lambda}{2} = \frac{C_2 T}{2} = \frac{C_2 \theta}{6N} \rightarrow L_2 = \frac{C_2 \theta}{12N}$$

Avec : accord sur cylindre 3 (début d'ouverture soupape d'échappement) : $\theta_3 = 180^\circ$

accord sur cylindre 2 : $\theta_2 = 540^\circ$ (d'après cycle d'allumage)

Exemple : température moyenne des gaz sur trajet 1-3 : 700 °C $\rightarrow T^k = 973$ °k

$$\rightarrow C_2 = 640 \text{ m/s}$$

$$\text{Accord sur cylindre 3 pour } N = 7000 \text{ tr/mn : } L_2 = \frac{640 \cdot 180}{12 \cdot 7000} = 1,37 \text{ m}$$

$$\text{Accord sur cylindre 2 pour } N = 7000 \text{ tr/mn : } L_2 = \frac{640 \cdot 540}{12 \cdot 7000} = 4,1 \text{ m trop élevé}$$

$$\rightarrow \text{harmonique 2 : } L_2 = 2,05 \text{ m}$$

$$\rightarrow \text{harmonique 3 : } L_2 = 1,37 \text{ m}$$

A 7000 tr/mn, la longueur $L_2 = 1,37$ m améliore à la fois l'échappement du cylindre 3 (accord sur le fondamental) et celui du cylindre 2 (accord sur l'harmonique 3).

Nota : la longueur L_2 peut être accordée par des régimes plus faibles (amélioration du couple). Plus le régime d'accord et bas, plus L_2 sera important.

Je vous rassure tout de suite : je vais expliquer les calculs car il n'y a pas tout sur cette page pour tout comprendre.
page 1 :

Calcul 1:
 $L_1 = \frac{\lambda}{2} = \frac{c_1 T}{2}$ donc $2L_1 = c_1 T$ (avec $T =$ le temps mis pour faire Θ
 l'allée-retour : $1A$)
 $T = \frac{\Theta}{6N}$ (Θ dépendant de l'importance
 du croisement des soupapes
 au PTH (Point Mort Haut))

$\rightarrow L_1 = \frac{c_1 \Theta}{12N}$ c_1 étant la vitesse moyenne des gaz d'échappement
 sur la distance $A \leftrightarrow A$;
 I) c_1 dépend donc de la température des gaz d'échappement
 $c_1 = \sqrt{\gamma \cdot R \cdot T}$
 avec $\gamma = 1,45$ (coefficient adiabatique du gaz
 $\left\{ \begin{array}{l} \gamma = 1,45 \text{ pour les gaz d'échappement} \\ \gamma = 1,35 \text{ pour les gaz frais} \end{array} \right.$

R est la constante des gaz parfaits

$$R = 289$$

T est la température du gaz en degré Kelvin

$$T^{\circ K} = T^{\circ C} + 273$$

Preions pour exemple un accord au régime de 7000 tr/min : $N = 7000$ tr/min
 avec pour température des gaz d'échappement : $T^{\circ K} = 1123^{\circ K}$ (ce correspond
 à $850^{\circ C}$)

$$\text{Donc } c_1 = \sqrt{1,45 \times 289 \times 1123} = 685 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

en prenant pour exemple $\Theta = 180^{\circ}$

$$L_1 = \frac{685 \times 180}{12 \times 7000} = 1,47 \text{ m (longueur top importante)}$$

\rightarrow mais sur l'accord d'harmonie 2 de la vibration (fréquence double)

$$L_1 = \frac{1,47}{2} = 0,735 \text{ m}$$

Calcul 2:

Idem que pour calcul 1 (montre juste qu'il faut que les longueurs L_1
 soit identique pour tous les cylindres)
 (enfin je crois !!!)

Calcul 3:

La température des gaz change (enfin la $T^{\circ C}$ des gaz baisse de l'ordre de
 $150 \text{ à } 200^{\circ C}$ sur le premier mètre après la soupape), la vitesse change aussi

$\rightarrow c_2 = 640 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (appliquons le même calcul qu'en I)

Θ change aussi : pour Θ_3 (accord sur cylindre 3)

~~Principe de l'alignement des points d'ensemble~~

Le cycle d'allumage étant donc tout l'exemple 1-3-4-2.

Le cylindre 3 échappe donc 180° après le cylindre 1
donc $\theta_3 = 180^\circ$

Pour θ_2 : le cylindre échappe 360° après le cylindre 3 d'où
 $\theta_2 = 360^\circ + 180^\circ = 540^\circ$

$\rightarrow L_2 = \frac{640 \times 180}{12 \times 7000} = 1,37 \text{ m}$ pour accord cylindre 3

$L_2 = \frac{640 \times 540}{12 \times 7000} = 4,1 \text{ m}$ (trop élevé) pour accord cylindre 2

harmonie 2 = $\frac{4,1}{2} = 2,05 \text{ m}$

harmonie 3 = $\frac{4,1}{3} = 1,37 \text{ m}$

Au sujet des harmonies 1 ou 2-3-4-etc, le mieux est d'avoir un accord sur harmonie 1 car l'onde aura plus de "force", sur harmonie 2-3-4-etc l'onde perd de son intensité car elle est réfléchi plusieurs fois de suite (elle parcourt plusieurs fois l'allée-retour).

P.S: désolé pour les ratages et autres fautes d'orthographe.

Voilà j'ai essayé de faire le plus clair possible, si jamais vous comprenez rien (c'est normal j'ai mis pas mal de temps à comprendre).

P.-S.

Merci à Neckel

7 Messages de forum

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?
17 décembre 2009 14:06, par bibi

salut, c'est sur quel livre que tu as trouver sa ?

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

17 décembre 2009 14:21, par Wiloskill

Bonjour,

Qui tutoyez-vous ?

L'article a été rédigé par un membre du site.

Cordialement, Wiloskill

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

18 juin 2010 19:18, par 206Mazout

« c'est regime sont donnés »

⇒ « ces régimes sont donnés » ^^

en tout cas +1 pour le tuto c'est sympa et sans doute laborieux à réaliser, et effectivement je ne connaissais pas la différence exacte entre un 4 - 1 et un 4 - 2 - 1 ^^

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

26 août 2010 12:23, par Paulo53

Très bonne explication sur la différence et sur les collecteurs en général !

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

20 décembre 2010 14:06, par ASP68

Bonjour. Vous serait-il possible de nous informer sur le manuel dont vous tirez ces information ? Merci d'avance. Je suis en train de redessiner un collecteur 4-2-1 pour une Saxo 1.6l 16v ... (merci les logiciel des conception 3D en temps reel).

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

9 mai 2011 23:55, par lcssayssiste

Mais l'histoire de calcul de la bonne longueur des 4 tuyaux... Quand on achète un collecteur inox d'une bonne marque (genre un supersprint, un iresa), j'imagine que tout ceci a été calculé de leur côté lors de la conception du produit non ? Ils sont prévus pour 106... :-(

Collecteur 4-1 ou 4-2-1 : comment choisir ?

22 août 2011 09:03, par FiFiSubaru

Merci pour ce post, j'ai trouvé toutes les réponses aux questions que je me posait !