

Introduction

Ce tutoriel s'adresse à tous ceux qui veulent découvrir le fonctionnement général d'un moteur, et plus spécifiquement le fonctionnement de la kawasaki er-5.

A travers des schémas simples, des photos et différents liens vers le web, l'objectif est d'acquérir les connaissances minimales requises pour:

- enrichir sa culture générale
- comprendre, voire faire l'entretien et les contrôles de bases de son moteur
- d'acquérir les bonnes pratiques, au démontage/remontage de son moteur, ainsi que du temps et des outils nécessaires à la bonne réalisation des étapes.
- avoir un minimum de connaissance pour s'en tirer ou aider un autre motard en cas de panne au milieu de nulle part...
- ...

Ce document sera amené à évoluer afin d'être le plus exhaustif possible. S'agissant d'une œuvre collective faite dans un esprit de partage, ce document est distribué sous licence Creative Commons BY-NC-SA. Toutes les informations issues de documents externes seront systématiquement accompagnées des sources afin de permettre au lecteur de se reporter à tout moment aux documents d'origine.

SOMMAIRE

Introduction

I/ Quelques notions de bases

II/ La boîte à air

III/ La carburation

IV/ L'admission

V/ La chambre de combustion

VI/ La transmission

VII/ L'échappement

VIII/ L'embrayage

IX/ La boîte de vitesse

X/ Le système de refroidissement

XI/ Le système de lubrification

XII/ L'alimentation électrique

XIII/ L'équipement électrique

Lexique

I/ Quelques notions de bases

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il est nécessaire de s'armer d'un minimum de notions de base...

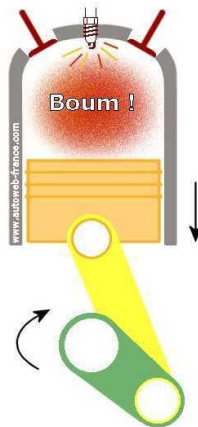
A/ Qu'est qu'un moteur?

C'est un dispositif qui va transformer/convertir une énergie en un effort mécanique. Dans l'automobile, on voit de plus en plus de sources d'énergies différentes apparaître (électricité, gazs, ...) mais la majorité des véhicules utilise aujourd'hui du pétrole comme source d'énergie pour faire fonctionner leur moteur. L'objectif est de transformer le pétrole en un mouvement de rotation qui va permettre de faire avancer le véhicule. Les moteurs des motos fonctionnent pour la majorité avec de l'essence.

B/ Comment à lieu la conversion d'énergie?

Il est à première vue difficile d'imaginer comment transformer de l'essence en un mouvement de rotation: En fait, la conversion n'est pas directe:

Nous allons tout d'abord utiliser l'essence comme moyen de combustion: en faisant exploser l'essence à l'intérieur d'un cylindre, ce dernier va, grâce à la force générée par l'explosion, pousser un piston (la pièce en orange sur le schéma). Le piston va alors se déplacer de manière rectiligne dans le cylindre.



http://www.autoweb-france.com/dossiers/5_Fonctionnement-d-un-moteur.php

Le piston est attaché à une tige (en jaune, on l'appelle la bielle), elle même reliée à une roue (en vert, on l'appelle manivelle ou vilebrequin). En se déplaçant, le piston va pousser la bielle, qui va elle même

pousser la manivelle, qui va alors tourner.

Nous avons transformé l'essence en un mouvement rectiligne, puis en un mouvement de rotation, grâce au système appelé '**bielle-manivelle**'. Ci-après de nombreuses illustrations de système bielle manivelle en action:

<http://membres.multimania.fr/minitpehadjadj/01.gif>

http://techno.st.marc.voila.net/6eme/transmission/bielle_manivelle.gif

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/Cshaft.gif>

C'est ce principe de base qui permet de convertir de l'essence en un mouvement de rotation.

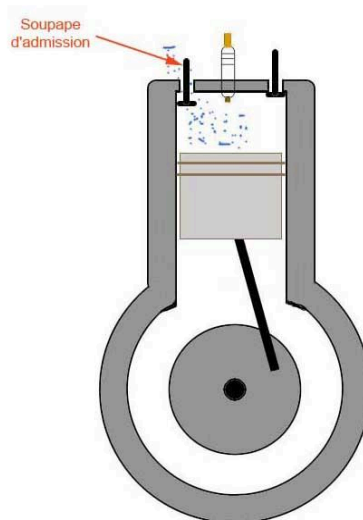
C/ Le moteur en fonctionnement

Pour que l'essence explose, il faut la mélanger avec de l'air, puis créer une étincelle. Une fois le mélange explosé dans le cylindre, le tout se sera transformé en gaz, qu'il sera alors nécessaire d'évacuer du cylindre (les fameux gaz d'échappement).

Or, pour gérer de manière efficace le remplissage du cylindre en essence et en air, l'explosion du tout, puis l'évacuation des gaz et le déplacement du piston dans le cylindre de manière synchronisée, il faut s'organiser un minimum... On décompose alors cela en **quatre étapes**, qui forment un **cycle**. Ces quatre étapes sont caractéristiques des moteurs dits à '**4 temps**', comme sur notre kawasaki er5. D'autres moteurs sont dits '2 temps', mais cela ne sera pas abordé ici.

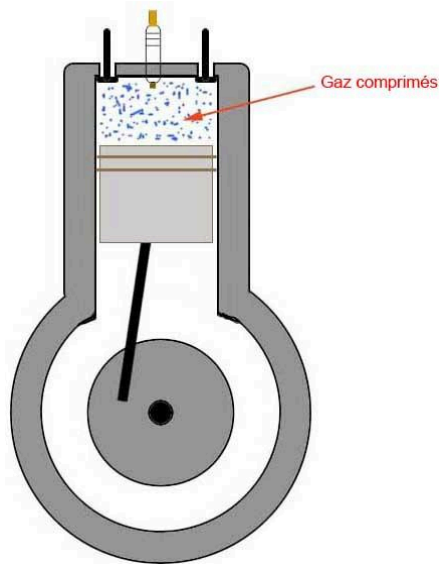
Les quatre étapes du cycle sont les suivantes:

- **l'admission**: Ici, on remplit le cylindre avec le mélange air-essence. Ce mélange entre dans le cylindre via un clapet qui est pour le moment ouvert, la soupape d'admission (logique non?). Pour remplir le cylindre, on fait descendre le piston vers le bas du cylindre, ce qui va créer une dépression et aspirer le mélange air-essence disponible à l'entrée de la soupape d'admission (exactement comme quand l'infirmière aspire votre sang avec sa seringue). A la fin de la phase d'admission, le piston se trouve tout au fond du cylindre, pour aspirer un maximum de mélange air-essence dans le cylindre.

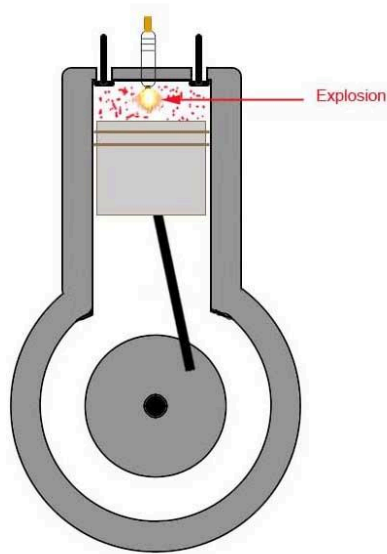


<http://www.jexpoz.com/349-fonctionnement-moteur-4-temps>

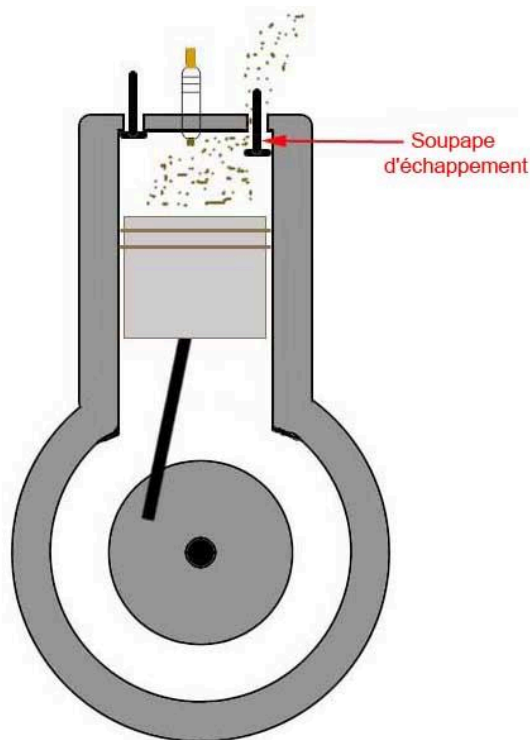
- **la compression:** Une fois le cylindre rempli du mélange, on ferme la soupape d'admission. Le piston va alors remonter dans le cylindre et ainsi compresser le mélange dans le haut du cylindre. Au plus le mélange est comprimé, au plus il chauffe. (si tu me crois pas, prend une pompe à vélo, bloque la sortie d'air et essaye de pomper un peu pour voir...) La phase de compression s'arrête lors que le piston est le plus haut possible dans le cylindre. Bien sûr, le piston ne remonte pas tout seul, il est poussé par la bielle, elle même poussée par la manivelle, qui tourne puisqu'elle a été entraînée par le précédent cycle de rotation du moteur.



- **Explosion et détente:** Le piston est à présent très haut dans le cylindre et comprime très fortement le liquide air-essence qui est très chaud. C'est le moment parfait pour créer une petite étincelle qui va faire péter tout ça! L'étincelle est créée par la bougie: le mélange explose et pousse alors très fortement le piston vers le bas du cylindre. Comme vu précédemment, le piston va alors à son tour pousser la bielle qui va faire tourner la manivelle. Le piston va alors se retrouver en bas du cylindre. Entre le haut du cylindre et le bas du cylindre, le piston en se déplaçant aura fait tourner la manivelle d'un demi-tour.



- **Echappement:** Comme la bielle tourne, elle va, avec l'élan, faire le demi-tour restant et ainsi repousser par l'intermédiaire de la bielle le piston vers le haut du cylindre. Or, qu'est-ce qu'il y a dans le cylindre à présent? En explosant, le mélange s'est transformé en gaz. Comme le piston remonte verticalement, il pousse alors ces gaz vers le haut du cylindre. C'est à ce moment là que l'on va ouvrir un autre clapet, la soupape d'échappement, afin d'évacuer ces gaz. Une fois le piston en haut du cylindre, on ferme la soupape d'échappement et on ouvre la soupape d'admission. Le piston, en descendant, va alors aspirer le mélange air-essence dans le cylindre. On revient alors à la phase d'admission, et on a ainsi terminé le cycle.



Ainsi, en un cycle de 4 temps, la manivelle aura fait **deux tours entiers**, car le piston aura fait deux aller-retours dans le cylindre. On comprend ainsi que pour faire deux tours, la manivelle a été très fortement poussée qu'une seule fois, par l'explosion au moment de la phase de détente. Pour les autres phases, la bielle entraîne le piston simplement avec l'élan de la phase de détente. D'ailleurs, je l'appelle manivelle, mais pour ce type de moteur, il est plus vrai de parler de **vilebrequin**.

Tu trouveras sur internet des tonnes d'animation pour t'expliquer ces différentes phases des moteurs 4 temps:

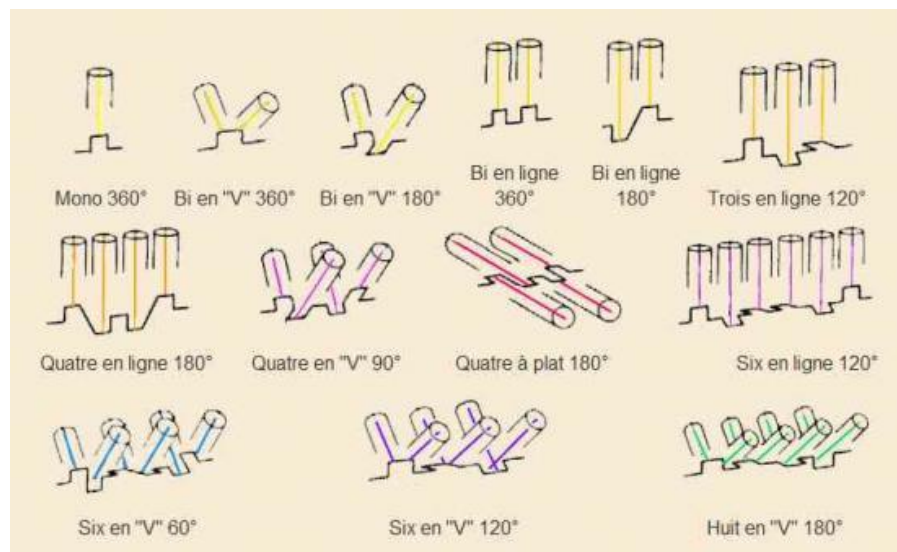
<http://www.clostridium.fr/blog/dotclear/index.php?post/2008/05/21/83-un-moteur-4-temps-en-flash>
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/4-Stroke-Engine.gif>

Si tu as tout compris, tu es maintenant armé pour rentrer dans le vif du sujet!!

C/ L'architecture moteur

Dans notre exemple, il n'y a que deux soupapes par cylindre, une d'admission et une d'échappement. En réalité, La kawasaki er5 en possède quatre par cylindre (2 admissions et 2 échappements). D'ailleurs, elle possède aussi deux cylindres alignés faisant face à la route, c'est donc un **"bicylindre en ligne"**, elle possède donc en tout **8 soupapes**. Chacun cylindre a un volume de 249 cm³, ce qui donne une cylindrée totale de 498 cm³. Par abus de langage, on dit donc que c'est une 500cm³...

Comment ça marche avec deux cylindres? Pour notre er5, chacun des 2 pistons possède sa propre bielle. Les deux bielles sont reliées **à un même vilebrequin**, de telle sorte que lorsque le piston de droite est en position la plus basse, le piston de gauche est en position la plus haute. Les deux pistons sont ainsi décalés d'un quart de cycle, si bien que lorsque le cylindre de droite est en phase de détente, l'autre est en phase de compression. On parle de **calage à 180°**. Si tu as bien compris, tu devrais être capable de retrouver parmi toutes ces architectures moteur, celle de notre er5:



<http://s1.e-monsite.com/2009/10/16/06/36229533calages-jpg.jpg>

réponse: *c'est le cinquième en partant du début.*

Au passage, ce schéma permet d'avoir un rapide aperçu des différentes architectures moteur. Sur les motos de faible cylindrée (<125cm³), on utilise généralement un monocylindre. Sur les moyennes cylindrées, ça sera plutôt des bicylindres. Et sur les grosses cylindrées des quatre cylindres. Après, cela varie énormément entre les constructeurs et les sensations recherchées par la moto... Il ne faut pas généraliser.

Qu'est-ce que ça change? Par exemple, un quatre cylindres sera généralement plus souple qu'un bicylindre ou un monocylindre. Par contre, sur ces derniers, la puissance sera disponible dès l'ouverture des gazzz alors que sur un quatre cylindres, il faudra plutôt monter dans les tours pour gagner en puissance. Autre différence, la sonorité. un bicylindre sonnera plus grave (des gros poum! poum!) alors qu'un quatre cylindres sonnera plus dans les aigus (genre perceuse.. hihi).

Bref, c'est vraiment l'architecture du moteur qui va définir le caractère de la moto. C'est pour cela qu'il n'y a rien de mieux que d'essayer différentes motos pour pouvoir trouver chaussure à son pied...

II/ La boîte à air

Fonctionnement

Souviens toi, pour que l'explosion ait lieu dans le cylindre, il faut que l'essence soit mélangée à de l'air (de l'oxygène, pour être plus précis). Le but de la boîte à air, c'est justement de récupérer de l'air et de la traiter avant de la mélanger... Cet air est directement récupéré dans l'air ambiant.



La boîte à air de l'er5:

www.surplusmotos.com

http://www.surplusmotos.com/images/800x600/ne/30095/1/piece-motos-toutes-cylindrees/boite-a-air_kawasaki_er5__500.jpg

A/ Première étape, le manchon:

Il permet de canaliser le flux d'air qui entre dans la boîte à air. Sur la photo, c'est la sorte de cheminée en plastique.

B/ Ensuite, le filtrage de l'air:

Ba oui, si tu roules sur les quais le long de la plage ou sur une route en travaux, il est hors de question qu'un grain de sable ou de la poussière s'ajoute au mélange air-essence. En effet, à force le moteur s'encrasserait et on risquerait, entre autre, d'habîmer le joint d'étanchéité entre le piston et le cylindre... bref, mieux vaut ne pas rouler sans... Il sert de plus à filtrer l'humidité de l'air afin de ne pas voir apparaître de l'eau dans le mélange. Le filtre à air se présente sous la forme d'un petit cylindre en mousse (*patrick sebastien, sort de ce corps!*), qui s'insère directement dans la boîte à air. Il faut régulièrement s'assurer que ce dernier ne soit pas encrassé, sous peine de voir le mélange air-essence appauvri en air et avoir des ratés d'exposition dans le cylindre du moteur.



<http://www.fr-kmoto.com/2596-thickbox/filtre-a-air-KYOTO-KAWASAKI--er5-96--02-a1-a2-a4.jpg>

C/ Le drainage/reniflard :

Deux drains sont situés dans le fond de la boîte à air. ces derniers permettent d'évacuer l'eau ainsi que l'huile qui pourrait se déposer dans le fond de la boîte. pour vidanger ces drains, il suffit de retirer les deux bouchons à l'extrémité des deux tubes de drainage, puis remettre les bouchons une fois la vidange faite.

D/ Conduit d'air:

une fois traité, l'air propre est envoyé à l'entrée du carburateur. Ce dernier a pour fonction d'effectuer le mélange air-essence et de doser l'envoi de ce mélange au cylindre moteur.

Entretiens

nettoyer - changer le filtre à air / vider les drains de la boîte à air (reniflard)

durée: 5 min

outils: tournevis cruciforme

difficulté: débutant

by: veilleur

Il est conseillé de le nettoyer tous les 12.000km, voir tous les 6.000km en cas d'utilisation en environnement poussiéreux ou humide. Le remplacement peut envisager au alentour des 25.000km, toujours en cas d'utilisation en environnement poussiéreux ou humide.

Le filtre à air se trouve sous le cache latéral gauche de la moto, pour y accéder:

1/ enlever la selle.



2/ enlever la vis cruciforme qui maintient le cache latéral gauche, puis le déclipser.



3/ enlever les trois vis cruciforme du couvercle du filtre à air:



4/ nettoyer - remplacer le filtre/nettoyer les drains: Pour nettoyer le filtre, le tapoter pour enlever le plus gros de la poussière. Puis, nettoyer plus en profondeur avec un aspirateur. Attention cependant à bien aspirer dans le sens inverse du flux normal de circulation de l'air, sinon on enfonce les particules dans le filtre et ça fait pire que mieux...



5/ remonter le tout

III/ La Carburation

Fonctionnement

Pour que l'explosion soit parfaite dans le cylindre, il faut un bon dosage entre la quantité d'air et d'essence dans le mélange, et l'envoyer en bonne quantité au cylindre moteur. C'est le rôle du carburateur.

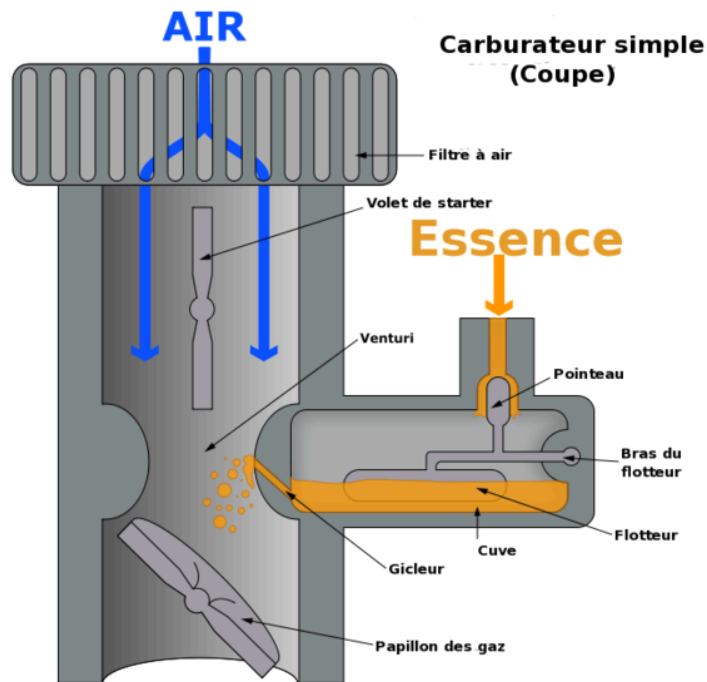
Pour effectuer le mélange air-essence, il faut:

- de l'air, traité et envoyé par la boîte à air au carburateur.
- de l'essence, qui est filtrée puis dosée par la cuve du carburateur.

Le carburateur va doser le mélange air-essence et la quantité de mélange à envoyer au moteur grâce à :

- la commande d'accélérateur, qui pilote le boisseau de carburateur
- la commande de starter
- un gicleur de ralenti
- une aiguille/ un puit d'aiguille
- un gicleur principal

Comment tout ça fonctionne ensemble?



<http://fr.wikipedia.org/wiki/Carburateur>

La partie d'alimentation de l'essence du carburateur est gérée via une cuve. Celle-ci fonctionne un peu comme une chasse d'eau :

Au départ, la cuve est vide. Le flotteur est au niveau le plus bas. Ce flotteur est relié à un pointeau. Ce pointeau, au fur et à mesure que le niveau d'essence dans la cuve augmente, va monter par l'intermédiaire du flotteur et venir boucher l'arrivée d'essence. Ainsi, l'arrivée d'essence n'est ouverte que lorsque la cuve doit être remplie. Ce système cuve-flotteur-pointeau permet d'éliminer la différence de niveau entre le réservoir d'essence et le carburateur.

L'essence contenu dans cette cuve est aspirée par la descente du piston du moteur (souviens toi l'infirmière qui aspire votre sang avec la seringue...). Le flux d'essence aspiré passe par un gicleur et le puit d'aiguille. Ce sont ces deux derniers éléments qui vont permettre de gérer la quantité d'essence à mélanger à l'air, c'est à dire la richesse du mélange.

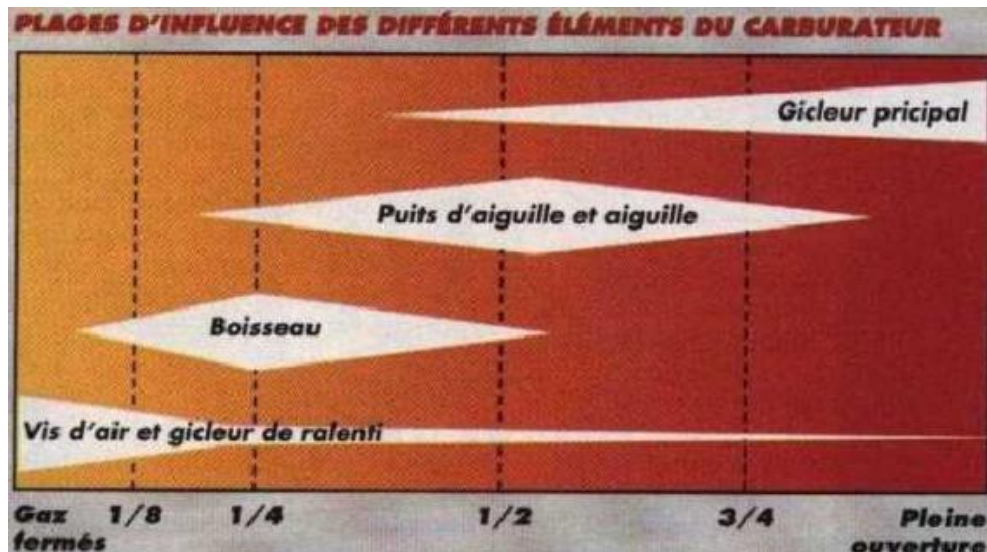
En effet, en plus de gérer la quantité de mélange injectée dans le cylindre, le carburateur gère la richesse du mélange. Cela correspond à la quantité d'essence par rapport à la quantité d'air dans le mélange. Un mélange équilibré doit contenir 14,7 fois plus d'air en masse que d'essence. Lorsqu'il y a plus d'air que nécessaire, on parle de mélange pauvre. Lorsqu'il y a trop d'essence, on parle de mélange riche.

Le starter va permettre d'enrichir le mélange moteur à froid. En effet, l'essence étant froide, elle est encore sous forme de goulette au lieu d'être sous forme gazeuse, elle colle donc plus aux parois. Il est donc nécessaire d'enrichir le mélange afin d'avoir la bonne quantité d'essence dans le cylindre.

L'essence est ensuite mélangée à l'air dans le venturi. Le papillon du carburateur, en tournant va

laisser passer plus ou moins de mélange air-essence vers les cylindres. Sur l'er5, il n'y a pas de papillon mais un boisseau à guillotine. Rien de bien méchant, c'est une plaque qui translate dans le venturi pour laisser passer plus ou moins de mélange. Ce boisseau est directement piloté par le câble d'accélérateur de la moto. En gros, plus on essore la poignée, plus le boisseau s'ouvre et laisse passer du mélange. Il y aura donc plus de mélange dans le cylindre, engendrant une explosion plus vive, poussant le piston plus rapidement et faisant ainsi tourner le vilebrequin plus vite.

Bref l'interaction de tous ces éléments permet de déterminer le régime du moteur:



<http://www.emoto.com/forums/mecanique.php?tid=1526243>

Suite à compléter...

Entretiens

à faire

IV/ L'admission

Fonctionnement

Le mélange air-essence plus ou moins riche passe, toujours par l'aspiration issue de la descente du piston dans le cylindre moteur, par l'admission. L'admission joue un rôle clef, car c'est elle qui détermine le moment où il faut alimenter le cylindre en mélange air-essence. Une désynchronisation pourrait engendrer une casse moteur! (si la tête de la soupape d'admission entre en collision avec le piston du cylindre...)

Comment ouvrir ou fermer l'admission du mélange vers le cylindre moteur?

Ce qu'il faut déjà savoir, c'est le principal organe de l'admission est la soupape d'admission. C'est une sorte de clapet qui s'ouvre pour laisser passer le mélange dans le cylindre. La soupape est en fait constamment fermée sous l'effet d'un ressort. La soupape ne peut donc s'ouvrir que si l'on pousse dessus. Dès qu'on arrête de pousser, elle se referme sous l'action du ressort.

Une soupape, c'est ça:



<https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTnfguDg32HGyUcDDRvY-0ET6RpvwUUDupPekMJzTyTI-kLdkqTzw>

C'est tout? ba oui! en gros, une tige avec une extrémité plate qui empêche le mélange d'accéder au cylindre moteur en bouchant l'arrivée du mélange. Sur le schéma d'après, on peut voir deux soupapes fermées sous l'action des ressorts. Pour les ouvrir, le bloc d'acier situé au dessus du ressort va pousser sur l'extrémité de sa tige, et ouvrir la soupape.



https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT9Cfo7cB2wNjCVxvq3l7dFI-b4o63HDHWu_eCK8ipV5hV_eq5O

Mais comment ce bloc descend-il? Il descend sous l'effet "d'un arbre à came" (rien à voir avec la drogue hein...). Il s'agit d'un axe avec des bossages. En tournant, les bossages de cet axe vont venir écraser et pousser ce bloc d'acier (on peut sur la précédente photo, au-dessus du bloc d'acier, la vue en coupe d'un arbre à came). Parfois, l'arbre à came va directement pousser la tige de la soupape sans bloc intermédiaire, comme sur l'animation ci-après:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nockenwelle_ani.gif

Bref, on l'a compris, c'est l'arbre à came qui pilote l'ouverture puis la fermeture de la soupape. Sur l'er5, l'arbre à came va venir pousser un culbuteur, qui poussera à son tour la tige de la soupape.

Mais comment cet arbre à came est-il synchronisé avec le piston du cylindre moteur?

Pour être parfaitement synchronisé, l'arbre à came est entraîné par le vilebrequin du moteur (oui, le même vilebrequin qui est entraîné par les pistons des deux cylindres), par l'intermédiaire d'une courroie, la fameuse courroie de distribution. (mais si, le truc qui t'a coûté un bras lors de la dernière révision de ta voiture....)

rien de tel qu'une belle vidéo en 3D pour comprendre tout ça:

http://www.youtube.com/watch?v=NA2_4mGrfpY

Sur notre er5, il ne s'agit pas d'une courroie mais d'une chaîne. Il n'est donc en principe pas nécessaire de la changer.

à compléter

Entretiens

à compléter

V/ La chambre de combustion

Fonctionnement

La chambre de combustion, c'est le haut du cylindre moteur. C'est à cet endroit qu'à lieu l'explosion du mélange air-essence. Au sommet de la chambre de combustion se trouve la bougie, qui va déclencher l'explosion en émettant un arc électrique.

<http://www.toutsurlamoto.com/lemoteur.htm>

Entretiens

VI/ La transmission

Fonctionnement

à faire

Entretiens

à faire

VII/ L'embrayage

Fonctionnement

à faire

Entretiens

à faire

VIII/ L'échappement

Fonctionnement

à faire

Entretiens

à faire

IX/ La boîte de vitesse

Fonctionnement

Maintenant que les pistons sont en mouvement dans les cylindres, il faut transmettre leur mouvement à la roue arrière. Pour cela, nous utilisons une boîte de vitesse.

Cette boîte de vitesse est composée de 2 arbres:

- L'arbre primaire: il récupère le mouvement du piston via une chaîne de transmission ou un système d'engrenage (à vérifier dans la rmt)
- L'arbre secondaire: en sortie de cet axe, nous avons le pignon de sortie de boîte qui va transmettre le mouvement de rotation à la roue arrière.

Sur ces arbres, vous avez un ensemble de 12 pignons (6 sur chaque arbre) qui correspondent à nos 6 vitesses. Les pignons de l'axe primaire tournent à la même vitesse que l'arbre. Les pignons sur l'arbre secondaire, eux tournent librement autour des axes. Lorsque nous sélectionnons une vitesse, un système de fourchettes et de tambours vient solidariser le pignon correspondant à l'axe. Cela va donc faire tourner l'axe secondaire à une certaine vitesse, différente de celle de l'arbre primaire. Cela est possible grâce aux dimensions différentes des pignons. Le pignon de sortie de boîte étant solidaire de l'axe, cela va faire tourner plus ou moins rapidement ce pignon.

-

Entretiens

à faire

X/ Le système de refroidissement

Fonctionnement

<http://jacky.wallet.free.fr/Jacky/Automobile/eau.htm>

à faire

Entretiens

à faire

XI/ Le système de lubrification

Fonctionnement

à faire

Entretiens

à faire

XII/ L'alimentation électrique

Fonctionnement

<http://www.motoservices.com/pieces/alternateur-regulateur-batterie-moto.htm>

Entretiens

XIII/ L'équipement électrique

Fonctionnement

<http://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9marreur>

à faire

Entretiens

à faire

Lexique

à faire