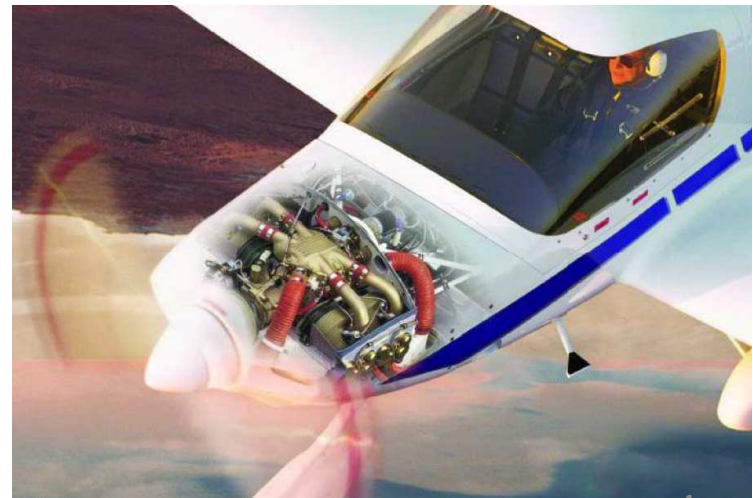
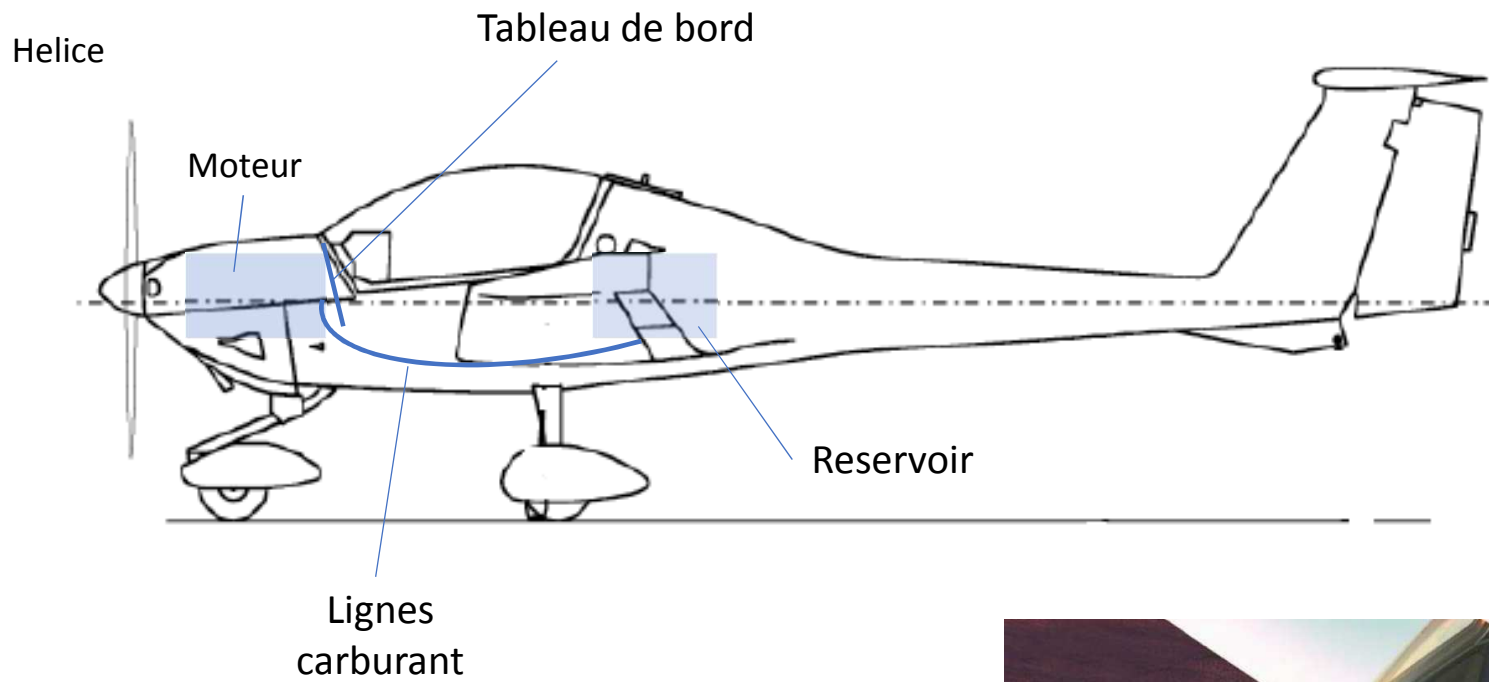


Le Moteur Alternatif à Combustion Interne

1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification

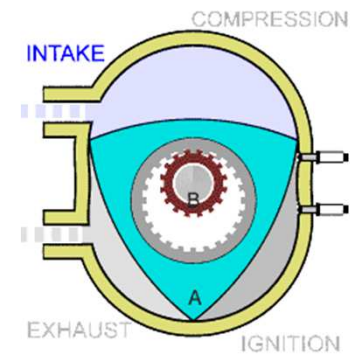
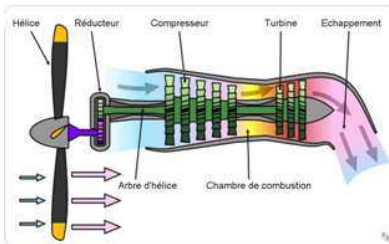
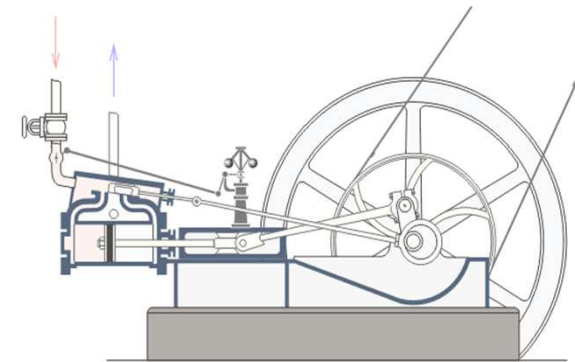
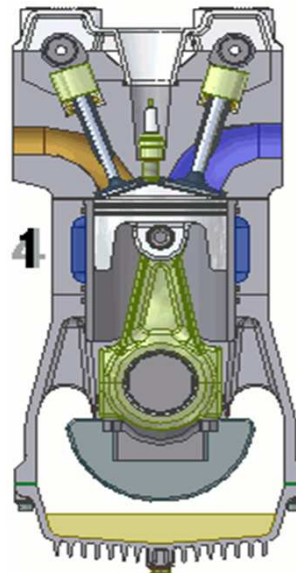
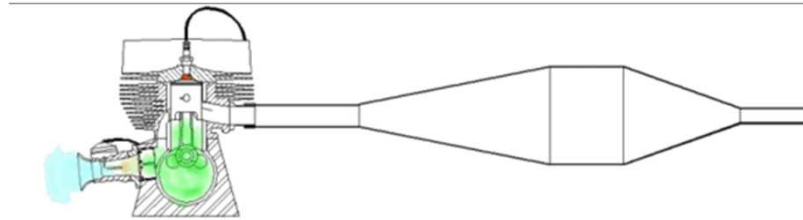
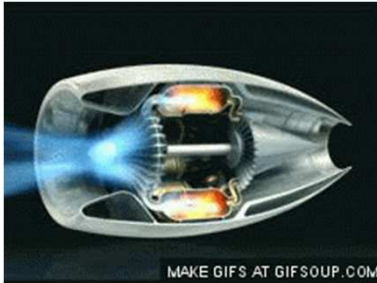
1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification

Distribution sous-systèmes GMP dans l'avion. (DA20)





Types de moteur à combustion.



A retenir

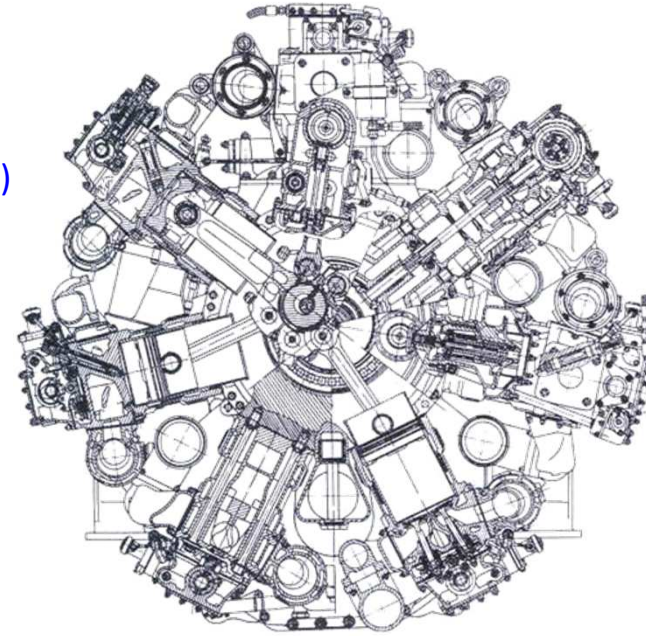
Ce document traite seulement le Moteur Alternatif à Combustion Interne à allumage commandé (MACI ou AICE en anglais)



Pour et contre les MACI

POUR

1. Excellent ratio masse-puissance
2. Changement de charge et régime très rapide (régime transitoire)
3. Fiable
4. Maitrisé depuis plus d'un siècle en aviation (Dec 1903).



CONTRE

1. Rendement combiné énergétique bas (~30% atmo ; ~ 45% turbocompr).
2. La plus part des autres "contres" dérivent de la première: émissions, bruit, complexité...

A retenir

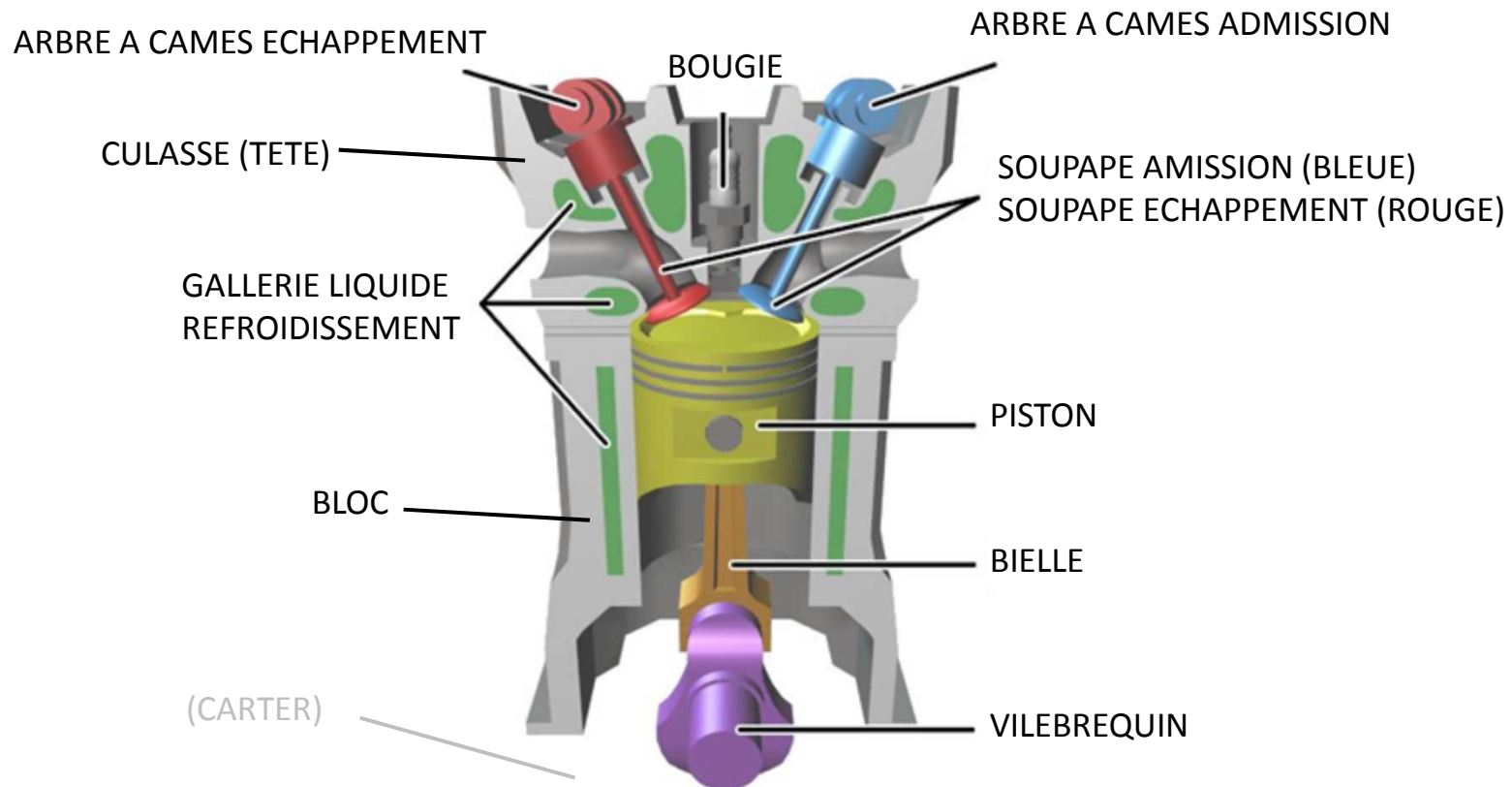
Rendement énergétique pauvre ~30%
Bon rapport masse / puissance
Fiable.
Maitrisé.

Note:

- Nos **Muscles** ont un rendement au tour de **70%**.
- Le rendement du système mécanique d'un vélo peut arriver au **99%** (sans dérailleur)



Éléments mécaniques fondamentaux d'un MACI.



A retenir

Piston: Mouvement rotative

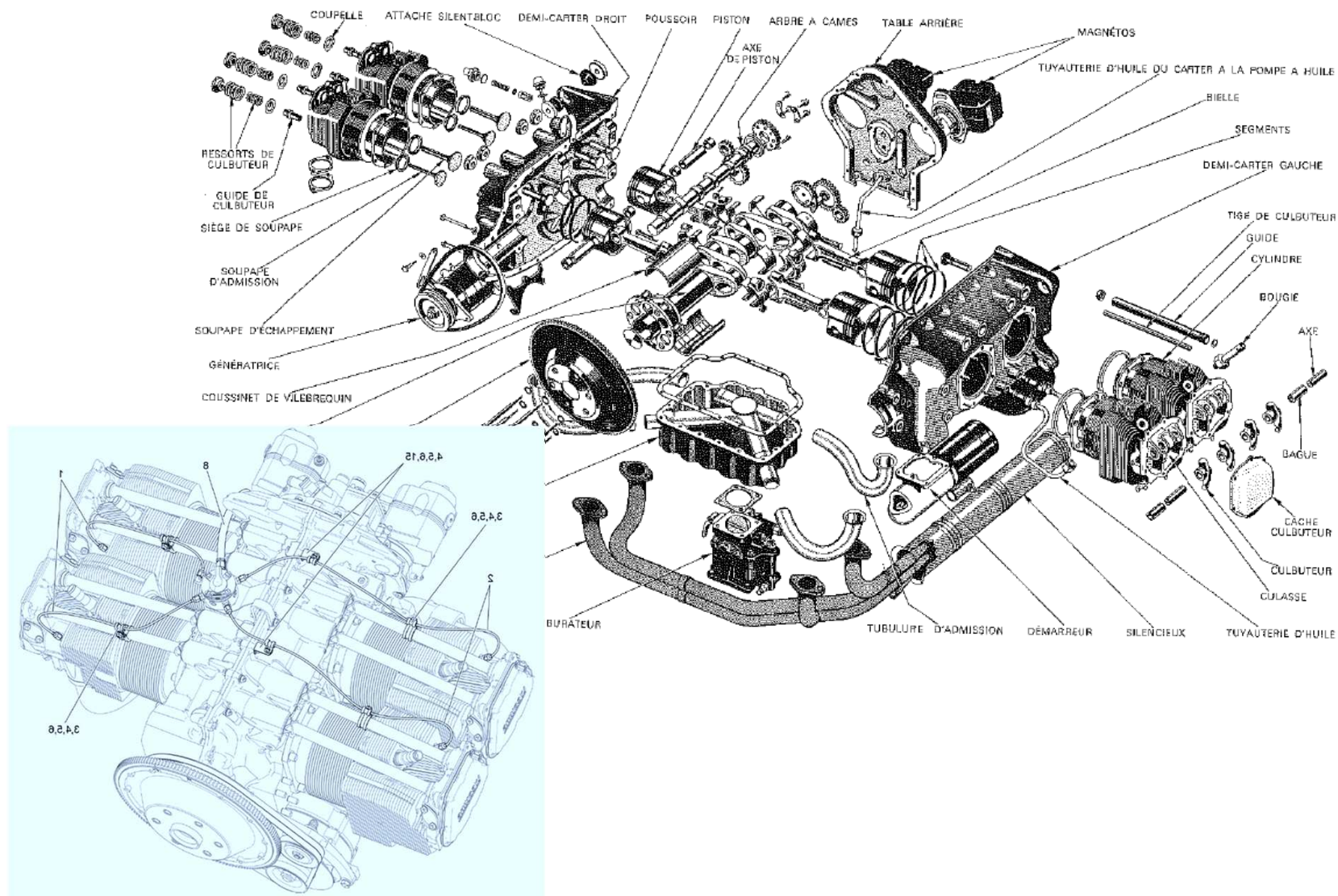
Vilebrequin / Bielle: Transformation mouvement alternative en rotatif. Sortie puissance vers l'hélice.

Soupapes: Synchronisées avec mouvement piston via arbres a cames. Admission et échappement.

Bougie: Source de chaleur pour déclencher la combustion (triangle de feu)



Éléments mécaniques fondamentaux d'un MACI. Moteur Lycoming O-320

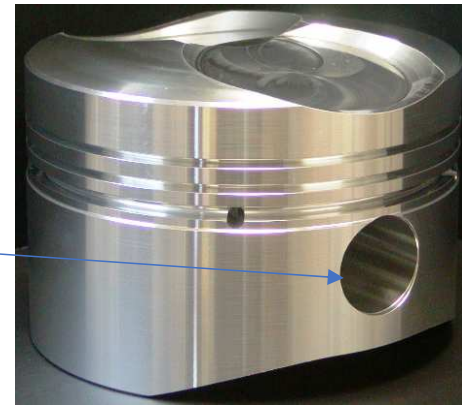




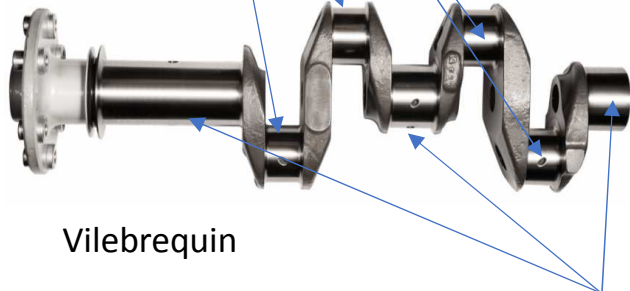
Éléments mécaniques. Transformation mouvement alternatif en rotatif.



Bielle



Piston



Vilebrequin

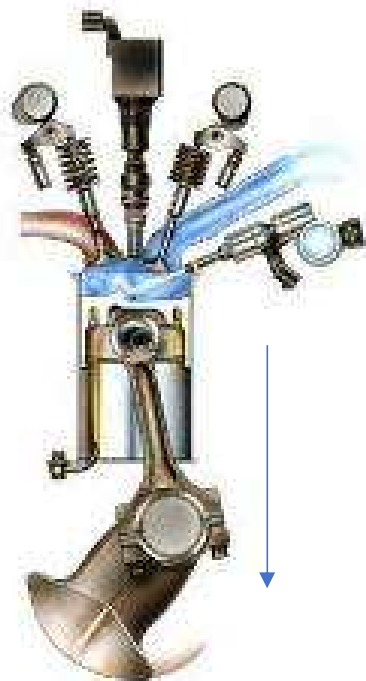
Paliers carter moteur



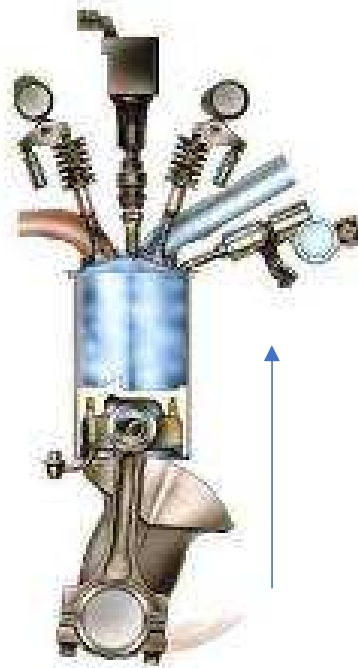
Ensemble piston bielle vilebrequin



Fonctionnement du moteur de 4 Temps. Cycle Otto (Beau-Rochas).



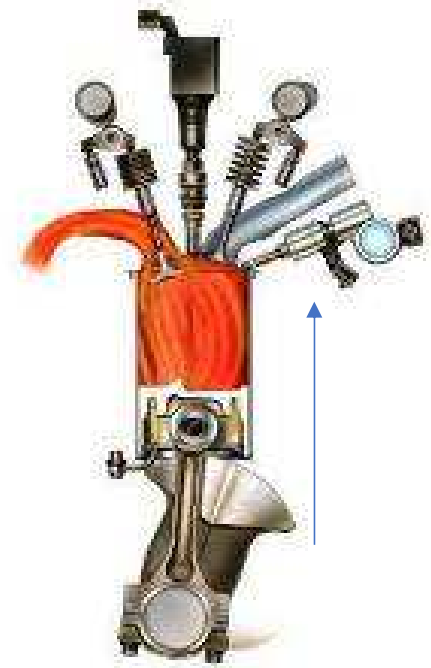
Admission



Compression



Combustion



Echappement

A retenir

- 4 Temps: Admission, compression, combustion/expansion, échappement → 4 courses piston et deux tours moteur.
- Des 4 courses moteur seulement une, la combustion/expansion, génère de l'énergie.
- Le reste sont des pertes: frottement, pompage, compression, accessoires... (notion de rendement).

1. Introduction, fonctionnement et types.
- 2. La combustion**
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification

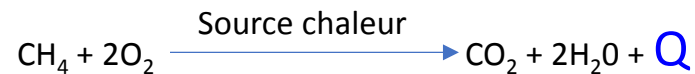


La Combustion. Carburant, comburent source de chaleur

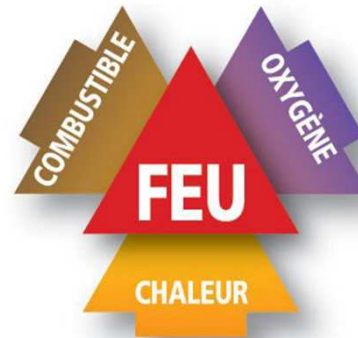
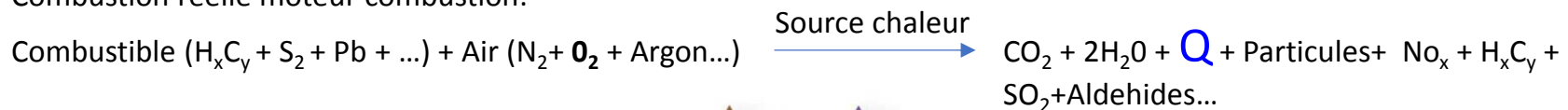
Combustion

Réaction **exothermique** entre deux éléments chimiques (oxydant et réducteur ou **comburant et combustible**)

Combustion complète Hydrocarbure / Oxygène:

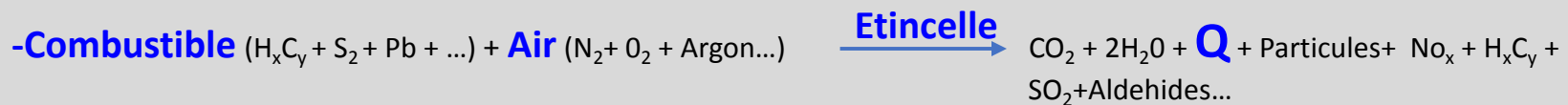


Combustion réelle moteur combustion:



A retenir

-Combustion réelle moteur combustion allumage contrôlé (triangle de feu):



- **Q** veut dire énergie → capacité à générer du travail → possibilité de fournir de la puissance.



La Combustion. Carburant aviation Avgas

3 types (Liste non exhaustive)

AVGAS 100 LL (LL: Low Lead)



Essence proche de l'essence Automobile. Mais pas interchangeable!

Couleur bleu.

Contient du plomb tétra éthyle (Augmentation de Indice de Performance et lubrification des sièges soupapes).

Indice de performance supérieur MON 100 / RON 130 (autoallumage / cliquetis)

Desséché (givrage)

Peu agressive (pas d'oxygénés comme l'alcool)

Volatilité: suffisante pour garantir démarrage et suffisamment basse pour éviter le "vapor lock". (Voir Pression Vapeur Saturante)

AVGAS 91 UL (Un-Leaded)

Ultraléger

Pas de plomb

Pas d'alcool.



JET A-1

Turbines et moteurs diesel adaptés



Le Document ASTM D910 décrit la spécification du carburant pour aviation civile (moteurs piston) en détail.

A retenir

AVGAS 100 LL

Couleur bleu.

Contient du plomb tétra éthyle (ON et sièges soupapes).

Indice d'octane supérieur MON 100 / RON 130 (autoallumage/cliquetis).

Desséché (givrage)

Peu agressive avec les parties métalliques (pas d'oxygénés)

Volatilité suffisante pour démarrage mais suffisamment basse pour éviter le "vapor lock".



Pas interchangeable (risque destruction moteur, corrosion éléments système...). Ne pas utiliser de l'essence voiture a sa place.

La Combustion. Thermodynamique de la combustion

Premier Principe (Clausius, Rankine...)

$$E = Q + W \quad (\text{Conservation de l'Energie})$$

E: Energie du système (du carburant quand il rentre en combustion avec comburent)

Q: Energie libéré par le système (forme de chaleur, bruit, lumière...)

W: Travail réalisé par le système.

Deuxième Principe (Carnot, Kelvin, ...)

$$Q > 0 \quad (\text{rendement toujours inférieur à 1})$$

A retenir

1er Principe + 2eme principe.

Le moteur thermique produit, ENTRE AUTRES, du travail $E = Q + W$

Le moteur thermique produit TOUJOURS en plus du travail W de l'énergie su forme de chaleur, bruit, lumière... $Q > 0$

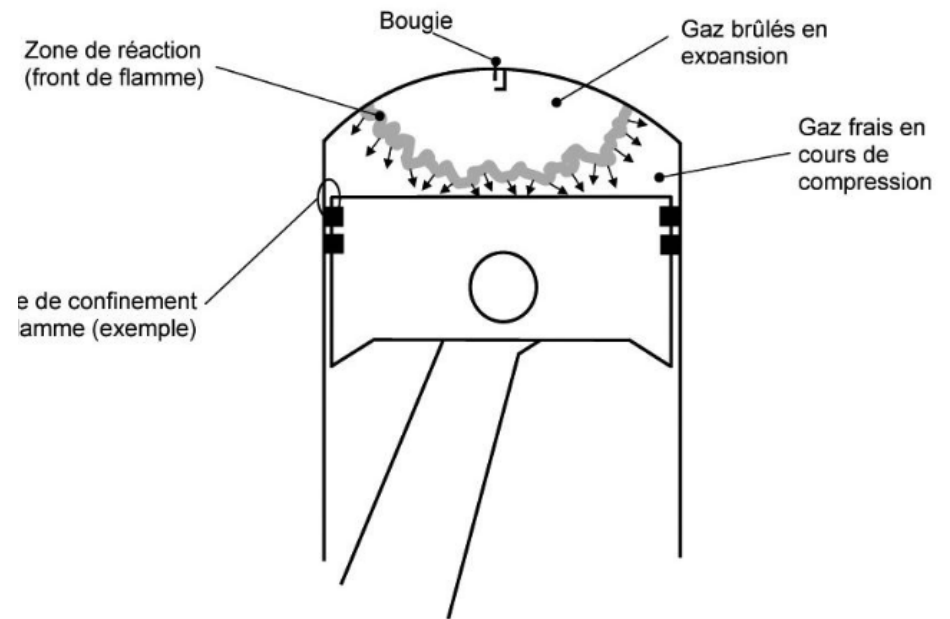
Parce que $Q > 0$ le système a **besoin de système de refroidissement**

Parce que $Q > 0$ la cellule peut être réchauffée et il est possible **dégivrer un carburateur.**

La Combustion. Front de flamme. Combustion Normale

Front de flamme. Définition.

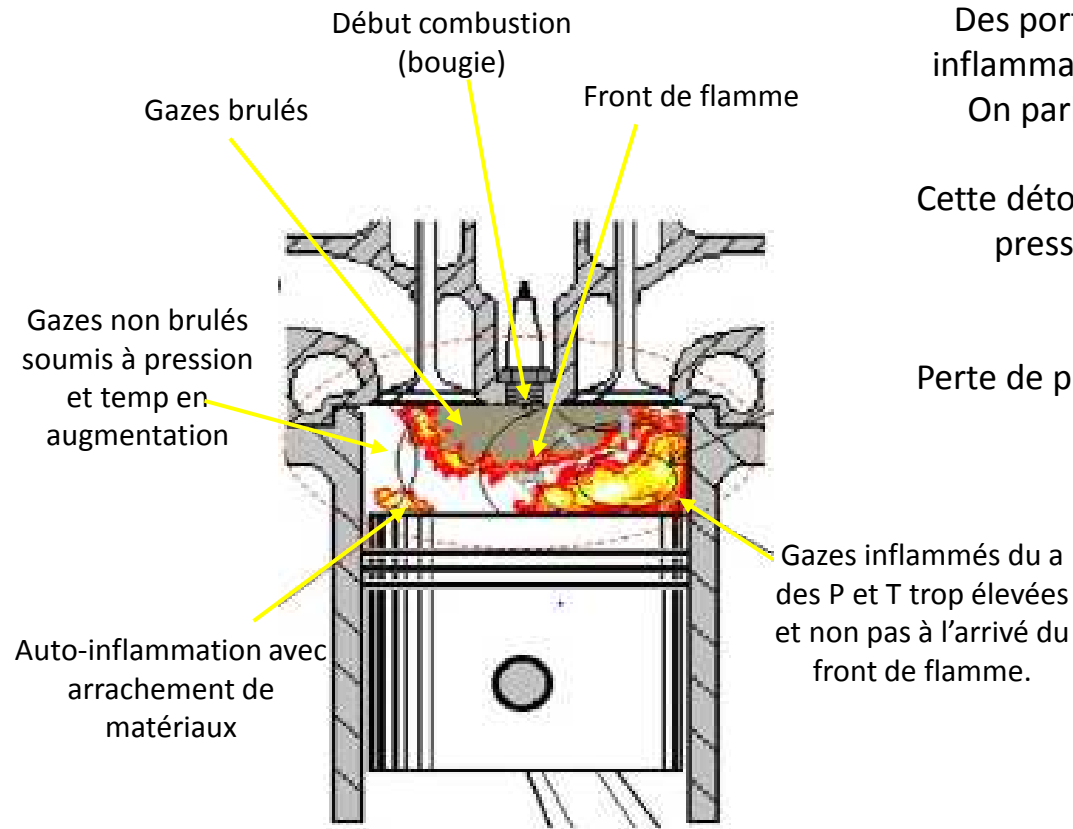
Volume très réduit où la combustion a lieu et qui sépare la zone des gaz brûlés de celle des gaz encore non brûlés



Combustion normale.

Moteur combustion allumage commandé (essence).
Le front de flamme se propage et arrive aux parois du cylindre et la tête du piston de façon progressive

La Combustion. Combustion anormale. Détonation.



Combustion anormale: Détonation ou cliquetis

Le front de flamme n'arrive pas aux parois du cylindre ni à la tête du piston.

Des portions de gaz atteignent les conditions d'auto-inflammation et entrent en combustion spontanément.

On parle de **détonation ou cliquetis** (une forme de combustion anormale).

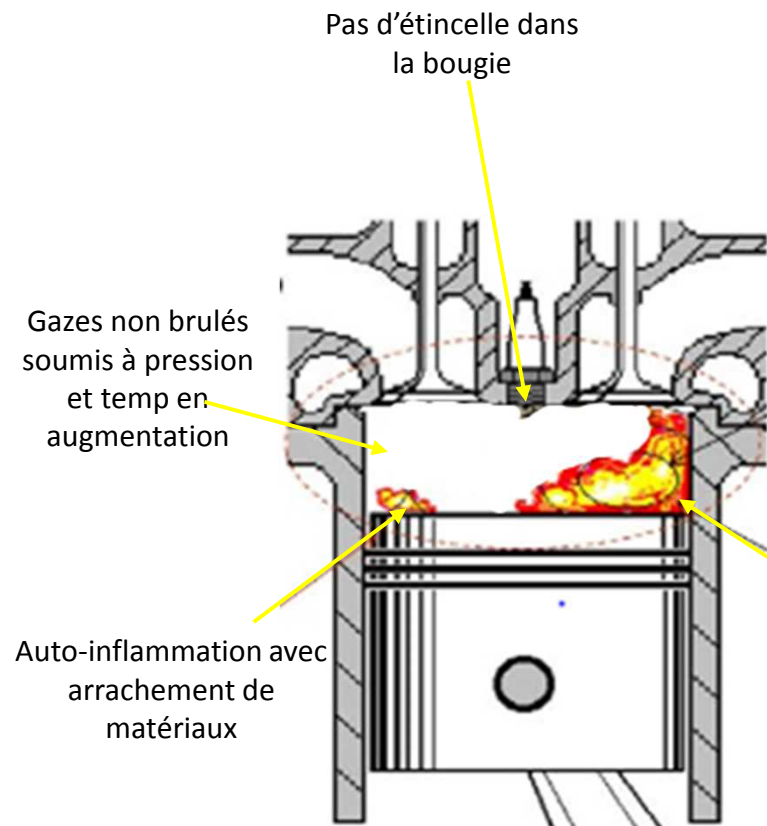
Cette détonation génère des pics de pression et ondes de pression de 6 à 15 kHz (audibles : « cliquetis »).

Sont néfastes pour le moteur.

Pas forcément audible !!

Perte de puissance importante et risque de casse moteur.

La Combustion. Combustion anormale. Autoallumage.



Combustion anormale: Autoallumage.

Le mélange air carburant s'enflamme avant l'apparition de l'étincelle

On parle d'**auto-allumage** (une forme de combustion anormale).

Cause: Points chauds (mélange trop pauvre, trop de temp/prs, ON trop bas.

Pas forcément audible !!.

Perte de puissance importante et risque de casse moteur.

- Gazes inflammés du a:
1. des P et T trop élevées
 2. Point chaud
 3. Essence ON trop bas.

La Combustion. Combustion normale et anormale.

A retenir

Front de flamme et cliquetis.

- FdF. Zone très fine entre les gazes brûlés et non brûlés.
- Combustion normale. Déplacement des gazes progressive jusqu'aux parois du cylindre.
- Cliquetis. Combustion anormale (avant arrivée du front de flamme) des non-brûlés du a des valeurs de pression et température trop fortes. Provoque des ondes de pression destructives pour le moteur.

Causes possibles du cliquetis

- Richesse mal réglée: un mélange pauvre favorise le cliquetis (augmentation de la température dans la chambre)
- Allumage mal réglé: Un avance à l'allumage trop important (quelques degrés suffisent) favorise le cliquetis.
- Favorisent le cliquetis aussi:
 - Turbo compression
 - Haute température
 - Haute pression
 - Indice Octane trop bas.

Potentielles solutions

- Enrichir (levier mixture)
- Refroidir la chambre de combustion (Réduire la puissance affichée).
- Capteur cliquetis (seulement sur des moteur avec control en boucle fermée de l'allumage).

Auto-allumage

- Une forme de combustion anormale.
- Auto-ignition du mélange avant que l'étincelle apparaisse.
- Cause probable: Point chaud, excès de temp/press, essence ON trop bas.

1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. **Le système électrique**
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification



Systeme électrique

Note:

Il y deux systemes électriques dans nos avions:

Systeme électrique avion (batterie et alternateur).
System allumage moteur (magnéto)

Les deux sont independants.



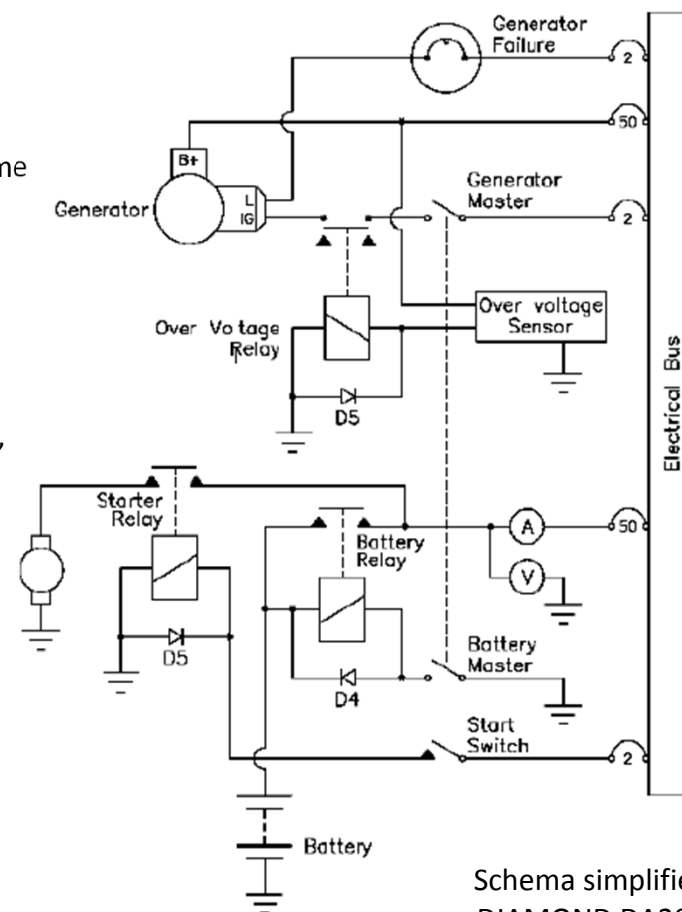
Système électrique

1. Fonction

Générer et stocker de l'énergie électrique pour alimenter les consommateurs du système électrique avion.

2. Eléments du système.

1. Alternateur.
2. Batterie.
3. Consommateurs: Démarreur, pompe électrique, instruments, capteurs et actuateurs, phares, avionics, trim (si électrique), radios,...
4. Câbles et disjoncteurs



Schema simplifié
DIAMOND DA20

A retenir

- Alternateur entraîné par le moteur. Génère l'électricité du système et charge la batterie.
- La batterie fournit l'électricité au démarrage.
- Système allumage autonome et indépendant du système électrique tant que le moteur thermique tourne.



Systeme électrique. Pannes et fonctionnement dégradé.

1. Panne Alternateur.

Voyant d'alarme orange ou rouge allumé. « CHARGE ALTERNATEUR »

La Batterie prend le relais. **Duration limité.**

Réduire consommation électrique au minimum en assurant la sécurité du vol. (Voir manuel de l'avion)

2. Panne Batterie

Avant vol: le moteur ne démarre pas (le démarreur ne tourne pas suffisamment vite).

Pendant le vol: Le moteur continue a tourner (circuit allumage indépendant).

Réduire consommation électrique au minimum en assurant la sécurité du vol. (Alternateur fourni seulement quelques Amp.)

Voir livret procédures DA20 (Pag 20 Panne Générateur).

Si possible éviter de se poser sur un aérodrome sans assistance technique (démarrage).

A retenir

-Panne Alternateur. Voyant allumé. Batterie prend relais **temps limité**. Réduire consommation électrique (Radio et navigation).

-Panne Batterie. Si avant vol: Moteur ne démarre pas. Si en vol, alternateur fournit électricité.

1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. **Le système d'allumage**
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification



Pour quoi la magnéto.

AUTOMOBILE.

L'Energie qui provoque l'étincelle dans les bougies provient du circuit électrique du véhicule (batterie + alternateur). La tension (V) est amplifiée (40,000 V +) entre deux bobines (transformateur) puis distribué aux bougies dans la bonne séquence grâce à une delco (sauf allumage électronique dans les moteurs modernes).

Si panne circuit électrique → Absence d'allumage → Arrêt moteur → Arrêt du véhicule.

AVIATION

La solution automobile n'est pas acceptable en aviation. La magnéto continue a fournir l'étincelle tant que le moteur tourne

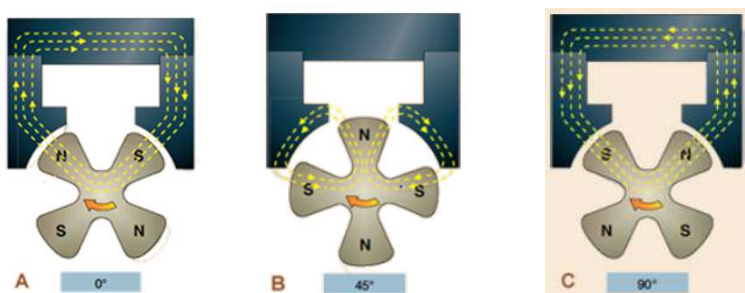
Exigence de sécurité → besoin d'une solution redondante et autonome → LA MAGNETO

Si panne circuit électrique → Pas de coupure allumage → moteur tourne normalement.





Fonctionnement Magneto. Explication graphique



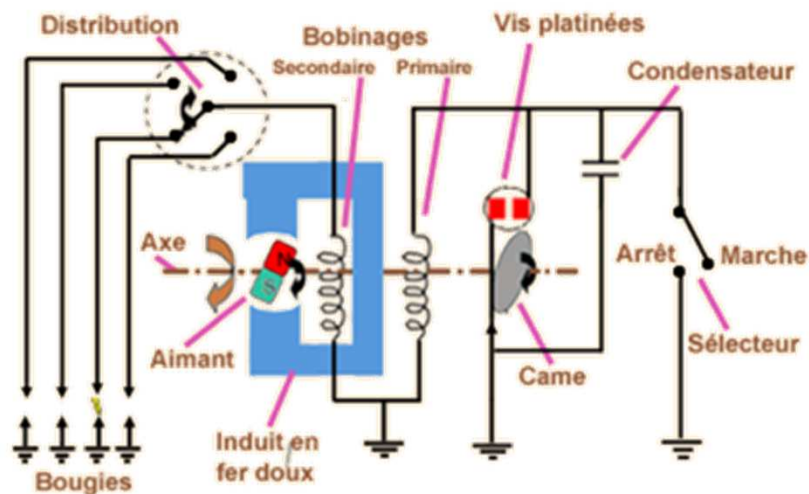
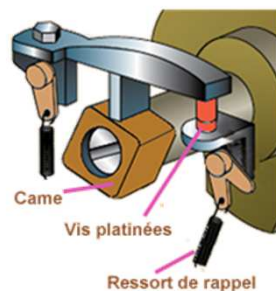
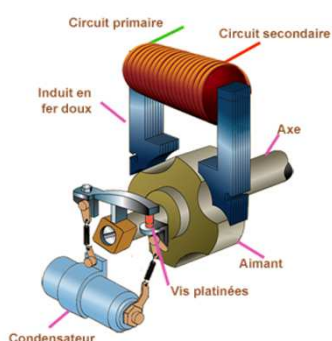
Génération du courant alternatif faible tension dans le primaire du a flux variable dans le fer doux.

Quand le rupteur s'ouvre, le circuit primaire s'ouvre aussi. Ceci génère instantanément un courant de tension très importante dans le secondaire, qui provoque l'étincelle entre les électrodes de la bougie.

Les pointes du rupteur se séparent quand la came tournante pousse le bras qui tient le vis platiné.

Ceci peut arriver plusieurs milliers de fois par minute.

Le condensateur est là pour éviter que les visser platinés du rupteur soient cramés trop tôt (étincelle a chaque « rupture »).

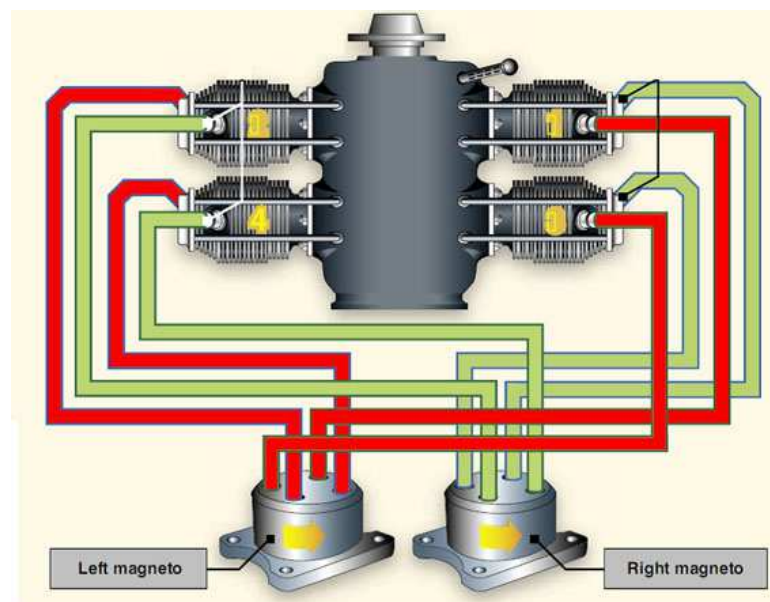




Circuit allumage Magnéto double

Le circuit d'allumage est composé de :

- 2 magnétos fonctionnant simultanément et indépendamment ;
- 2 rampes d'allumage composées de câbles généralement blindés pour le transfert du courant haute tension aux bougies ;
- 2 bougies par cylindre reliées chacune à une magnéto ;
- 1 sélecteur de commande et d'arrêt des magnéto.





Démarrage moteur avec magnéto à déclic. 1

Faits.

1. Vitesse de rotation et énergie de l'étincelle.

L'énergie de l'étincelle est proportionnelle à la vitesse de rotation N .

Au démarrage,

N très faible \rightarrow Energie étincelle très faible \rightarrow Combustion très difficile.

Une vitesse de rotation plus forte du aimant de la magnéto génère une étincelle plus puissante.

2. Synchronisation de l'allumage pour démarrage.

La magnéto est réglée sur un avance à l'allumage fixe de ~ 25 à 30° CRK. (25 à 30° CRK avant le PMH).

Ceci est correct pour un moteur en rotation, mais pas adapté au démarrage.

Au démarrage

$N \sim 0$ RPM \rightarrow Si un avance $\sim 25^\circ$ CRK \rightarrow Contre-rotation de l'hélice possible si combustion.

Un avance à 0° CRK ou même négative (-2° CRK) assure un sens de rotation correct.



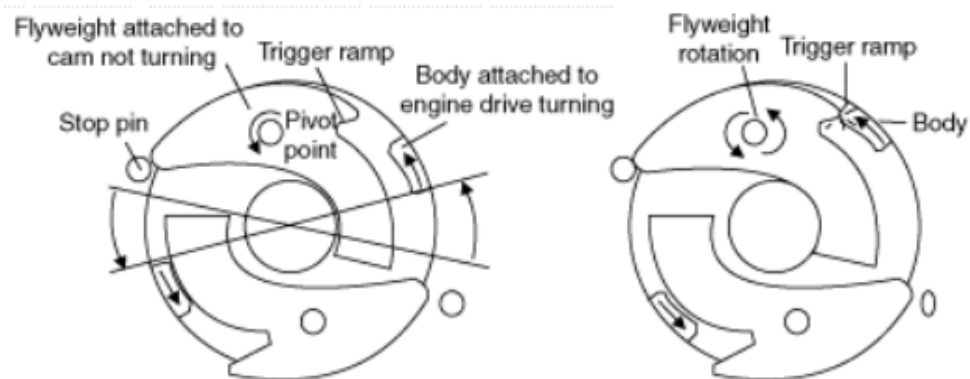
Démarrage moteur avec magnéto à déclic. 2

Magnéto à déclic.

Capable de

1. **Tourner plus vite que le moteur au début du démarrage,** et de
2. **Retarder l'allumage de 25°CRK (Seulement certain modèles)*.**

*** Cette fonction peut être assurée par d'autres dispositifs électroniques externes**





Pannes Magnéto

Panne de la mise a la masse des magnétos.

	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE	
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
06/2012	Conseil Sécurité du mois	Page 1/6
Rédacteur : Gaëtan Marion		révision du 25 avril 2013

Démarrer et arrêter un moteur d'avion... tout un art !

Essai de coupure du sélecteur d'allumage : de quoi s'agit-il ?

Le système d'allumage (dispositif à base de magnétos ou électronique) fournit aux bougies la haute tension électrique nécessaire à la production de l'étincelle provoquant l'inflammation du gaz carburé comprimé.

Pour éviter qu'un dysfonctionnement du sélecteur ou du système d'allumage par lui-même empêche cette production d'étincelles, ledit sélecteur ne commande pas un arrêt du fonctionnement du dispositif, mais simplement la mise à la masse de ses circuits de sortie. Ainsi, en cas de défaillance en vol d'un contact électrique ou d'une connexion au niveau du sélecteur, les circuits de sortie du dispositif d'allumage restent parfaitement opérationnels.

*En contrepartie, cela signifie qu'une anomalie sur la mise à la masse de l'un ou l'autre des circuits de sortie (donc sur la coupure de l'allumage) n'est pas détectable quand le moteur tourne. Or il est impératif de s'assurer que les deux circuits de sortie du système d'allumage sont bien à la masse lorsque l'avion est au sol, moteur arrêté, avec le sélecteur sur OFF, sans quoi **une simple manipulation d'hélice pourrait provoquer un démarrage impromptu du moteur.***

Dans un dispositif à magnétos, celles-ci sont entraînées par la rotation du moteur et ne nécessitent aucune autre source d'énergie que ce mouvement de rotation. C'est précisément là l'objet des « essais coupure » !

La magnéto.



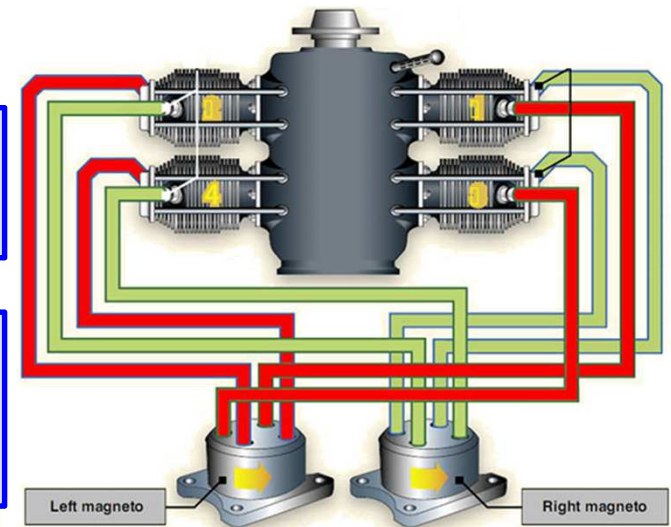
A retenir. I

Autonomie énergétique.

La magnéto est entraînée mécaniquement par le moteur.
Elle contient une génératrice et un mécanisme de séquence de l'allumage.

Redondance.

Les moteurs à piston d'avions comportent deux magnétos.
Chaque magnéto alimente une bougie par cylindre.
Il y a donc deux bougies par cylindre.



Démarrage moteur

L'énergie de l'étincelle est proportionnelle à la vitesse de rotation de la magnéto.
Au démarrage, N très faible → Energie étincelle très faible → Système déclic magnéto gauche (survitesse temporaire).
Certains types de magnéto peuvent aussi retarder l'avance à l'allumage de 25° CRK au démarrage

Essais sélecteur.

Si la connexion à la masse de l'une (ou les deux) magnéto est défectueuse, même clé « off »:
ALLUMAGE ACTIF !!! → risque de démarrage intempestif à la moindre rotation de l'hélice (quand on pousse l'avion dans le hangar).

Si pendant les essais coupure moteur par l'allumage, le moteur ne s'arrête pas prévenir l'atelier de suite.

La magnéto (et le circuit d'allumage) est complètement indépendante du circuit électrique de l'avion.



Systeme d'allumage. Pannes et fonctionnement dégradé.

Panne d'allumage.

Deux circuits d'allumage indépendants (2 magnétos, 2 rampes, 2 bougies par cyl.)

Symptôme: Vibrations, ou régime irrégulier.

Cherchez la magnéto qui atténué les vibrations.

Rejoindre l'aérodrome le plus proche possible.

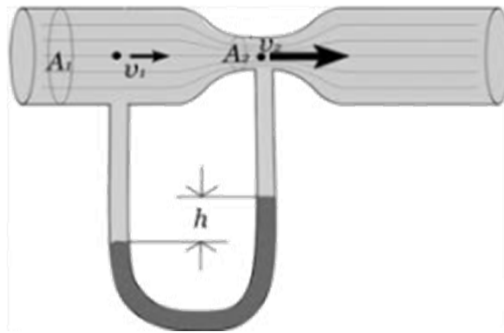
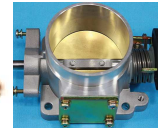
Si double panne, le moteur s'arrête

A retenir

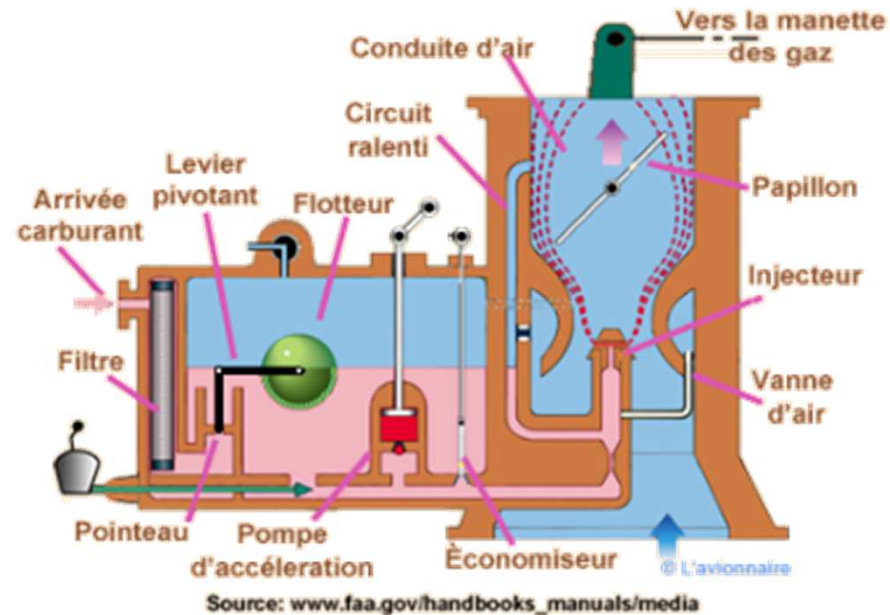
-Seulement la **DOUBLE PANNE MAGNETO** (ou circuit d'allumage), entraîne l'arrêt du moteur.

1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. **Le système d'alimentation moteur**
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification

Carburateur. Principe de fonctionnement et éléments.



Effet Venturi.

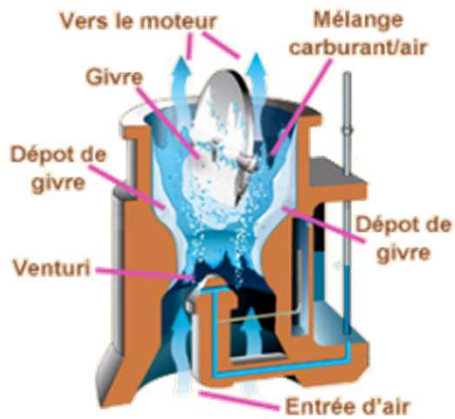


Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media

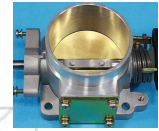
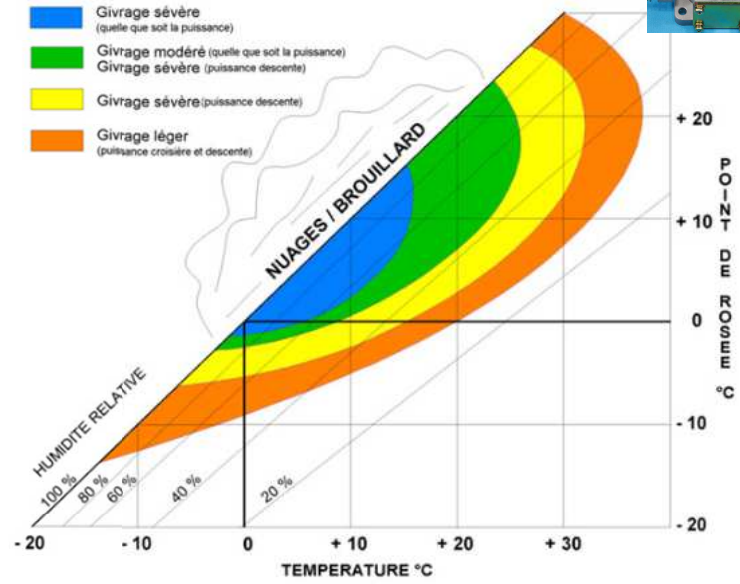
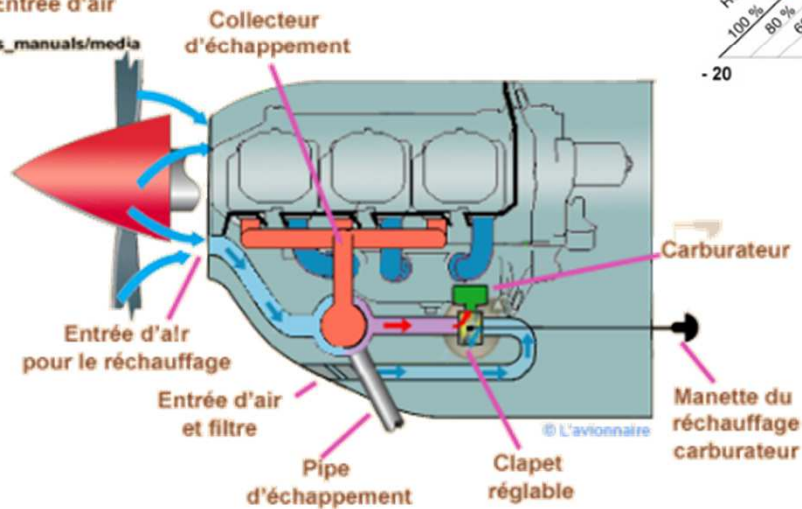
Éléments d'un carburateur:

- une cuve à niveau constant, dans laquelle un flotteur muni d'un pointeau permet l'ouverture ou la fermeture de l'orifice d'arrivée de l'essence ;
- un diffuseur qui présente un étranglement et prend la forme d'un tube de Venturi. Au passage de l'air (aspiré par la descente des pistons), il crée la dépression nécessaire à l'aspiration du carburant ;
- un gicleur, qui sert à introduire le combustible dans la zone de dépression du diffuseur ;
- un papillon, placé dans le conduit en aval du diffuseur. Il assure le dosage de la quantité du mélange admise en fonction de l'effort demandé au moteur. Il est commandé par la manette de gaz ;
- un circuit et gicleur pour le ralenti ;
- un système de réglage manuel ou automatique de mélange (control de la richesse).

Carburateur. Le givrage.



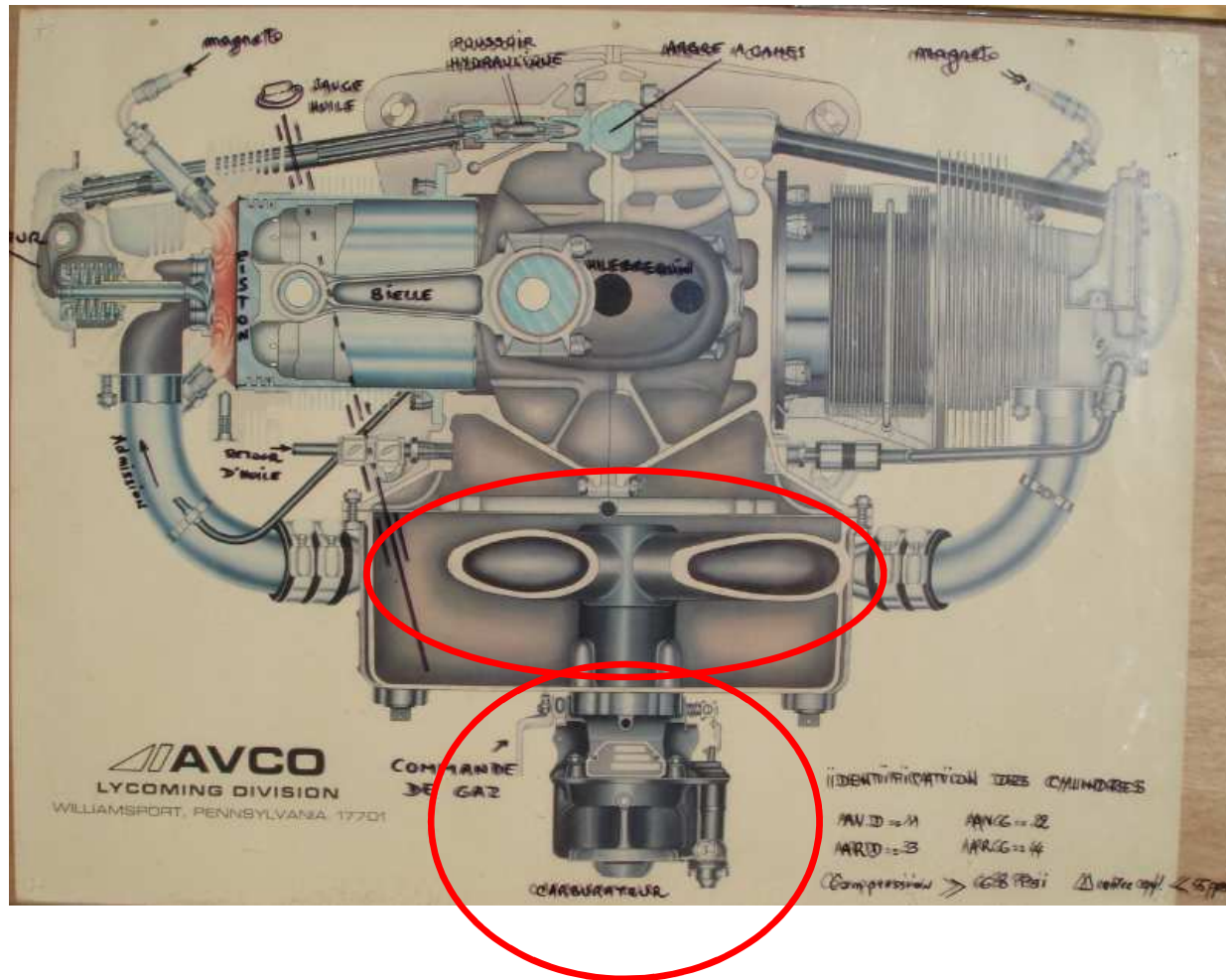
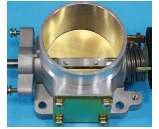
Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media



A retenir

- Deux facteurs provoquent le givrage
 1. Le carburateur est un venturi → détente brusque du mélange → abaissement de la température.
 2. L'évaporation du carburant → absorption de la chaleur → réduction température air humide au tour.
- Plus prononcé si papillon des gaz est fermé, donc la puissance faible. Mais possible même à pleine puissance.
- La « Réchauffe carbu » permet d'alimenter le moteur avec de l'air chaud et non filtré pour éviter le givrage.
- Peut aussi servir dans la cas ou le filtre à air serait colmaté.

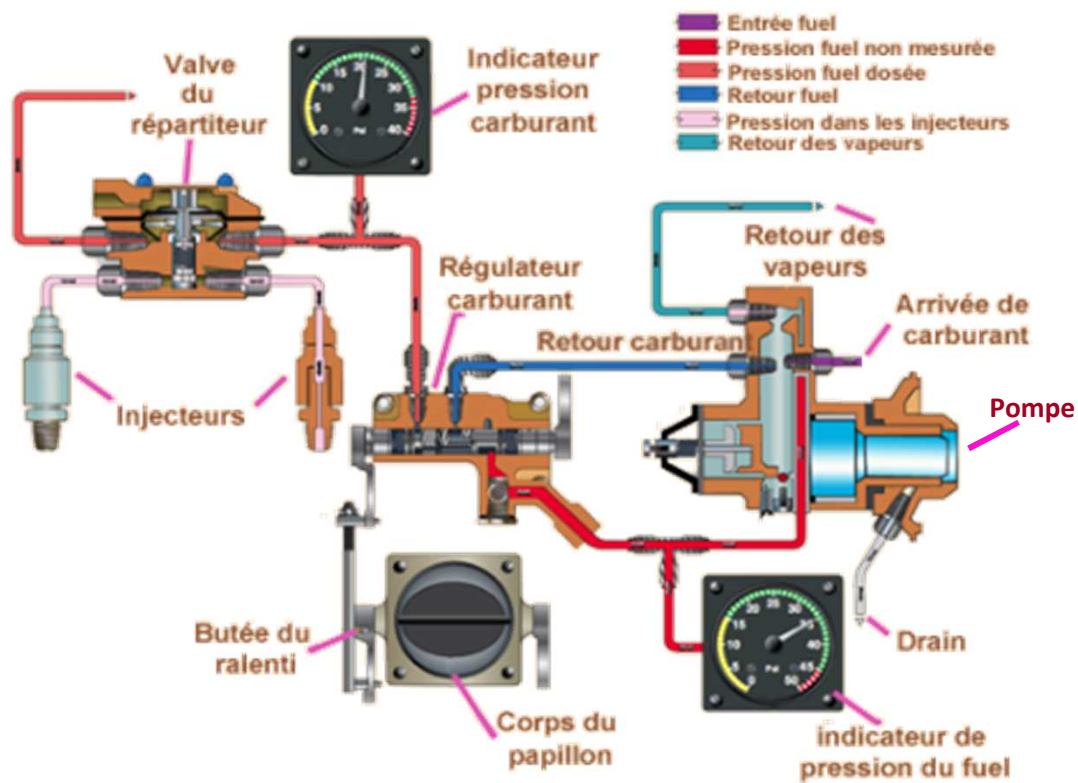
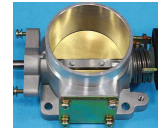
Carburateur. Système d'induction d'air.



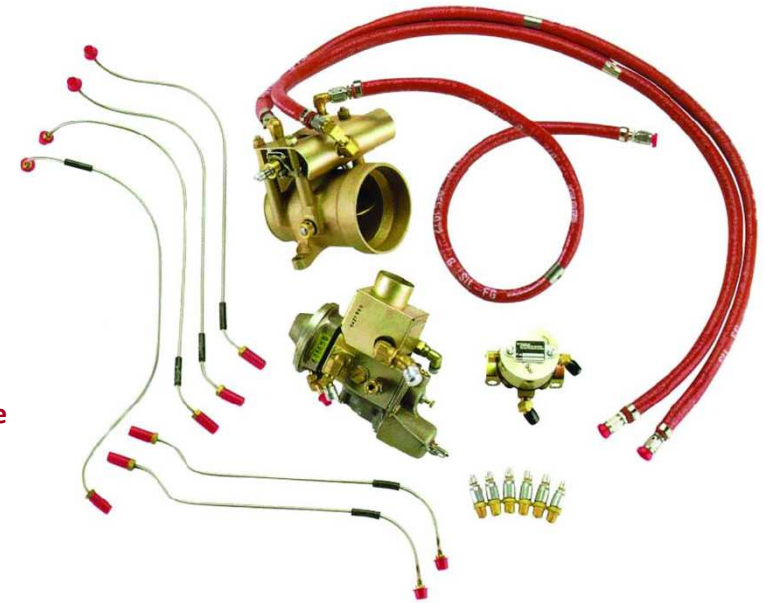
A retenir

- Le mélange air/essence es fait dans le carburateur avant traverser le carter d'huile.
- Le givrage est possible dans certaines conditions (voir table givrage en fonction températures et humidité relative).
- Il est possible de dégivrer un carburateur à l'aide de la manette de Réchauffage carburateur (tout ou rien)
- La richesse doit être réglée en altitude pour compenser le manque d'oxygène.**

Système d'injection Continental Motors



Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media



Éléments du système injection Continental

A retenir

- Pas besoin de Venturi, mais besoin de papillon.
- Le mélange se fait juste avant la soupape d'admission → Pas de givage
- Le dosage se fait dans une «unité de régulation carburant» en fonction de la position du papillon

Système d'injection. Vue du système.

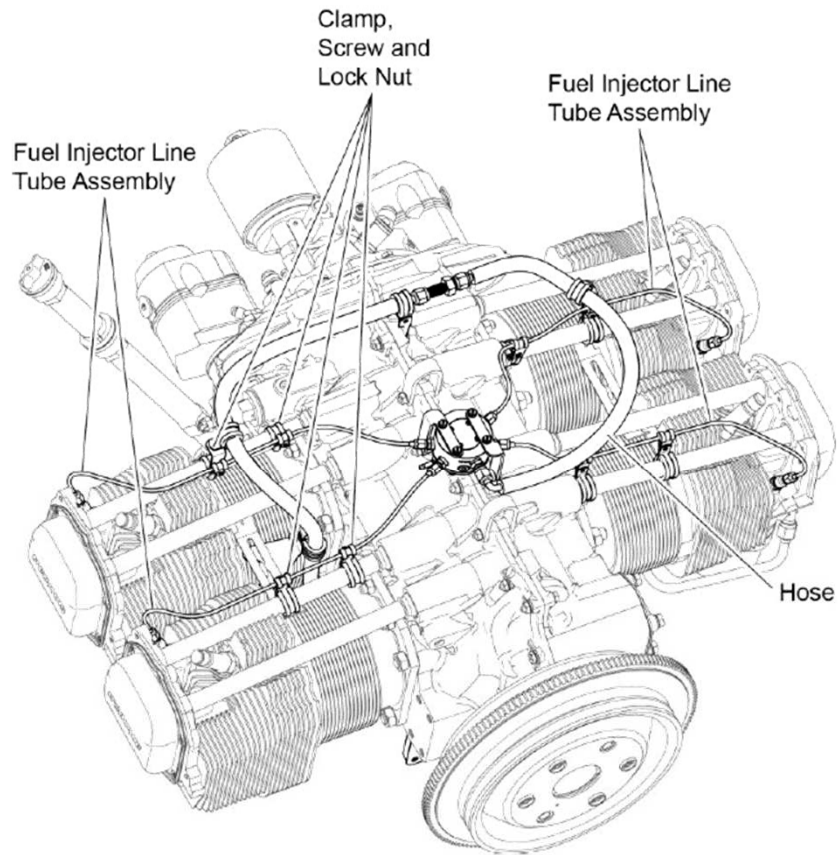
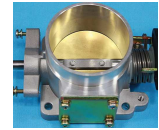
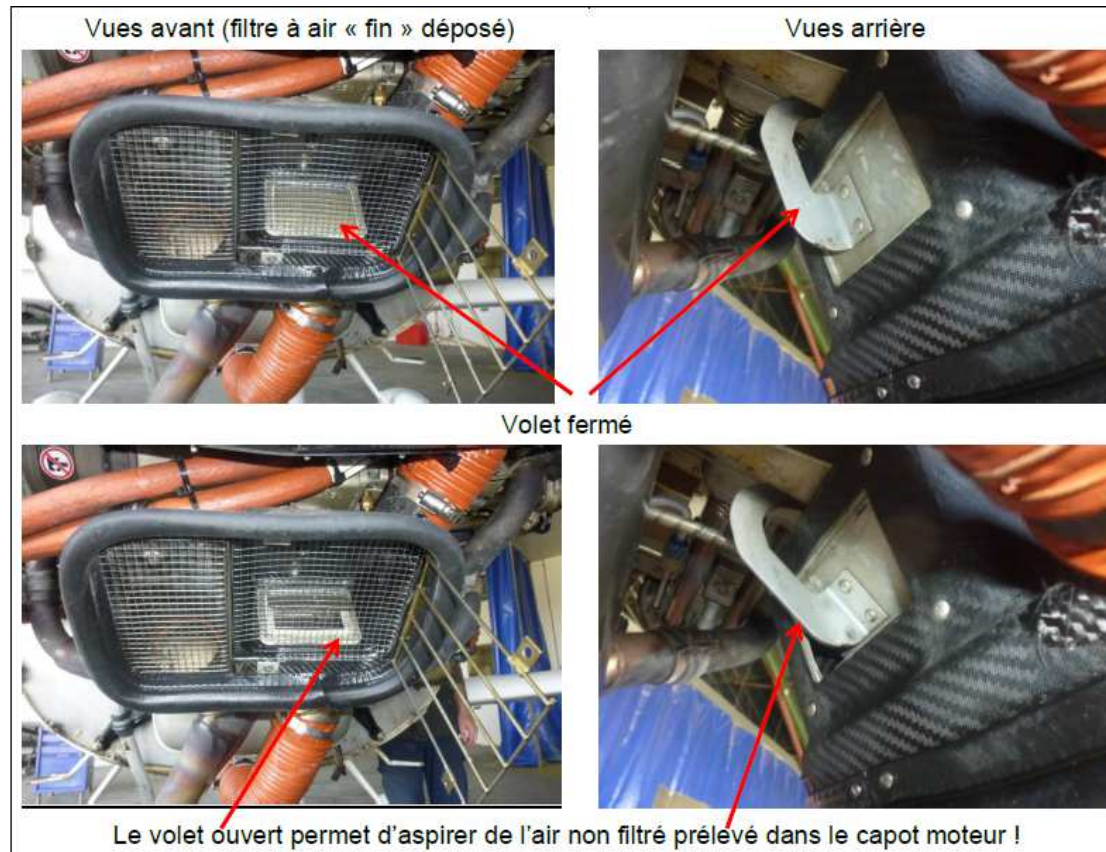
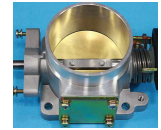


Figure 2
Fuel Line Configuration

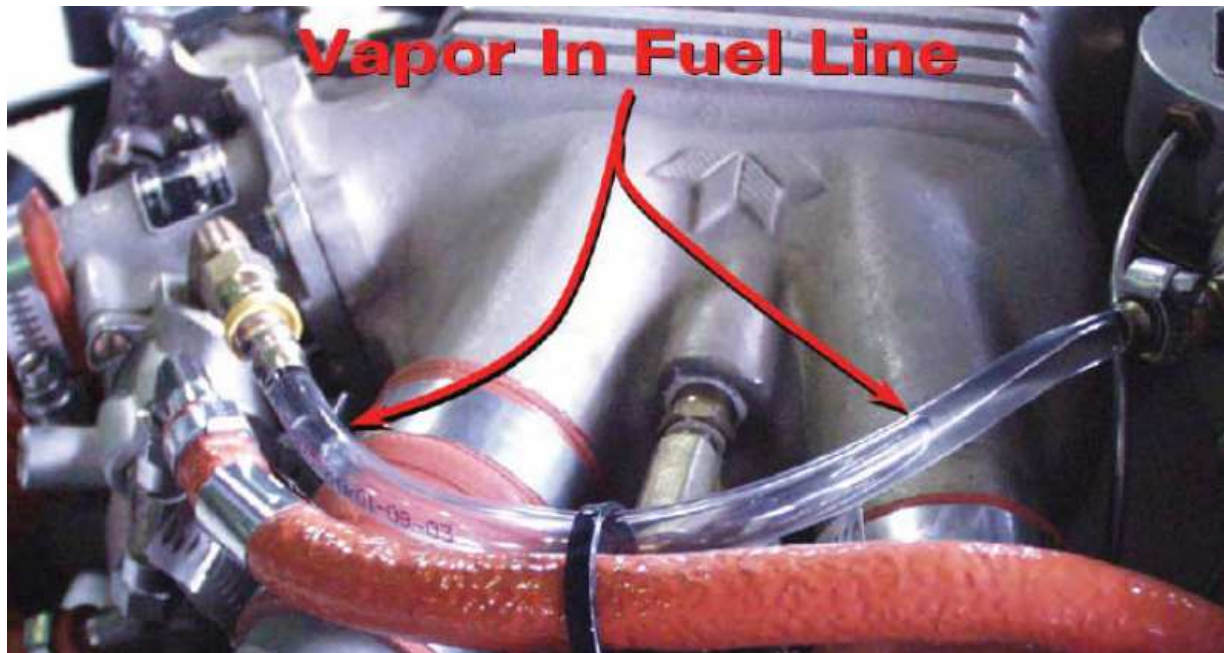
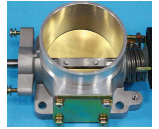
Systeme d'injection. Alternate air.



A retenir

- Pas de givrage dans un système a injection. Mais le filtre peut se colmater
- Si filtre colmaté → La manette « Alternate air » alimente le moteur en air chaud (capot moteur) non filtré.
- Actionner « Alternate Air » ne doit pas provoquer de changement de régime moteur . Si chute RPM → FILTRE COLMATE
- Lire "l'alimentation en air du moteur une fonction vitale (ACAT):
http://acat-toulouse.org/uploads/media_items/l-alimentation-en-air-du-moteur-une-fonction-vitale.original.pdf

Systemes d'injection. Le Vapor lock et le démarrage a chaud.



A retenir

- L'origine du Vapor Lock (percolation) est la chaleur au tour des tuyaux de carburant sous capot après utilisation moteur
- Le symptôme au démarrage est: Premières combustion puis le moteur calle. Il ne veut plus redémarrer.
- La pompe n'est pas suffisamment puissante pour « pousser » les poches de vapeur et le moteur n'est plus alimenté en carburant.

1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
- 6. Les système de refroidissement**
7. Le système de démarrage
8. Le système de lubrification



Système refroidissement

1. Deux Systèmes.

Refroidissement **par air (principale)** et par le système de **lubrification (secondaire)**

2. Pour quoi le refroidissement par air?.

Le moteur refroidi par air est plus légère que son équivalent à refroidissement liquide.
Simplicité (entretien et s'affranchir des pannes).

3. Description.

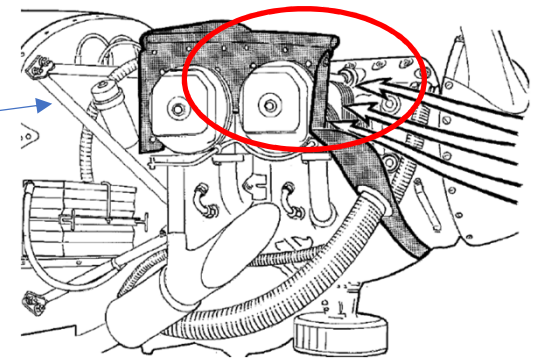
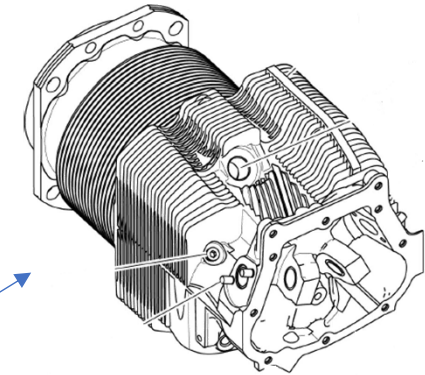
Ailettes au tour de chaque cylindre. Evacuation du 15% chaleur produit.
Déflecteurs d'air qui forcent le passage d'air frais a travers des cylindres.
Evacuation de l'air chaud par des grilles prévues a cet effet.
DA 20 (outlet baffles), Volet de capot sur CESSNA

4. Apport du système de lubrification.

Entre 5% et 10% pourcent de la chaleur produite est évacuée par l'huile.
Le système de lubrification incorpore un radiateur

5. Température moteur

- CHT (Cylinder Head Temperature). Indication de la température du moteur.
- EGT (Exhaut Gas Temperature): Voir Chapitre « Richesse » pour plus d'info.



A retenir

- Rappel: Nécessaire car $E = Q + W$ et $Q > 0$
- Moteur avion léger principalement refroidi par air.
- Système lubrification contribue au refroidissement (5 ~ 10 % Calories).
- CHT. Indication de la température du moteur.
- EGT. Température des gaz échappement.



Systeme refroidissement . Particularités et risques

1. Débit d'air (vitesse de l'avion)

Liquide: Pas besoin de débit d'air. Le radiateur s'en occupe.

Air: Débit d'air frais minimum nécessaire pour éviter d'endommager le moteur (suchauffe)

2. Bruit.

Liquide: Ecran d'eau entoure les cylindres → Moins brouillant.

Air: Pas d'écran d'eau plus ailettes → Plus brouillant

3. Consommation d'huile

Liquide: Tolérances mécaniques très réduites → moins de consommation d'huile

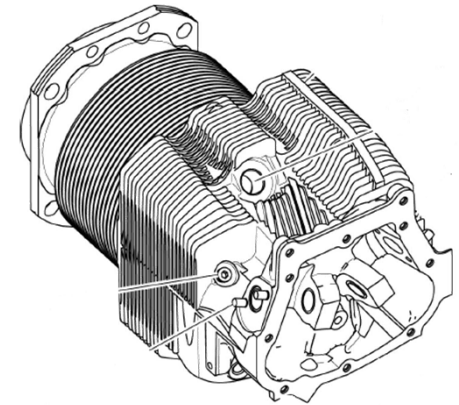
Air: Tolérances plus grandes. → plus de consommation d'huile.

4. Gradient des températures.

Liquide: Températures homogènes/constantes → Gradient températures bas.

Air: Températures moins homogènes/constantes → **POTENTIEL GRADIENT DE TEMP IMPORTANT → SERRAGE MOTEUR**

→ Cylindres a l'arrière air moins frais.



IMPORTANT: En descente prolongée faire attention. Une réduction de gaz trop important/brusque peu provoquer un différentiel de températures entre intérieur et extérieur du cylindre allant jusqu'au serrage moteur.

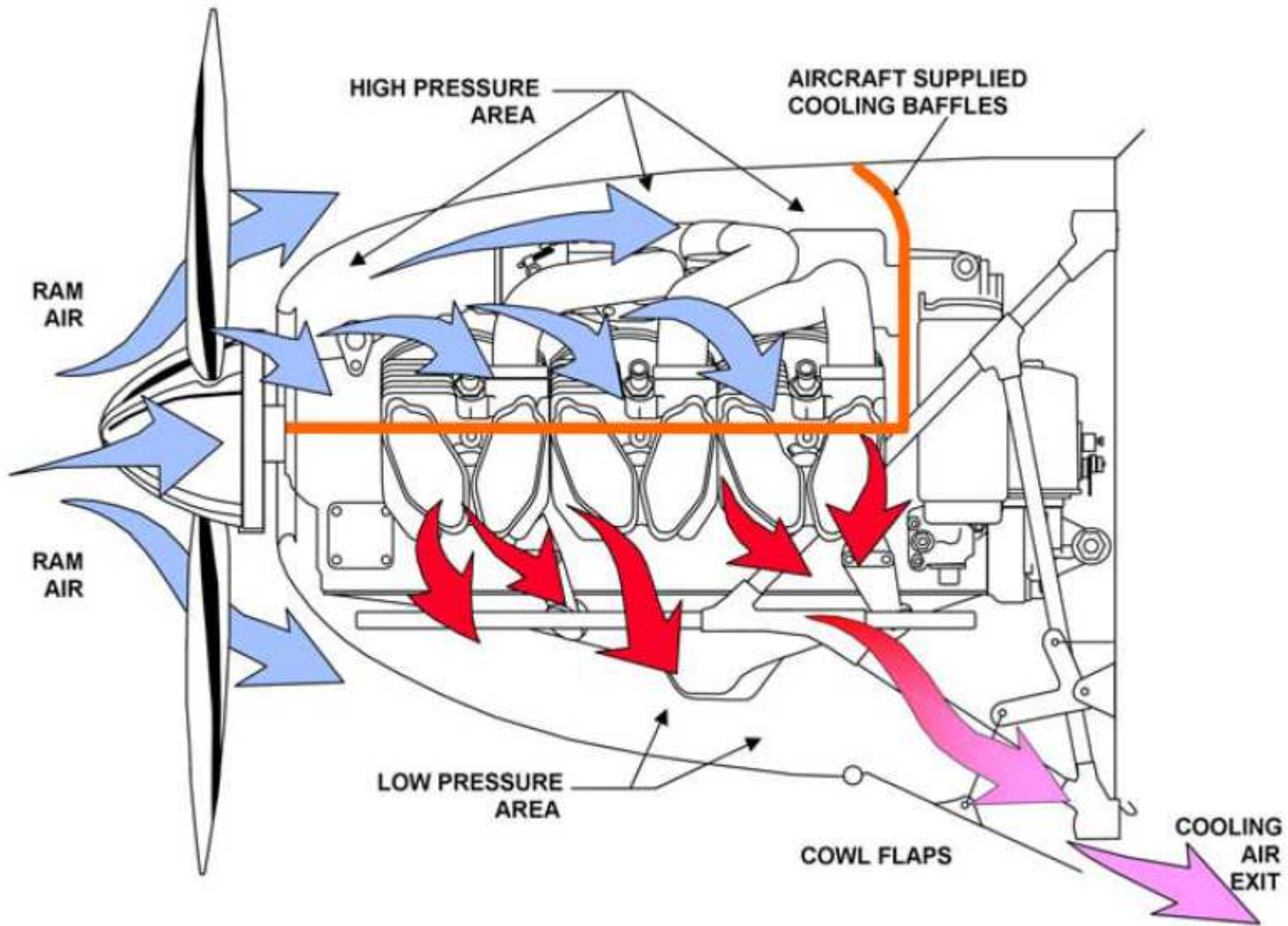
A retenir

-Très gourmand en huile:

VERIFIER le niveau d'huile avant décollage et en **RAJOUTER** si nécessaire

PREVOIR de l'huile en complément pour des longs trajets

-Attention a la descente prolongée gaz coupé. A éviter. Descente à faire par paliers.



1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
- 7. Le système de démarrage**
8. Le système de lubrification



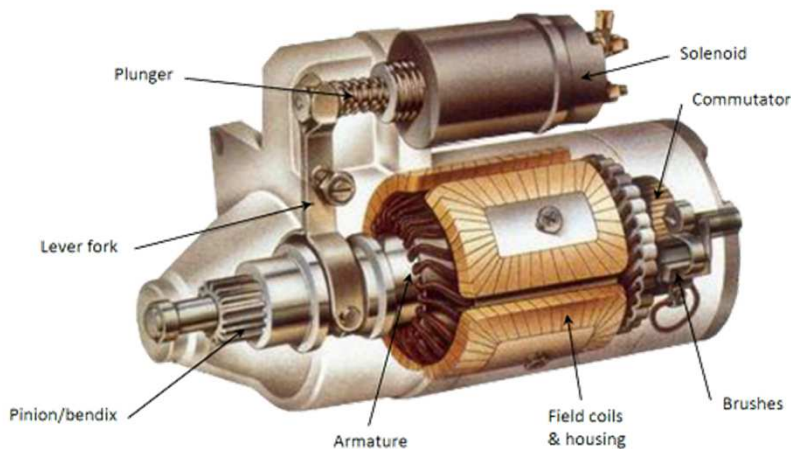
Démarrage

Système de démarrage.

Un MACI ne délivrent pas de puissance à vitesse de rotation = 0 rpm.

Besoin d'une système externe qui lance le moteur a une vitesse minimale au delà de laquelle le moteur peut autoentretenir sa rotation.

Ce système peut être un moteur électrique, une explosion (cartouche) ou un autre MACI (plus petit)



Parts d'un démarreur

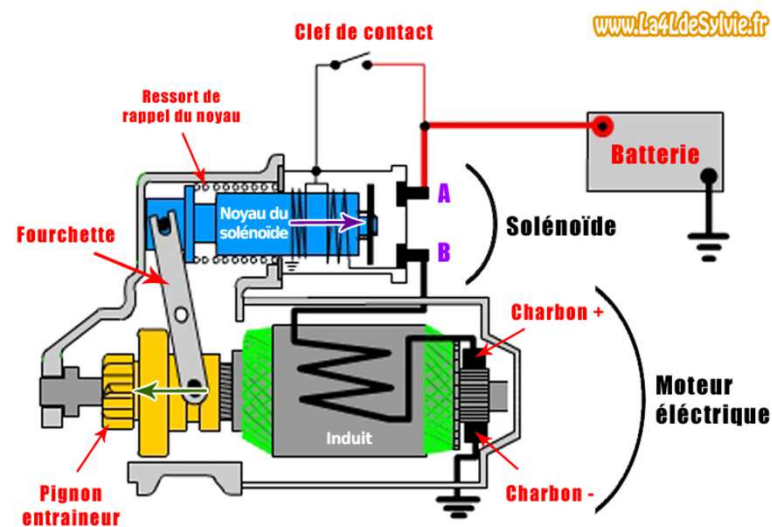


Schéma électrique.

A retenir

- Un MACI ne produit pas de puissance à vitesse 0 rpm. Au contraire qu'une machine à vapeur ou un moteur électrique.
- Un moteur électrique lance le MACI

1. Introduction, fonctionnement et types.
2. La combustion
3. Le système électrique
4. Le système d'allumage
5. Le système d'alimentation moteur
6. Les système de refroidissement
7. Le système de démarrage
8. **Le système de lubrification**



Lubrification

Fonction primaire:

Réduire la friction entre les pièces mobiles.

Dans des conditions idéales, la friction et l'usure sont maintenues à un minimum.

L'huile est envoyée sous pression à tous les éléments qui exigent d'être lubrifiés.

Fonction secondaire:

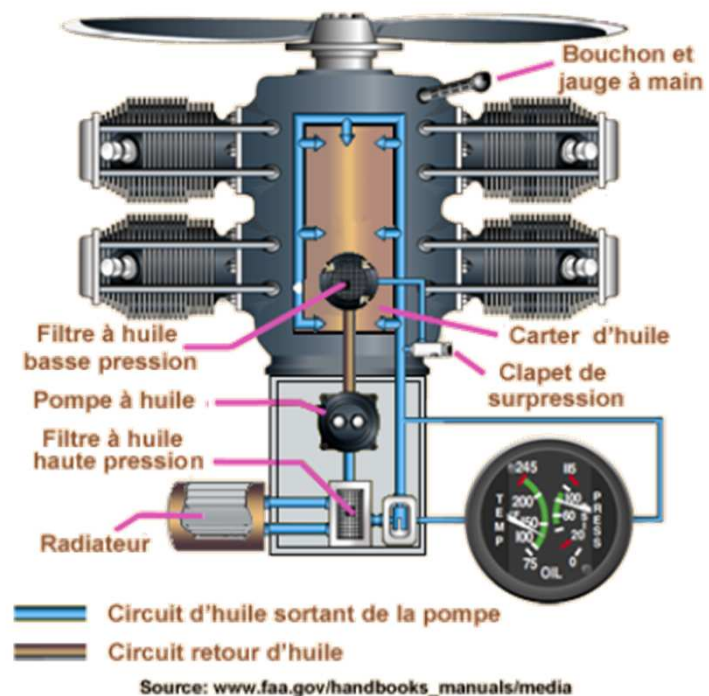
Contribution importante à l'évacuation de la chaleur produite par le moteur (voir système refroidissement)

Fonction tertiaire.

Elimination des particules (filtres).

Autres fonctions.

Détergent, antioxydant, réduction de bruits...



Circuit lubrification carter humide

A retenir

- Triple fonction: 1. Lubrification 2. Refroidissement et 3. Nettoyage
- **“OIL IS YOUR FRIEND”**. Le respect des intervalles de vidange, de changement de filtre et **des niveaux** sont le secret de la longévité du moteur. Dans un avion c'est de la sécurité en vol.
- Gourmand en huile:
 - VERIFIER** le niveau d'huile avant décollage et en **RAJOUTER** si nécessaire
 - PREVOIR** de l'huile pour des longs trajets

Merci ! ...

...Questions?