

GUIDE DU DEBUTANT EN AEROMODELISME

CLUB BERRY MARCHE MODELISME



-Partie 2 -

La motorisation

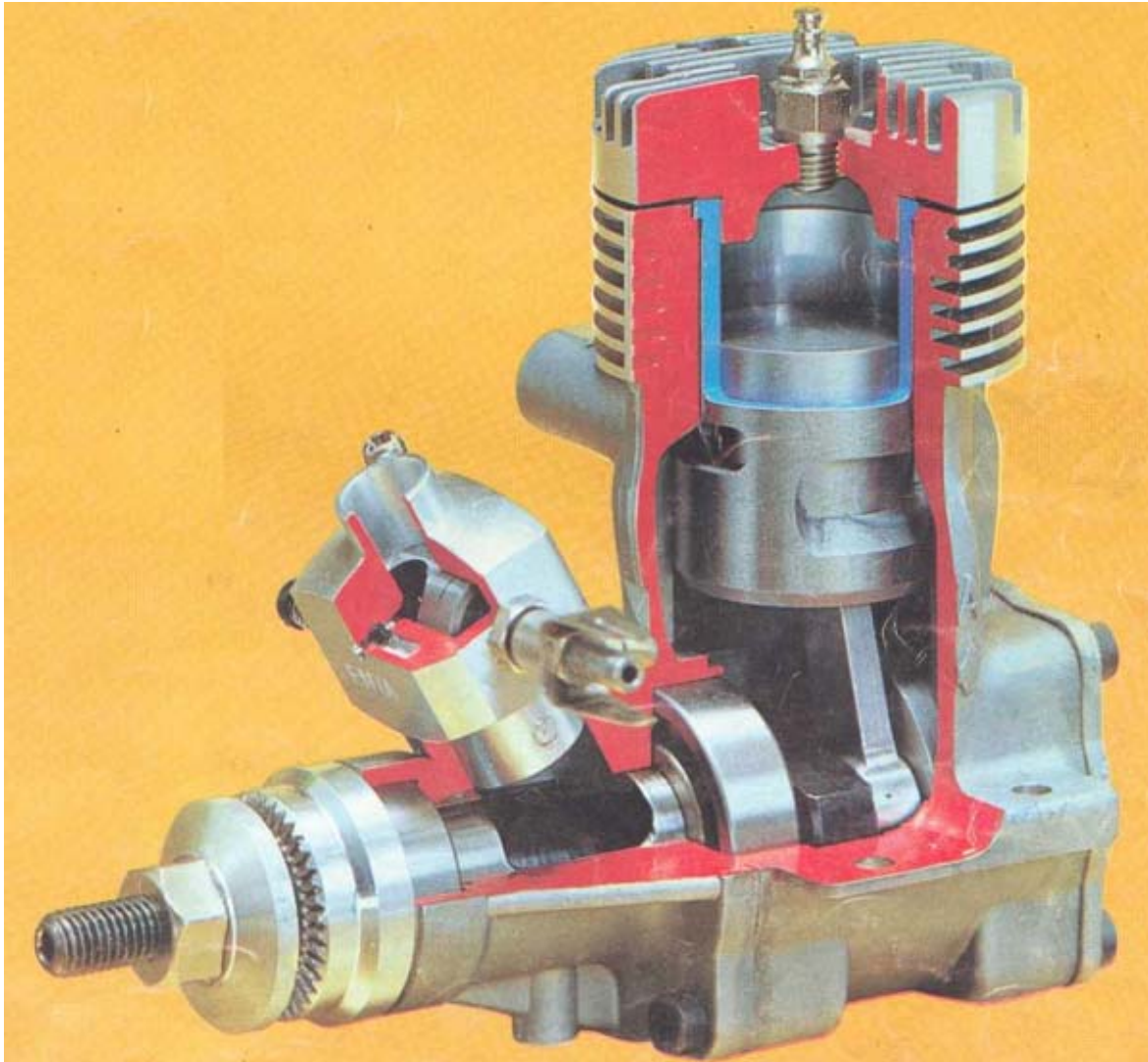
On distingue 2 types de motorisation en aéromodélisme.

- Les moteurs thermiques
- Les moteurs électriques

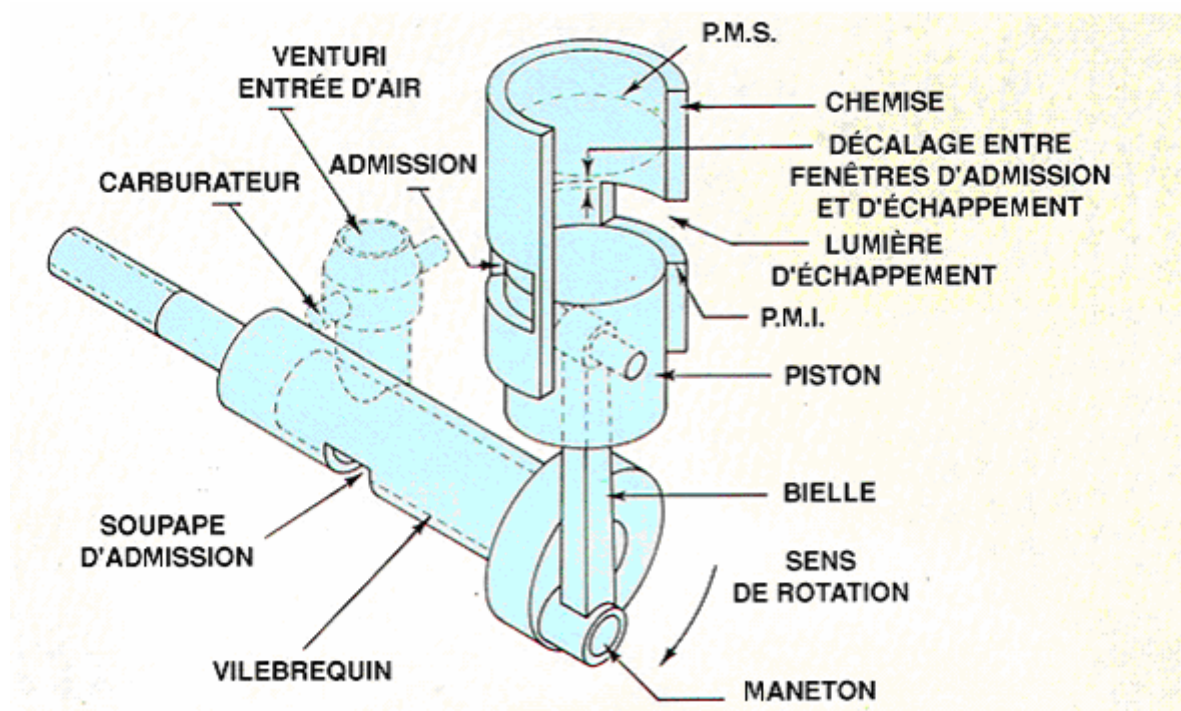
Moteurs thermiques :

Les moteurs à explosion utilisés en aéromodélisme peuvent être du type 2 ou 4 temps.

Vue en coupe d'un moteur 2 temps



Vue sans chemise ni culasse d'un moteur 2 temps.



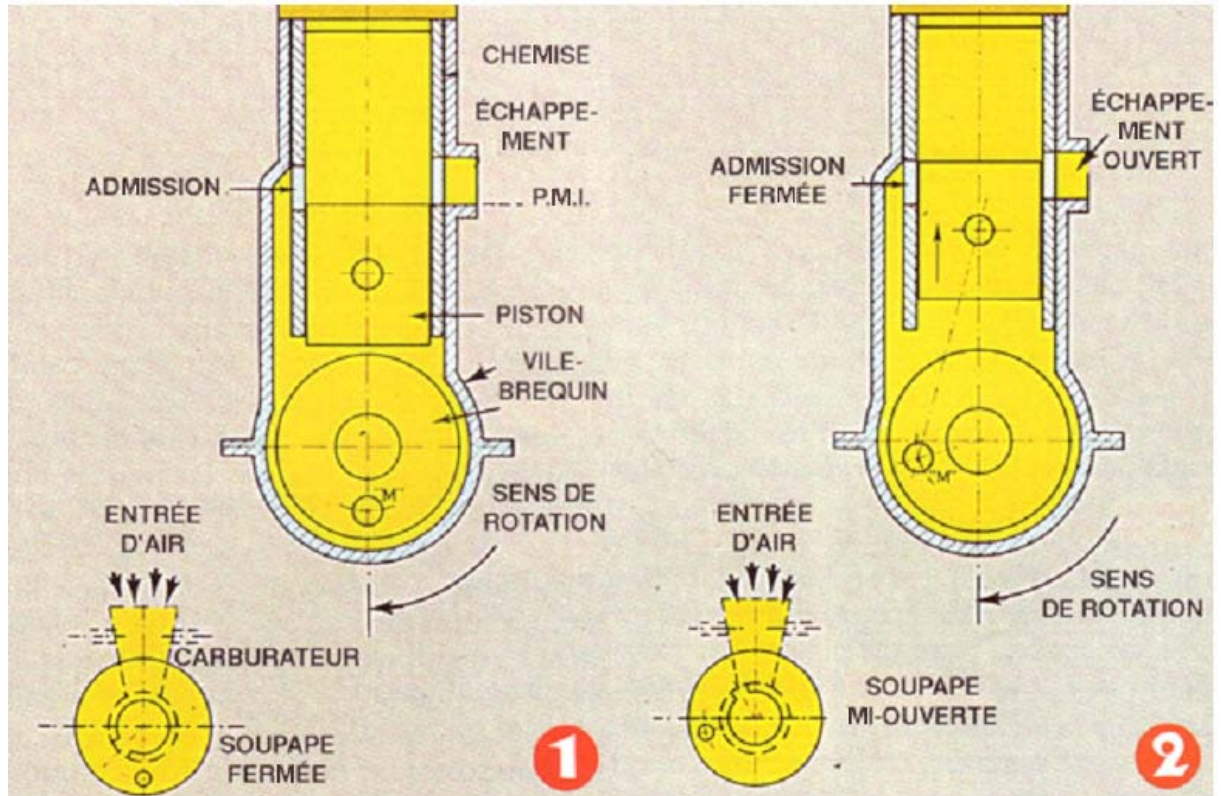
Un moteur est identifié par sa cylindrée généralement indiquée en mesure anglaise. Le facteur de conversion est égale à 2,54 à la puissance 3, c'est-à-dire $2,54 \times 2,54 \times 2,54 = 16,387 \text{ cm}^3$. Et inversement 1 cm^3 vaut 0,061 pouce cube. Les cylindrées les plus, utilisées en aéromodélisme pour les débutants sont les suivantes :

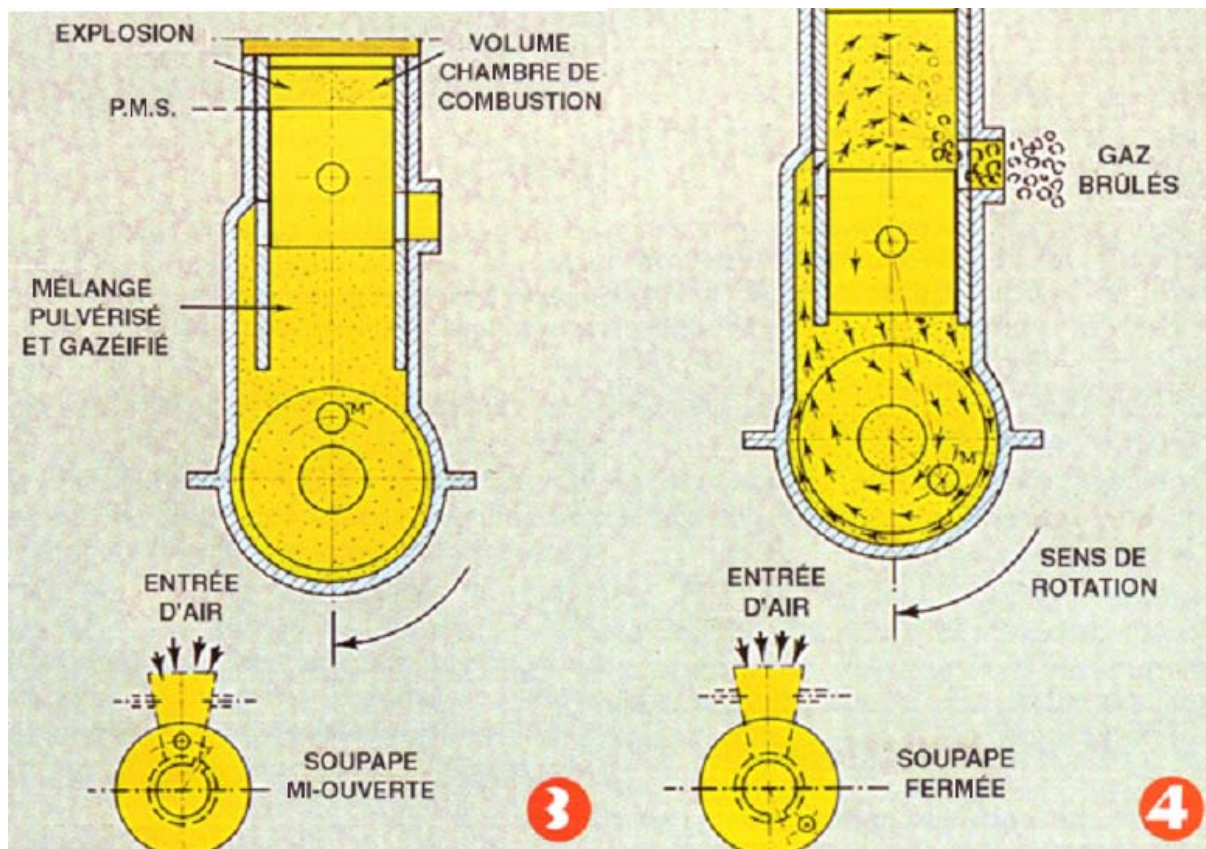
- 0,09 pouce cube = 1,5 cm³
- 0,10 pouce cube = 1,7 cm³
- 0,15 pouce cube = 2,5 cm³
- 0,21 pouce cube = 3,5 cm³
- 0,25 pouce cube = 4,0 cm³
- 0,32 pouce cube = 5,25 cm³
- 0,40 pouce cube = 6,5 cm³

En réalité nous parlons d'un « 25 » ou d'un « 46 ». Ces expressions désignent en fait en abrégé un moteur de 0,25 pouce cube ou 0,46 pouce cube. Cet usage venant que les Anglais utilisent le point au lieu de la virgule pour exprimer les nombres décimaux. Par exemple, un Anglais écrit .25 quand nous écrivons 0,25.

Comment fonctionne un moteur ?

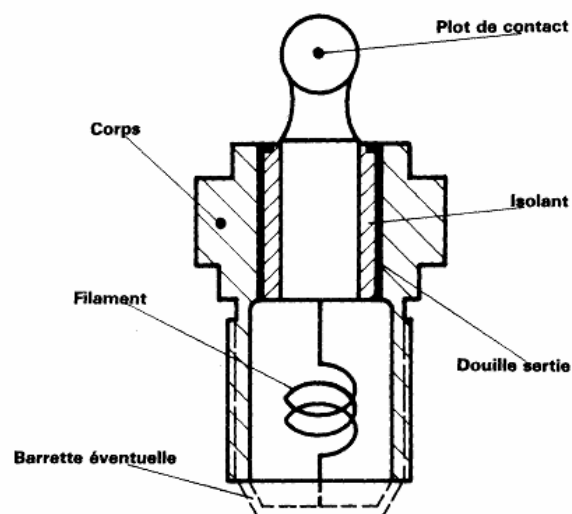
Cycle de fonctionnement d'un moteur à deux temps





Tout moteur à combustion interne (ou, pour simplifier, à explosion) brûle du carburant et profite de l'énergie ainsi produite. Pour ce faire, le moteur doit être équipé d'un système capable d'acheminer ce carburant, d'enflammer celui-ci et d'expulser les gaz résultant de sa combustion. Ce système doit être automatique, de façon à ce que le moteur puisse "s'autoalimenter" en cours de fonctionnement. Dans les moteurs à deux temps, cette fonction qui s'apparente en quelque sorte à une "pompe" à carburant est assurée, conjointement avec les autres parties mobiles, par le carter du moteur.

La bougie



Le filament est chauffé par un courant électrique d'une tension de 1,5V à 2V

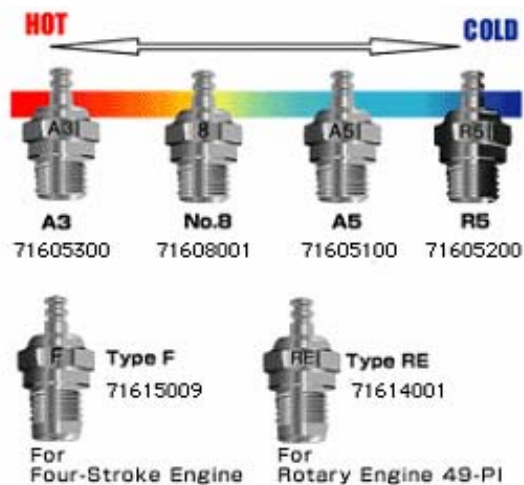
Après le débranchement du courant le filament reste rouge et chaud de par la chaleur des explosions et apporte donc la chaleur nécessaire à l'inflammation du mélange air méthanol.

Différents type de bougie ou « glow plug »

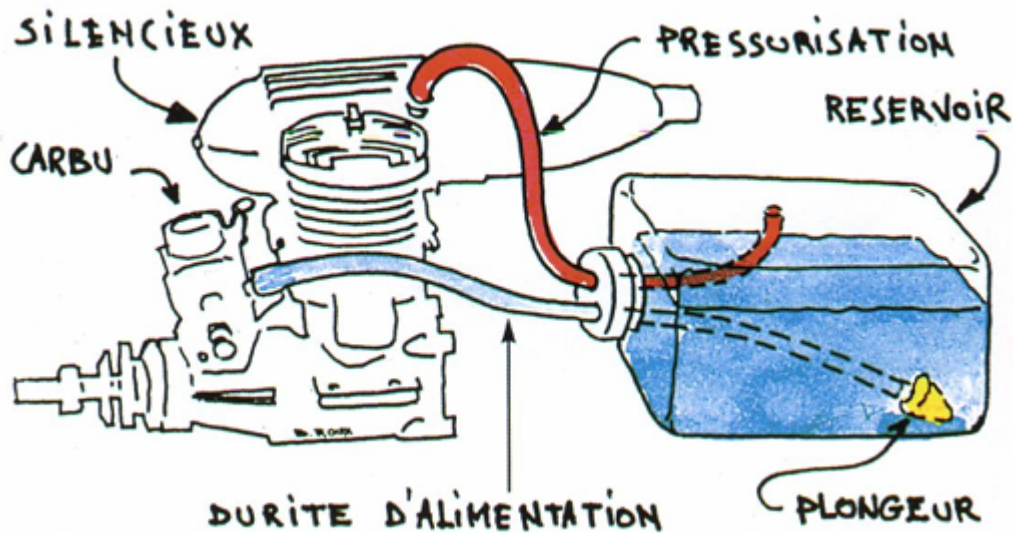
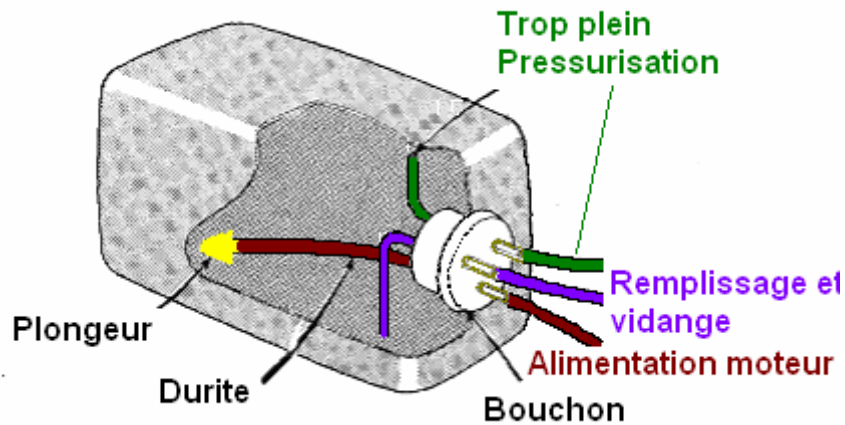


En général le filament est en platine ou en alliage platine iridium (90 -10%). Sa température de fusion est de l'ordre de 1540°C.

Il existe plusieurs type de glow suivant l'utilisation et le carburant employé.



L'ensemble moteur réservoir :



Le carburant utilisé.

Tout comme ceux de nos voitures, nos moteurs à explosion s'alimentent d'un mélange d'air et de carburant, ce dernier se présentant sous forme de fines gouttelettes. Tous les mélanges d'air et de carburant ne sont pas explosifs; pour qu'ils le soient, pour qu'ils s'enflamment et brûlent correctement dans la chambre de combustion, il faut que soit respectée une certaine proportion d'air et de carburant.

Le carburant utilisé est un mélange de méthanol et d'huile de ricin ou de synthèse. Dans le cas de moteur très performants, l'on ajoute du nitrométhane. Généralement le mélange est de :

87% de méthanol
13% d'huile de synthèse

Les moteurs thermiques nécessitent un rodage au banc avant de procéder aux premiers vols. Le rodage sert à ajuster les différents éléments en mouvement.

Les Hélices

Ci-dessous différents types d'hélices

Hélices bipales



Hélice tripale



Hélices à pales repliables



Une hélice se comporte comme une vis

Si le diamètre d'une hélice est chose facile à concevoir, et à mesurer, la notion de pas est moins évidente.

Pour expliquer simplement ce qu'est le pas, il est d'usage de comparer l'hélice à une vis. Le pas est la distance dont avance l'hélice chaque fois qu'elle tourne d'un tour en se vissant dans l'air. Cette comparaison n'est cependant qu'en partie valable car l'air n'est pas un matériau solide, mais un fluide compressible. Encore un exemple : une

hélice ayant 15 cm de pas et tournant à 12.000 t/mn avance de 15 cm à chaque tour, donc elle se déplace à la vitesse de : $15/100.000 \times 12.000 \times 60 = 108 \text{ km/h}$.

Les hélices se distinguent essentiellement grâce à deux nombres qui désignent par convention leur diamètre et leur pas.

Exemple: une hélice 25 x 15 a un diamètre de 25 centimètres et un pas de 15 centimètres. Ces valeurs sont gravées et/ou sérigraphiées sur chaque hélice. En plus des valeurs en centimètres sont aussi indiquées les valeurs en inches (ces pouces chers aux Anglais) La valeur de conversion pouce / centimètres est de 2,54, puisque 1 pouce anglais vaut 2,54 centimètres. En arrondissant un peu, il suffit de retenir qu'un pouce vaut 2,5 centimètre.

Exemple "une" 18 x 10 (7 x 4) est une hélice dont le diamètre est de 18 centimètres soit 7 pouces, et le pas de 10 cm soit 4 pouces.



Même quand elles sont neuves, les hélices doivent être équilibrées (et à plus forte raison quand elles sont retaillées) à l'aide de ce genre d'accessoire simple et peu coûteux. A défaut, elles vont vibrer, donc faire plus de bruit que la normale, et surtout traumatiser la réception dont notamment le récepteur et son fragile quartz (voire causer des faux contacts rédhibitoires dans le circuit d'alimentation électrique : Inter, soudures, connecteurs).

Juste pour info, la vitesse en bout de pale d'une hélice est :

$$V = r * (2\pi N) / 60 \text{ ou}$$

V est la vitesse au bout de l'hélice - N est la vitesse de rotation du moteur

Exemple :

Si le moteur tourne à 8000 tr/min et qu'une pale mesure 11cm, alors :

$$V = 0.11 \times (2\pi 8000) / 60 = 92\text{m/s} \text{ soit } 330 \text{ km/h} !$$

Moteurs électriques:

On distingue 2 types de moteurs électriques.

Les moteurs à balais ou dit à charbon,



Les moteurs à charbons sont alimentés par un courant continu qui passe dans un bobinage par l'intermédiaire de charbons sur l'axe central. Ce type de moteur engendre des frottements donc un rendement inférieur aux moteurs brushless. Le rapport poids puissance en est alors considérablement modifié et leur durée de vie diminuée.

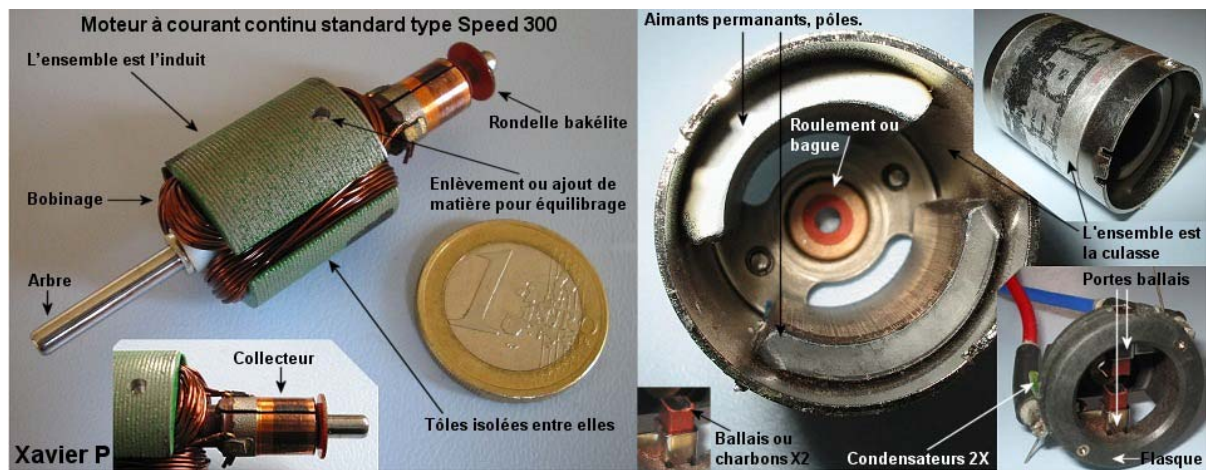
Les moteurs sans balais (brushless)



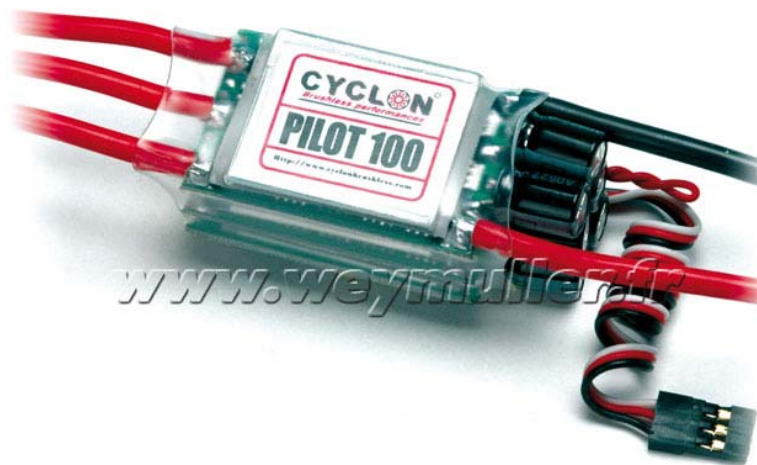
Moteur électrique avec réducteur



Constitution d'un moteur électrique avec balais charbon



Variateur pour moteur brushless



Variateur pour moteur à balais charbon



Les moteurs électriques sont alimentés par des batteries qui peuvent de type :

Nickel Cadmium (Ni-Cd) (tension 1V2 par élément)



Nickel métal hybride (Ni-Mh) (tension 1V2 par élément)



Lithium Polymère (Li-po) (Tension 3V7 par élément)



Ces batteries nécessitent des chargeurs spécifiques et encore onéreux.

Les batteries du type Li-po sont beaucoup plus onéreuse mais elles présentent un rapport poids puissance beaucoup plus important.

On parle de batteries 2S, 3S, 4S etc

Il faut alors comprendre 11V1 pour une 3S, 14V8 pour une 4S, 18V5 pour un 5S.

Ces batteries ont une capacité de décharge plus importante.

Une batterie de 1500mAh portant la mention 10C peut délivrer sans dommage 15A pendant 6mn.

Les batteries Li-po sont beaucoup plus fragiles que les accus Ni-Mh.

Il faut éviter de les décharger totalement, ne pas les recharger lorsqu'elles ont encore chaude et nécessite un chargeur équilibré afin d'harmoniser le niveau de charge de chaque élément.

Ces batteries sont données suivant les marques pour une centaine d'heures de service et surtout ne pas les laisser sans surveillance durant la charge, car il y a des risques d'incendie.

Comparaison succincte du type de motorisation en aéromodélisme

Thermique	Electrique
<u>Avantages :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Coût inférieur à l'achat - Large gamme de cylindrées - Nombreux utilisateurs 	<u>Avantages :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Pas ou peu de bruit - Facilité de mise en oeuvre et d'utilisation - Faible coût de l'utilisation (recharge)
<u>Inconvénients :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Coût à l'utilisation plus important - Nuisances sonores - Mise en oeuvre plus longue - Réglages pointilleux 	<u>Inconvénients :</u> <ul style="list-style-type: none"> - Coût supérieur à l'achat - - Temps de recharge des accus

A présent que nous avons vu la composition d'un aéromodèle, pourquoi il pouvait voler, ses types de propulsions, regardons un autre élément primordiale :

La Radiocommande

Pour contrôler à distance un aéromodèle, on utilise un ensemble émetteur / récepteur permettant de transmettre les ordres du pilote par ondes radio.

Une radiocommande peut transmettre simultanément plusieurs ordres. Accélérer, monter, tourner, volets, train d'atterrissage, etc.

En ce qui nous concerne, la radio de début sera une 4 voies qui nous permettra de contrôler le moteur, la profondeur, les ailerons et la direction.

L'émetteur :



Les radiocommandes utilisent des fréquences précises qui sont divisées en bandes et en canaux.
Par exemple la bande des 41Mhz avec le canal 400 qui émet sur la fréquence 41,000Mhz.

Les fréquences autorisées en France sont les suivantes :

Situation actuelle	Fréquences autorisées par la décision n° 06-1101 du 26 octobre 2006
26,815 – 26,825 – 26,835 – 26,845 – 26,855 – 26,865 – 26,875 – 26,885 – 26,895 – 26,905 – 26,915 MHz	Inchangé
	26,995 – 27,045 – 27,095 – 27,145 – 27,195 MHz
	40,665 – 40,675 – 40,685 – 40,695 MHz
Fréquences dédiées à l'aéromodélisme 41,000 – 41,010 – 41,020 – 41,030 – 41,040 – 41,050 – 41,060 – 41,070 – 41,080 – 41,090 – 41,100 MHz	Fréquences dédiées à l'aéromodélisme 41,000 – 41,010 – 41,020 – 41,030 – 41,040 – 41,050 MHz <i>(disponibles jusqu'au 31 décembre 2010)</i> 41,060 – 41,070 – 41,080 – 41,090 – 41,100 MHz
41,110 – 41,120 – 41,130 – 41,140 – 41,150 – 41,160 – 41,170 – 41,180 – 41,190 – 41,200 MHz	Inchangé
72,210 – 72,230 – 72,250 – 72,270 – 72,290 – 72,310 – 72,330 – 72,350 – 72,370 – 72,390 – 72,410 – 72,430 – 72,450 – 72,470 – 72,490 MHz	Inchangé

Les commandes sur le boîtier de l'émetteur se font par l'intermédiaire de manche et d'interrupteur et de potentiomètres suivant le fabricant.

Les manches sur l'émetteur peuvent occuper différentes positions ou « mode ». En Europe les modélistes utilisent à 85% le mode 1, à savoir la disposition suivante :

Axe des ⁴manches	Axe de lacet (dérive) Contrôle mode 1
1	Axe de roulis (ailerons)
2	Axe de tangage (gouverne de profondeur)
3	Commande des gaz

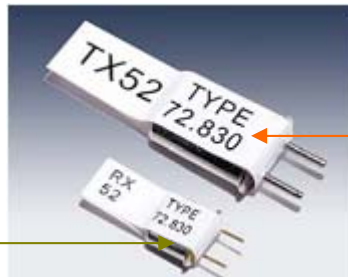


Elément important de la radio : **le quartz**

Les fréquences sont modifiables par l'intermédiaire du quartz sur les radios peu onéreuses. Les radios haut de gamme sont équipées de scan. Les quartz de l'émetteur et du récepteur doivent parfaitement correspondre. Un quartz prévu pour une radio en 41 Mhz ne pourra être utilisé sur une radio en 35 Mhz ou 72Mhz et vice versa.

Toujours adapter des quartz d'origine du constructeur.

Bien sécuriser le quartz sur le récepteur, car les vibrations de l'aéromodèle peuvent entraîner des faux contacts, voir l'expulsion du quartz de l'émetteur.



Quartz de l'émetteur

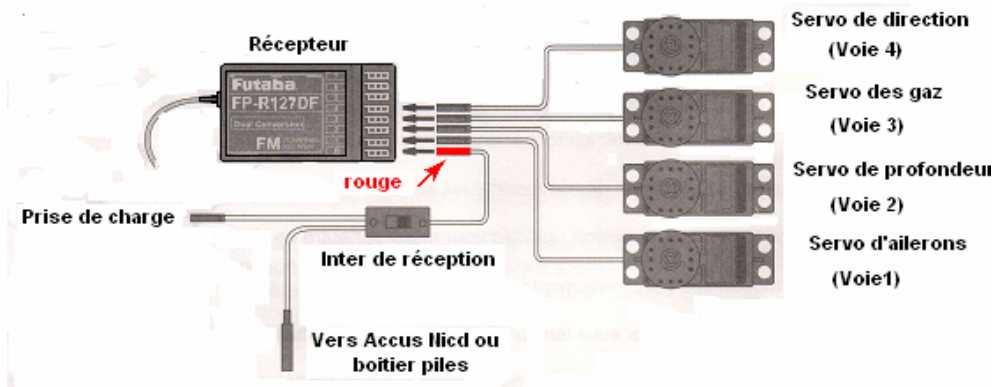
Quartz du récepteur

Le récepteur :

Le récepteur est la partie électronique situé à bord de l'aéromodèle. Il doit être léger et fiable.

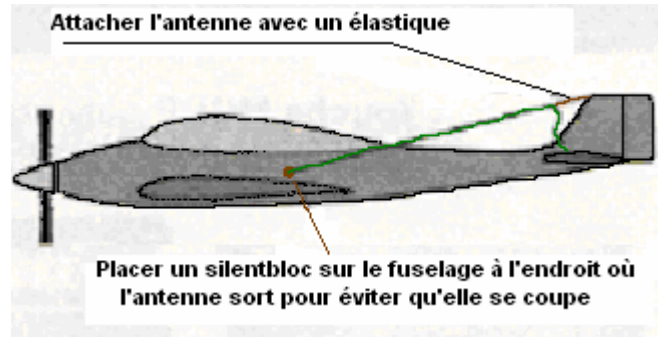
Il reçoit et décode les signaux envoyés par l'émetteur et transmet ainsi les ordres aux servocommandes.

Son alimentation électrique est assurée par des accus embarqués.



Antenne du récepteur

Fixer l'antenne au sommet de la dérive et laisser l'excédent libre à l'arrière du fuselage. Utiliser un silentbloc pour passer l'antenne à travers le fuselage.

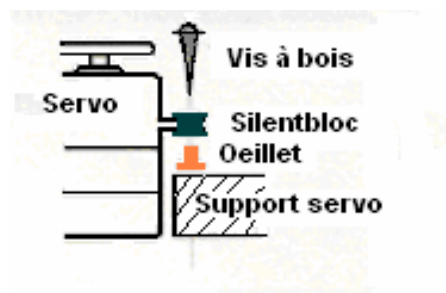


Rôle et Fixation des servos

Les servos permettent de transmettre les ordres donnés par le pilote en mouvement et forces mécaniques.

Ils sont constitués d'une partie électronique, d'une partie mécanique (engrenages) et d'un moteur électrique.

Utiliser les silentblocs en caoutchouc, les œillets et les vis pour fixer les servos.



Nota : Attention les prises des servos ne sont pas toujours compatibles entre les différentes marques.

Les Réglages statiques et mécaniques de l'aéromodèle avant le premier vol

Très important : La position du centre de gravité

La position du centre de gravité a une importance capitale sur la stabilité de l'avion. En effet, contrairement aux idées reçues, la gouverne de profondeur est déportée. Ce qui signifie que si celle-ci venait à rompre en vol, l'avion se mettra à piquer et non à cabrer.

Lorsque le centre de gravité de l'avion se déplace vers l'avant, cela améliore la stabilité mais augmente fortement la traînée.

A contrario, lorsque le centre de gravité se déplace vers l'arrière, la stabilité diminue fortement, pouvant aller jusqu'à l'incapacité de contrôler l'appareil.

Centrage	Stabilité	Maniabilité	Consommation
AVANT	↑	↓	↑
ARRIERE	↓	↑	↓

Le centre de gravité ne doit pas être précis au millimètre près, mais doit être inclus dans une plage.

Le « C d G » est généralement situé au 1/3 de la largeur de l'aile derrière le bord d'attaque. Cette valeur n'est là que pour dégrossir une situation de départ.



Après avoir positionné le centre de gravité idéal de la maquette fournie par le constructeur, l'avion est correctement centré si celui-ci peut tenir en équilibre sur cette position. On peut facilement vérifier le centrage avec ses doigts sur les petites maquettes et avec des supports pour les plus grandes.

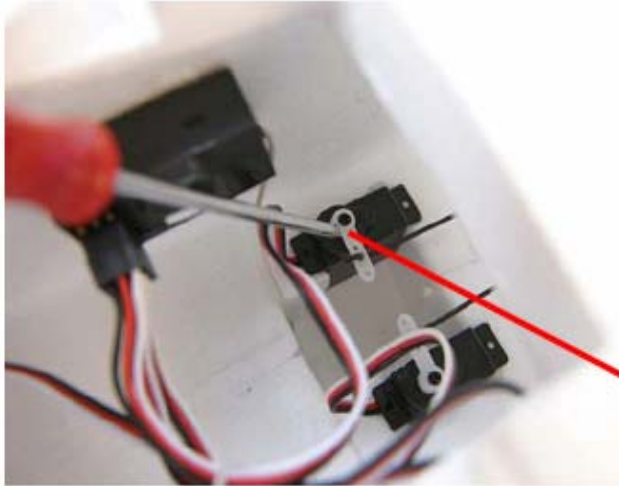
Remarque très importante :

Le réglage du C d G s'effectuera réservoir de carburant vide.

Ajustement des commandes de vol :

Les réglages des commandes de vol sont primordiaux pour entreprendre un vol en toute sécurité.

Position initiale du palonnier sur les servos :



Avant de relier les tringleries sur les servos il est nécessaire de contrôler la position du palonnier sur ce dernier.

Les palonniers devront faire un angle par rapport à la grande longueur du corps du servo. Ceci permettra un maximum de débattement dans les



Cette opération sera effectuée sur tous les servos sauf celui des gaz.

Pour réaliser cette opération :

- Allumer l'émetteur après avoir déployer son antenne et contrôler que les manches et trims sont en position milieu sauf pour le manche et le trim des gaz qui seront en position minimum.
- Allumer le récepteur
- Procéder à la mise en place correcte des palonniers.

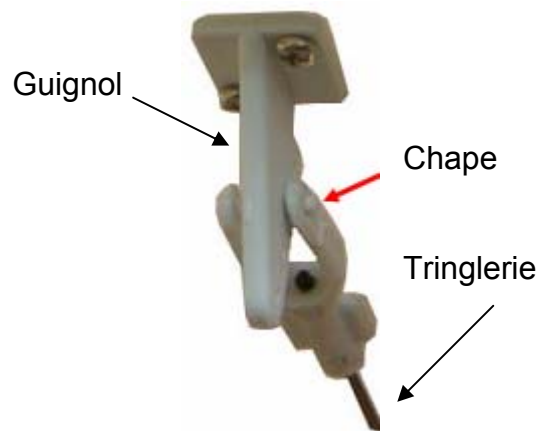
Remarque : Il est impératif de toujours connecter l'émetteur avant le récepteur et de toujours couper le récepteur avant l'émetteur.

Après cette opération il sera possible de relier les tringleries avec les palonniers.

Note :

Pour tous les réglages des gouvernes il faut regarder l'avion de profil et s'assurer que les gouvernes sont bien dans le prolongement du profil.

Position des tringleries sur les guignols et les palonniers.



Normalement, l'amplitude du débattement des gouvernes sera donnée dans le manuel d'instructions de l'avion.

Le débattement dépendra de la position de la chape sur le palonnier et sur le guignol.



Faible débattement



Faible débattement



Fort débattement



Fort débattement

Le réglage de l'amplitude s'effectue donc en rapprochant ou en éloignant la fixation de la tringlerie de l'axe de rotation de la gouverne et du servo.

Il faut savoir que plus l'amplitude de débattement de la gouverne est grande et plus la réponse de l'avion aux ordres du pilote est importante. Une trop grande amplitude peut rendre très difficile, voir impossible le pilotage du modèle.

Contrôle du sens des débattements

Avant tout vol il est nécessaire de contrôler le bon débattement et fonctionnement des gouvernes.

Pour cette opération, se placer derrière la maquette, allumer émetteur, puis récepteur, manches au neutre, gaz à zéro (tout particulièrement pour les modèles électriques).

Les gouvernes doivent être dans l'alignement de leur surface associée.



Manche au neutre = gouverne
Contrôle de la gouverne de profor



Essais de la commande à cabrer

Sur votre radio en mode 1, tirer avec le pouce gauche le manche de profondeur vers vous, la gouverne de profondeur se lève.



Essais de la commande à piquer

Sur votre radio en mode 1, pousser le pouce sur le manche de profondeur vers le modèle, la gouverne de profondeur s'abaisse.



Contrôle des ailerons :

Pour tourner à gauche, mettre le pouce droit sur le manche vers la gauche. L'aileron gauche se lève et l'aileron droit s'abaisse.

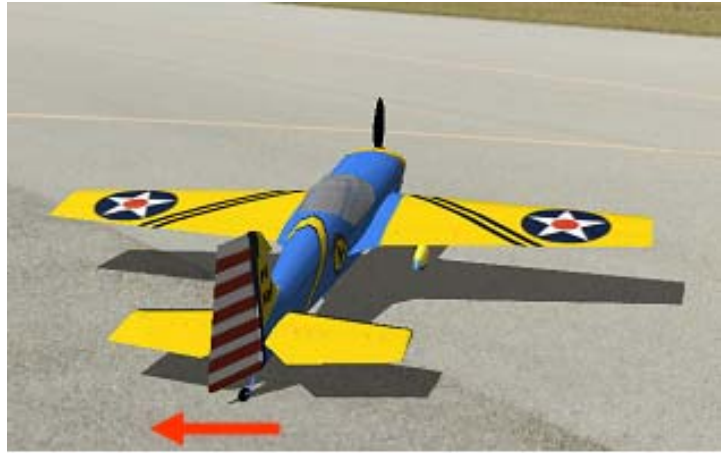


Pour tourner à droite, mettre le pouce droit sur le manche vers la droite. L'aileron droit se lève et l'aileron gauche s'abaisse.

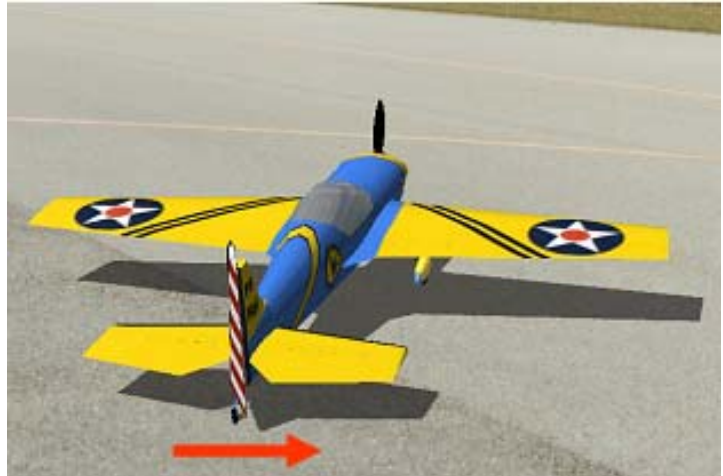


Contrôle de la gouverne de direction :

Pour tourner à gauche, le pouce gauche sur le manche doit aller vers la gauche. La gouverne se déplace vers la gauche.



Pour tourner à droite, le pouce gauche sur le manche doit aller sur la droite. La gouverne de direction se déplace vers la droite.



Contrôle des gaz :

Lorsqu'il n'existe pas de moyen de retenue de l'avion, placé vous au dessus de l'avion en regardant vers l'avant, l'empennage arrière derrière vos mollets et les jambes coinçant le fuselage.

Essayer et régler le moteur en faisant attention de ne pas souffler un autre modèle qui se trouverait derrière vous.

Sur un avion électrique vérifier qu'il n'y a pas d'inversion dans le sens de rotation.

LA PRATIQUE

Contrôle avant mise en service d'un aéromodèle :

Vérifier :

- La bonne fixation de l'ensemble propulsif
- Que le réservoir soit non fuyant et équipé de sa pressurisation
- La charge de l'accu de réception
- Les charnières, la fixation des servos, les guignols
- L'antenne
- L'assemblage de l'aile sur le fuselage
- Le parallélisme avec le stabilisateur
- Le centrage

Mise en route de la radio :

- Vérifier la charge de l'émetteur
- S'approprier la fréquence
- Contrôler la portée de la radio
- Contrôler le bon fonctionnement des gouvernes
- Vérifier la concordance de la radio du moniteur et de l'élève

Mise en route du moteur :

- Abords dégagés
- Faire le plein du réservoir
- Maintien de l'aéromodèle au sol
- Démarrer le moteur, retirer le fil de la bougie en prenant garde à l'hélice

Réglage du moteur : - Règle des 3 R-

- Régler la richesse
- Régler la reprise
- Contrôler le régime

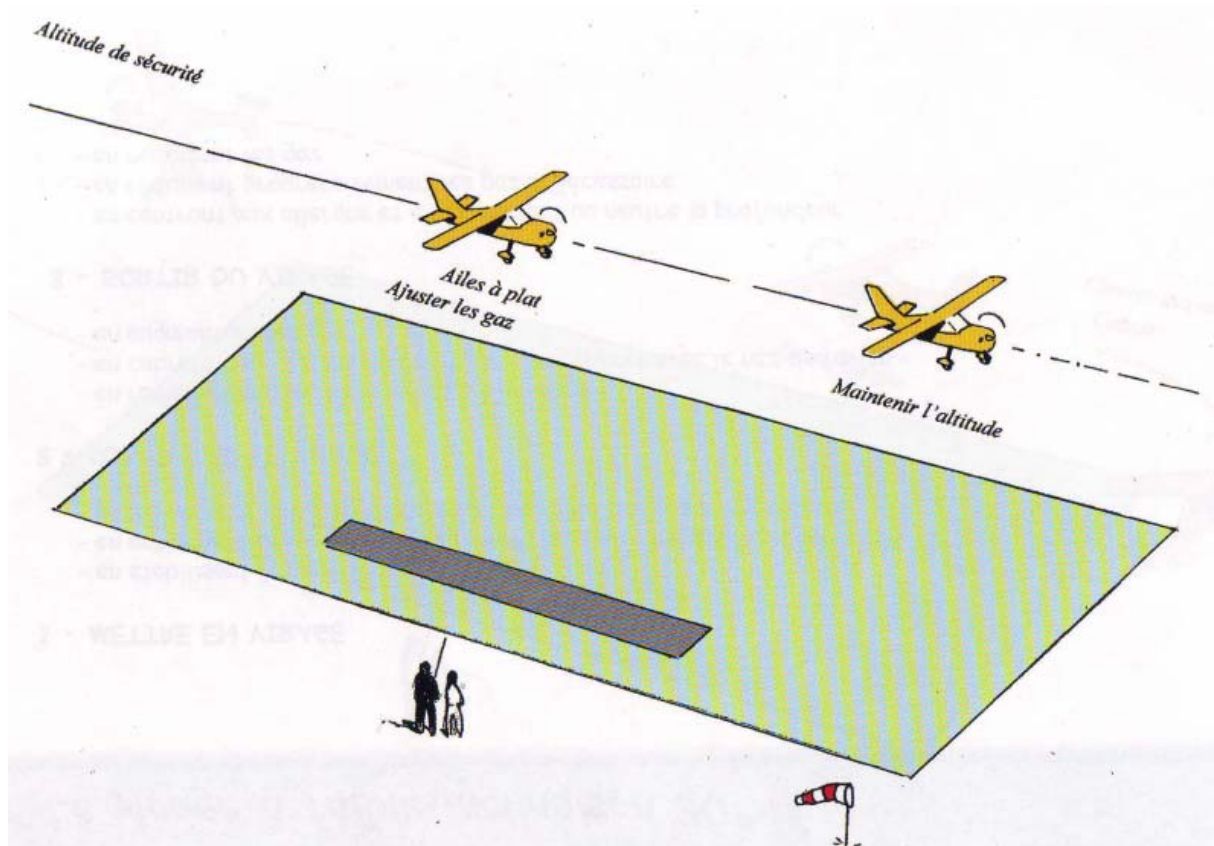
A présent nous sommes prêt pour le vol

Bien sûr pour les premiers vol, le décollage sera effectuée par le moniteur.

Au début l'avion sera à une altitude de sécurité et face au vent avant de vous donner la commande pour effectuer des vols en palier.

Le vol en palier

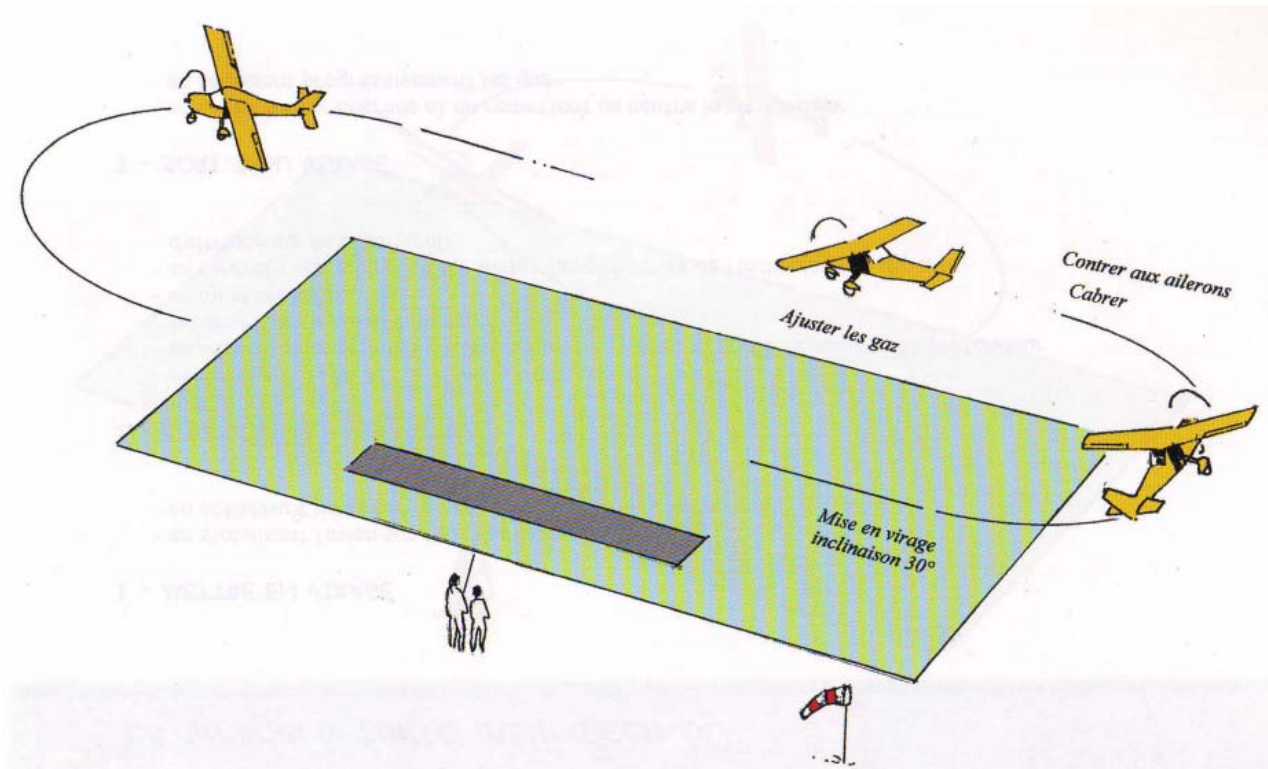
- Il vous faudra maintenir un cap en maintenant les ailes à plat et en ajustant les gaz pour maintenir une altitude constante.



Virage à faible inclinaison à 30°

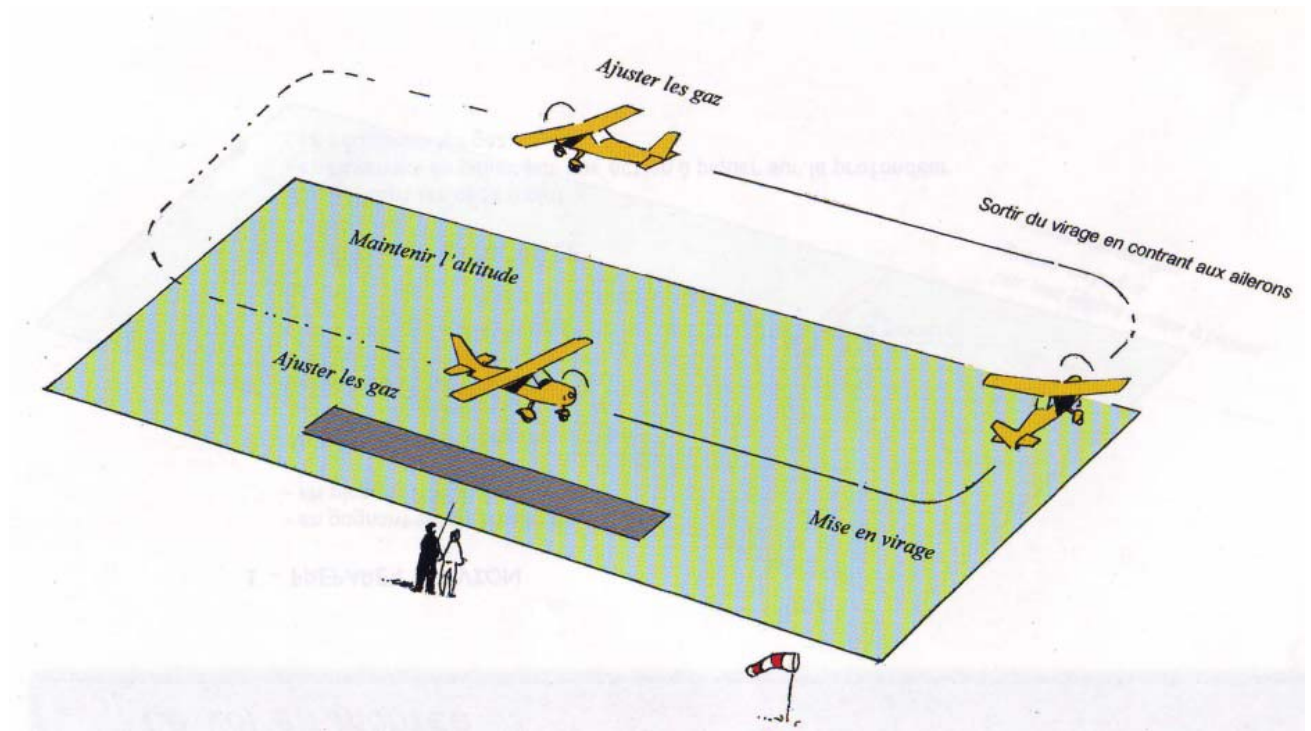
- Mettre progressivement le manche d'ailerons pour incliner l'avion à 30°
- Cabrer pour maintenir l'altitude
- Augmenter les gaz si nécessaire pour maintenir la vitesse
- Mettre au neutre les ailerons pour maintenir l'angle

- A la sortie du virage contrer les ailerons et remettre la profondeur au neutre
- Réduire les gaz.



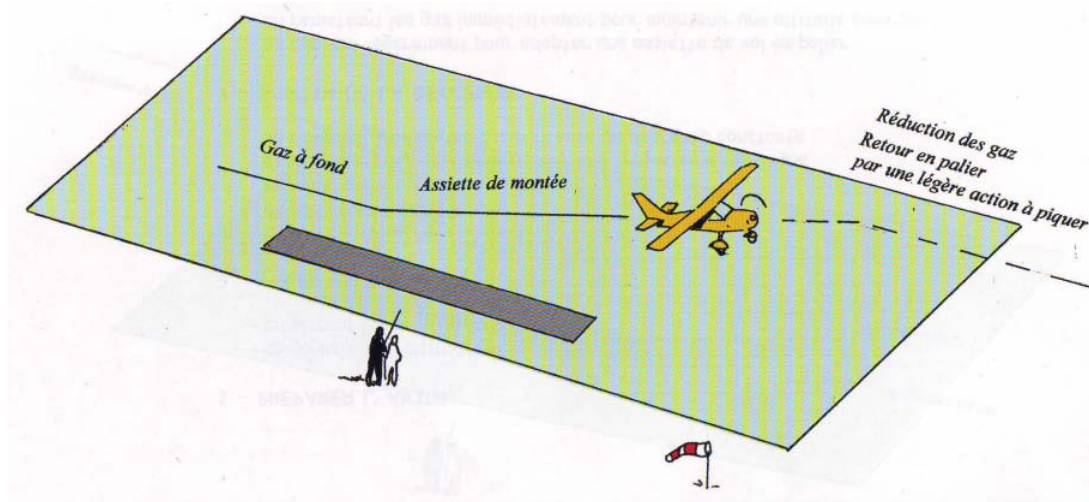
Le circuit rectangulaire à altitude constante

- Effectuer le premier virage à faible inclinaison en éloignement en sortant à 90° de l'axe d'entrée, les ailes à plat.
- Effectuer le deuxième virage pour se positionner vent arrière en sortant à 90° de l'axe d'entrée.
- Effectuer la ligne droite vent arrière en adaptant l'assiette à altitude constante.
- Effectuer le troisième virage et le quatrième virage en adaptant l'assiette constante.



Le vol en montée

- L'avion face au vent mettre les gaz à fond en maintenant les ailes à plat et adopter une assiette en fonction des performances du modèle.
- La sortie de la montée s'effectue en revenant à plat par une action à piquer sur la profondeur et en réduisant les gaz. Tout en conservant les ailes à plat.

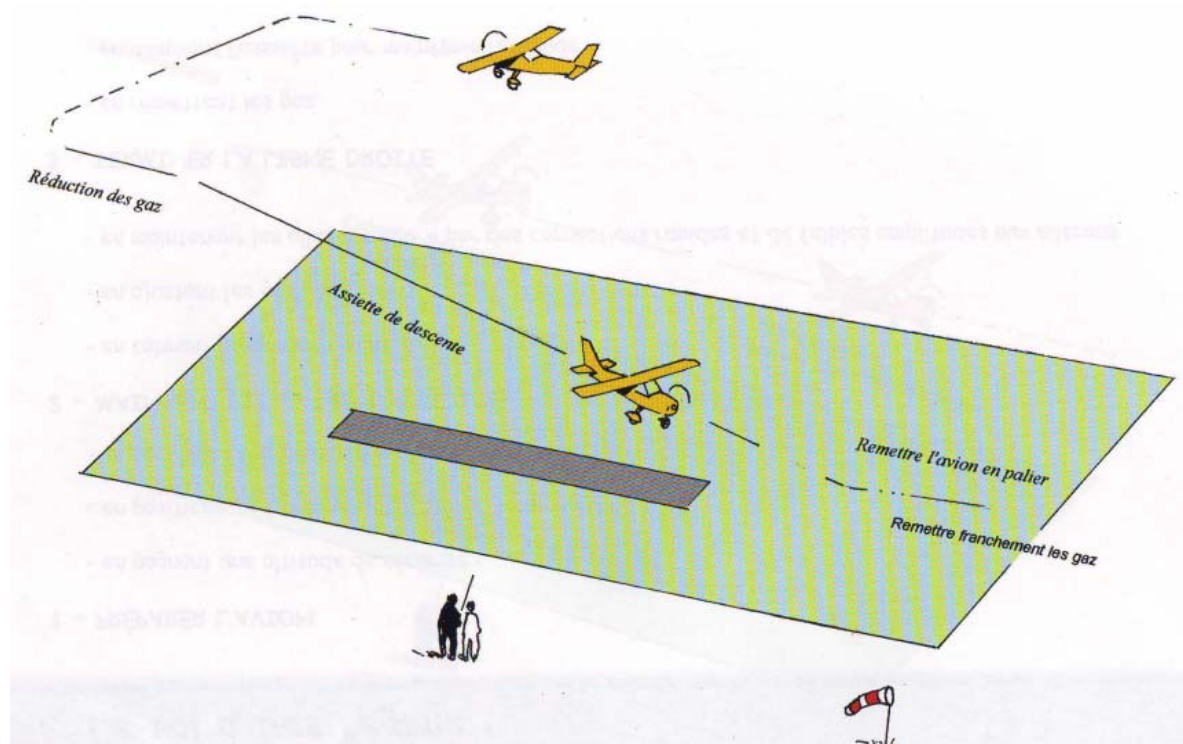


Le vol en descente

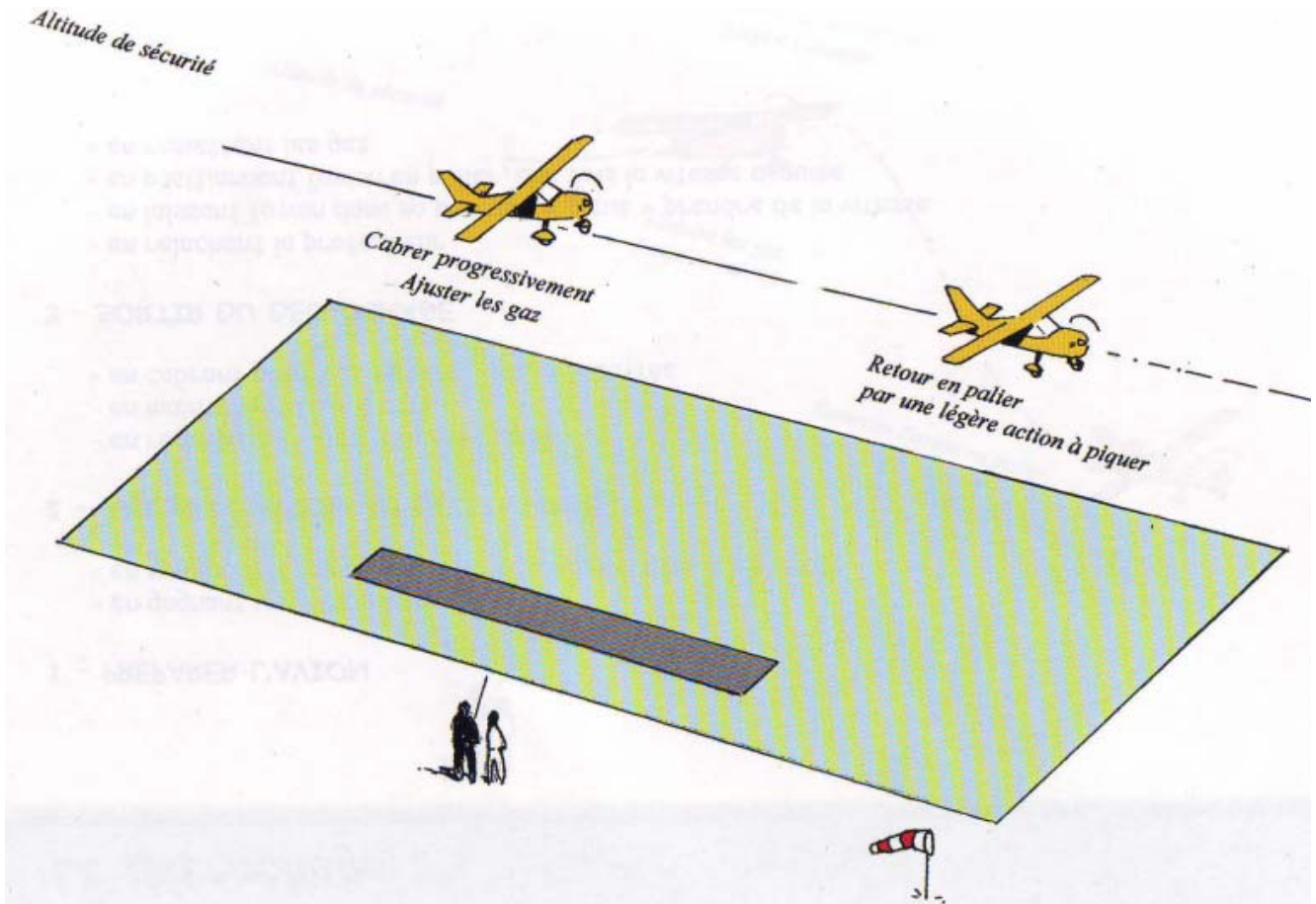
- L'avion face au vent, réduire les gaz au minimum, maintenir les ailes à plat et adopter une assiette pour conserver une trajectoire rectiligne et une vitesse constante.
- La sortie de la descente s'effectue en cabrant légèrement pour adopter une assiette de vol en palier et en remettant les gaz pour maintenir une altitude constante.

Le vol a bas régime

- Positionner l'avion en ligne droite face au vent et réduire franchement les gaz.
- Maintenir le cap et l'altitude en cabrant progressivement et en ajustant les gaz. Maintenir les ailes à plat par des corrections rapides et de faibles amplitudes aux ailerons.



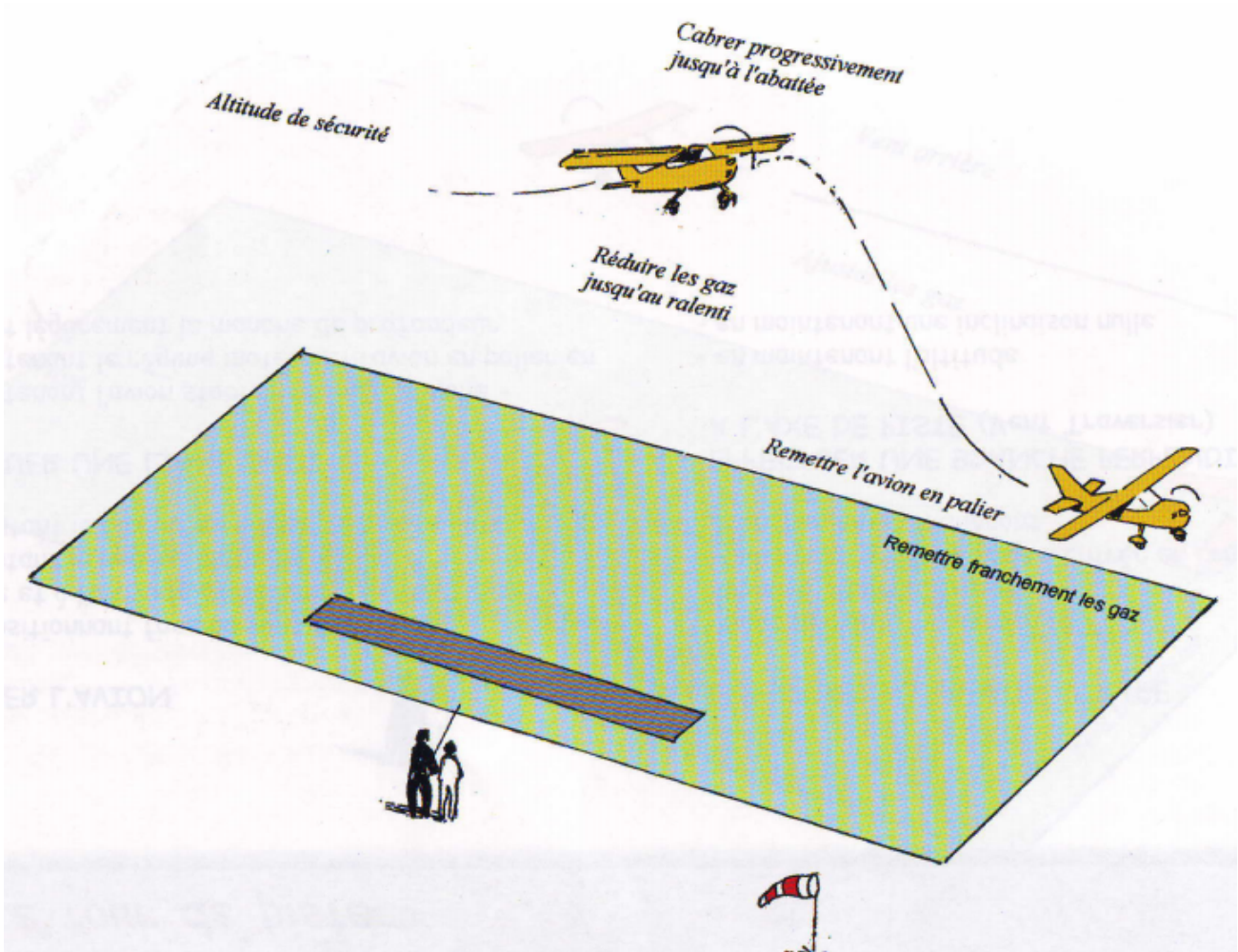
- Terminer la ligne droite en remettant les gaz et adopter l'assiette pour maintenir l'altitude.



Le décrochage

- Gagner une altitude sécurité et maintenir l'avion en palier face au vent, les ailes à plat.
- Amener l'avion au décrochage en réduisant les gaz jusqu'au ralenti, maintenir les ailes à plat et cabrer progressivement jusqu'à l'abattée.

- Sortir du décrochage en relâchant la profondeur et en laissant le modèle dans sa position piqué afin de prendre de la vitesse, puis positionner l'avion en palier en remettant les gaz.

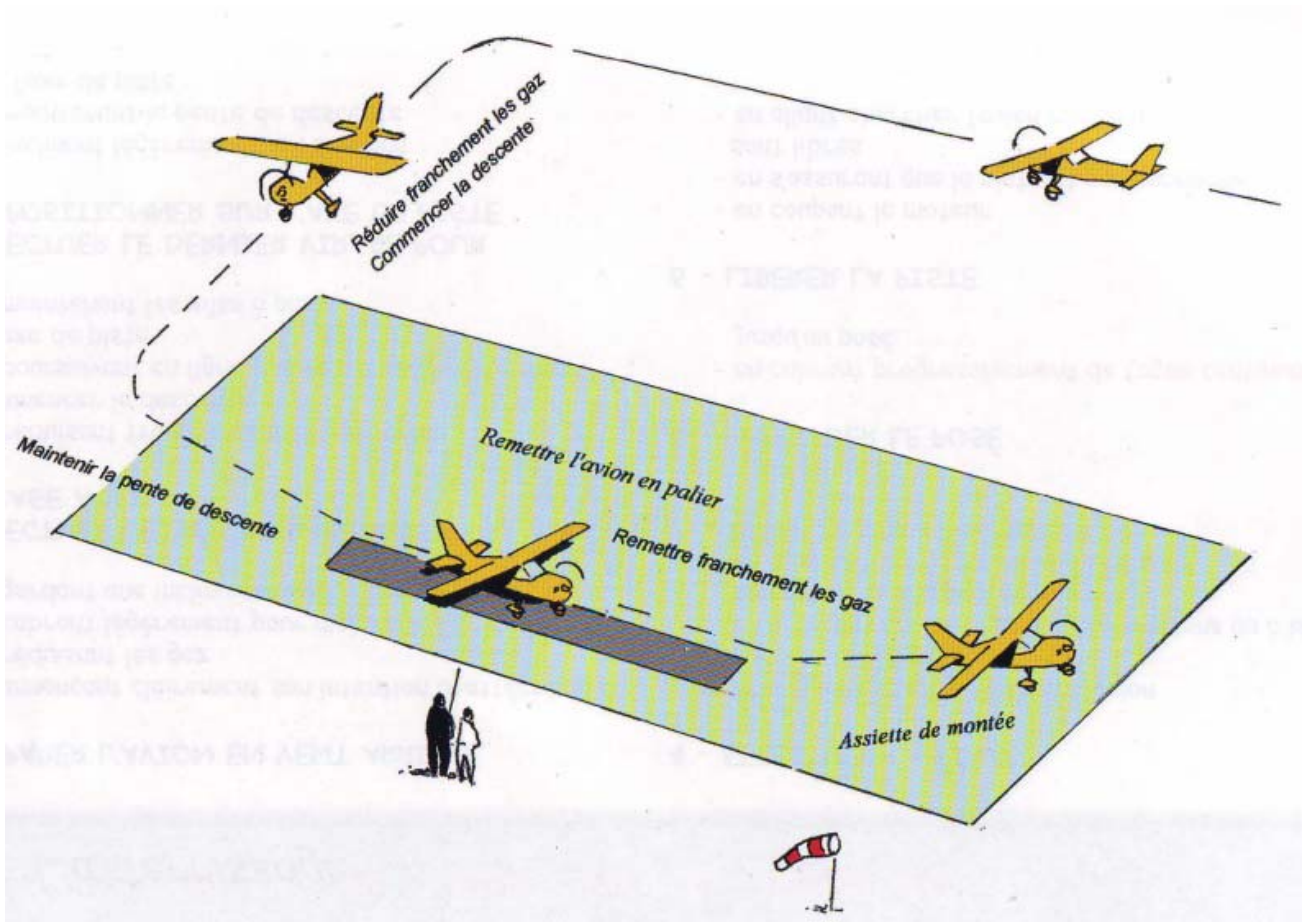


L'introduction à l'atterrissage et remise des gaz

- Effectuer l'étape de base après un virage à 90° en réduisant franchement les gaz pour commencer la descente puis poursuivre la

descente en ligne droite perpendiculaire à l'axe de la piste tout en maintenant les ailes à plat.

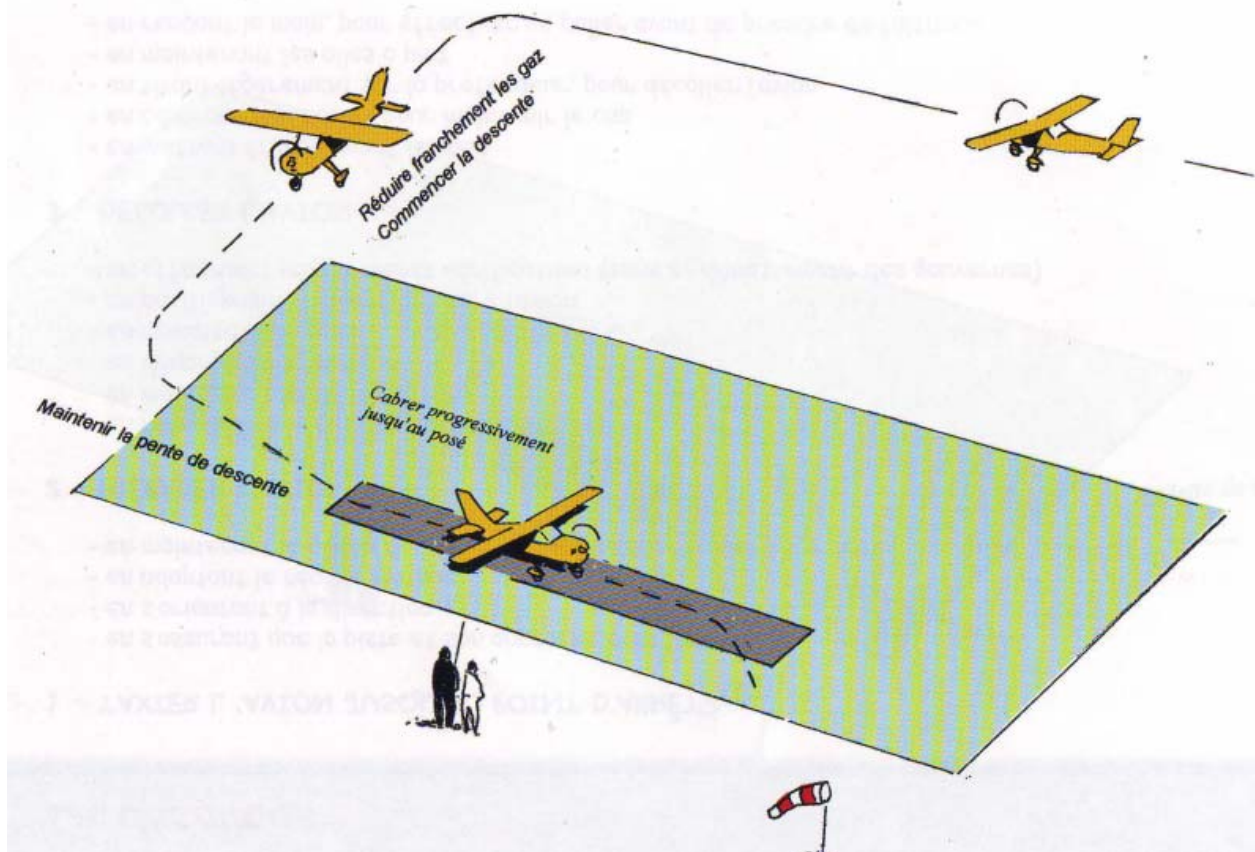
- Effectuer le dernier virage pour se positionner sur l'axe de la piste en inclinant légèrement aux ailerons et en maintenant la pente de descente sur l'axe de la piste.
- Remettre les gaz en plaçant l'avion en palier dès l'entrée de la piste en remettant franchement les gaz, maintenir les ailes à plat.
- Reprendre de l'altitude en passant en vol en montée.



L'atterrissage

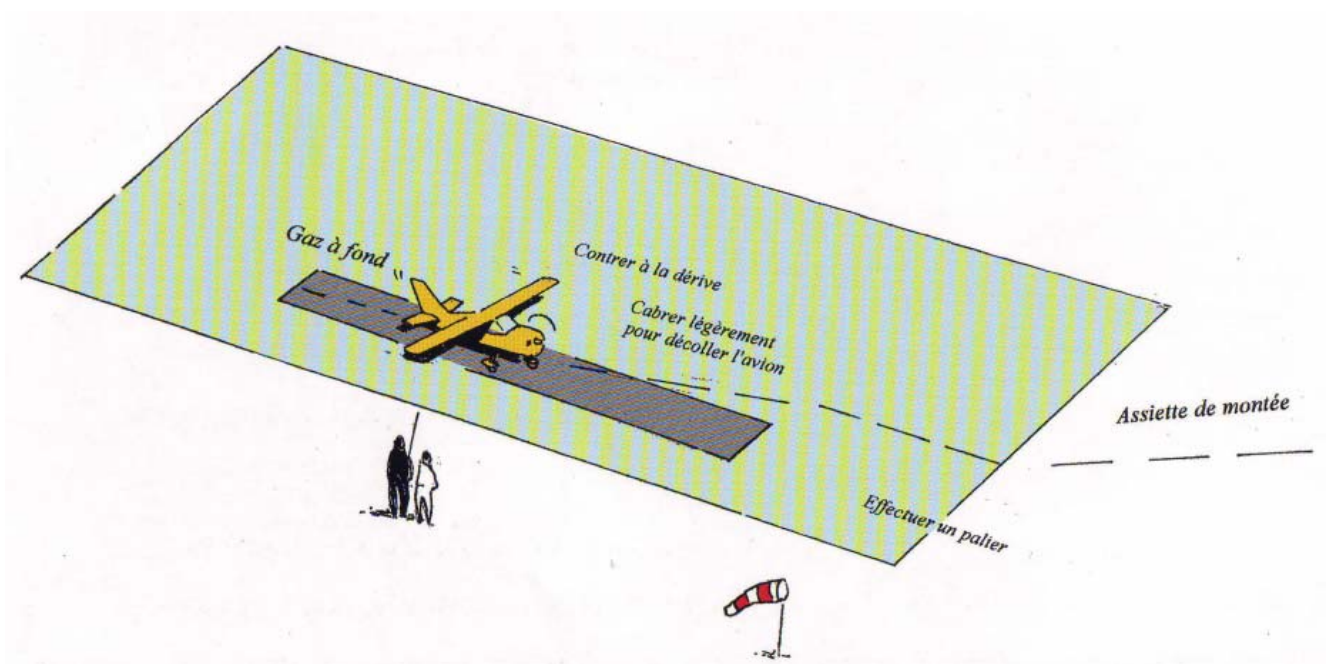
- L'avion vent arrière annoncer clairement son intention d'atterrir, réduire les gaz en cabrant légèrement pour maintenir l'altitude les ailes à plat.

- Effectuer l'étape de base après un virage à 90° en réduisant franchement les gaz pour commencer la descente en poursuivant en ligne droite perpendiculairement à l'axe de la piste.
- Effectuer le dernier virage pour se positionnement sur l'axe de piste en inclinant légèrement aux ailerons et en maintenant la pente de descente sur l'axe de la piste.
- Effectuer la finale en alignant et en stabilisant l'avion sur l'axe de piste en assurant les **corrections** aux ailerons ou à la direction et à la profondeur et **en ajustant les gaz si nécessaire pour atteindre le point d'atterrissage.**
- Effectuer le posé en cabrant progressivement de façon continue jusqu'au posé.
- Libérer la piste en coupant le moteur, en s'assurant que la piste et son approche sont libres et en allant chercher son avion rapidement.
-



Le décollage

- Taxier l'avion jusqu'au point d'arrêt en s'assurant que la piste et son approche sont libres en s'orientant à la direction, en adaptant le régime moteur et en maintenant la queue de l'avion au sol (pour les trains classiques)
- Préparer l'avion en l'alignant face au vent (le plus possible) en maintenant le modèle au sol pour dégorger le moteur.
- Remettre au ralenti en positionnant le pilote derrière l'avion pour effectuer les dernières vérifications (sens et débattement des gouvernes).
- Décoller l'avion en mettant franchement les gaz et en contrant à la dérive pour maintenir le cap.
- Tirer légèrement sur la profondeur pour décoller l'avion, maintenir les ailes à plat (assiette entre 10 et 20°), puis rendre la main pour effectuer un palier avant de prendre de l'altitude.



Documentation :

- <http://www.ffam.asso.fr>
- <http://www.maketdistrib.com>
- Documentation Futaba
- Le magazine MRA (Modèle réduit d'avions)
- Les différents conseils techniques sur <http://www.aeromodelisme.org/>