



**Fédération Française d'Aéro-Modélisme**

Agrée par le ministère des transports, la DGAC, le SFACT et par le Ministère de la Jeunesse et des Sports

# **INITIATION A L'AERO-MODELISME (Radio-commandé)**

## **GENERALITES**

Edition juillet 2008

☰ FFAM 108,rue Saint Maur – 75010 PARIS

☎ (33) 01.43.55.82.03 - Fax (33) 01.43.55.79.93 - @ <http://www.ffam.asso.fr>

Réalisation C Dupré deuxième semestre 2004; mise à jour août 2007; édité par la FFAM.

Reproduction, même partielle interdite sans autorisation du rédacteur.

*A Francis qui posa les bases  
d'une formation accessible à tous les modélistes*

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>L'AERO-MODELISME.....</b>	<b>2</b>
PRESENTATION .....	2
LES DIFFERENTS TYPES DE MODELES .....	2
<i>Les voilures fixes</i> .....	2
<i>Les planeurs</i> .....	2
<i>Les moto-planeurs</i> .....	2
<i>Les avions</i> .....	3
<i>Les voilures tournantes</i> .....	3
<i>hélicoptères et autogyre</i> .....	3
LES DIFFERENTES DISCIPLINES .....	4
<i>Le vol libre</i> .....	4
<i>Le vol circulaire</i> .....	5
<i>Le vol radio commandé</i> .....	5
<i>Les maquettes</i> .....	6
LE CHOIX D'UN MODELE .....	6
UN MODELE DE DEBUT RADIO COMMANDE .....	7
UNE FAÇON DIFFERENTE DE DEBUTER.....	9
<b>CONSTITUTION D'UN MODEL REDUIT .....</b>	<b>10</b>
LA CELLULE .....	10
<i>Le fuselage</i> .....	10
<i>Des couples</i> .....	10
<i>Le revêtement</i> .....	11
<i>La voilure</i> .....	12
<i>Le longeron</i> .....	13
<i>Le bord d'attaque et le bord de fuite</i> .....	13
<i>Le revêtement</i> .....	14
<i>L'empennage</i> .....	15
<i>Les atterrisseurs</i> .....	16
<i>Quelques termes</i> .....	16
<i>La stabilité au roulage</i> .....	17
<i>Le train classique</i> .....	18
<i>Le train tricycle</i> .....	19
<i>Le train monorace</i> .....	19
LA PROPULSION .....	20
<i>Moteurs thermique</i> .....	20
<i>Moteurs électriques</i> .....	21
<i>La batterie d'accumulateurs</i> .....	22
LES ORGANES DE COMMANDE.....	22
<i>Modèle de Vol Circulaire Commandé (VCC)</i> .....	22
<i>Modèle de vol libre</i> .....	23
<i>Modèle radio commandé</i> .....	23
<i>Précautions indispensables</i> .....	23
<b>QUESTIONS CATIA .....</b>	<b>24</b>
<b>LISTE DES MISES A JOUR.....</b>	<b>28</b>
DATE:.....	28
ADDITION DE CHAPITRE OU SCHEMAS .....	28

## **INTRODUCTION**

Ce recueil, diffusé par la FFAM, s'adresse à tout modéliste débutant. Les informations qu'il trouvera dans ce livret, l'aideront à mieux comprendre les explications que lui donneront les différents responsables du Club auquel il vient de s'inscrire. Elles lui permettront également de saisir tout le sens et toute la richesse des connaissances transmises par les membres plus anciens qui l'entourent.

Compte tenu de l'étendue du domaine d'activité de ce loisir, et pour rester dans le cadre de l'initiation, il a été nécessaire de faire une sélection des sujets traités et de les limiter à des notions.

Le débutant, encadré au sein de son Club par un moniteur, ne retrouvera pas dans cet ouvrage LA méthode utilisée dans son club mais les points clefs auxquels aboutissent toutes les méthodes.

Ces points essentiels concernent :

- Le choix du matériel
- La construction d'un modèle de début
- Le fonctionnement des éléments principaux de son avion

Lorsque la phase d'initiation sera dépassée, le « livret de formation de pilote de modèles réduits » fournira un guide qui le conduira vers l'art du pilotage.

Avis aux candidats à l'examen du CATIA:

Les questions du chapitre " aéromodélismes " du CATIA sont issues en partie de ce recueil.

## L'AERO-MODELISME

### PRESENTATION

C'est la discipline consistant à réaliser des modèles capables de voler : ces appareils sont des « modèles réduits » et non des maquettes comme le dit, à tort, le grand public. Le terme de « maquette » doit être réservé aux reproductions fidèles d'appareils appartenant à l'aviation en vraie grandeur.

En vertu des textes réglementaires, un modèle réduit ne peut transporter de passager et doit rester pilotable en vue du pilotes

### LES DIFFERENTS TYPES DE MODELES

L'Aéromodélisme propose une grande diversité de modèles, variant par la nature, la taille, le mode de propulsion, le pilotage ...

#### Les voilures fixes

##### Les planeurs

Ce sont des appareils dépourvus de moteur, une fois en l'air, ils ne peuvent s'élever que si la masse d'air dans laquelle ils évoluent s'élève également, c'est-à-dire dans les ascendances.



Leur taille peut varier de quelques décimètres d'envergure, pour les planeurs de début, à quelques mètres pour les magnifiques reproductions de planeurs issues du monde vélivole.

En plaine, un planeur peut être mis en altitude au moyen d'un sandow, d'un treuil ou d'un avion remorqueur. Sur les côtes ou dans les massifs montagneux, les planeurs profitent des courants ascendants déclenchés par le relief.

##### Les moto-planeurs

Certains planeurs sont équipés d'un moteur permettant de rejoindre leur altitude de vol. Ce moteur est thermique ou électrique, il est installé dans le fuselage ou au sommet d'un mat (pylône) au dessus de l'aile. Lorsque le moteur est arrêté, le moto-planeur redevient un planeur à part entière.



## Les avions

Sur les modèles d'avions les plus courants, une hélice est entraînée par un moteur thermique ou un moteur électrique

Les modèles équipés d'un moteur thermique, possèdent un réservoir qui contient en général un mélange de méthanol et d'huile servant de carburant (souvent de l'essence pour les moteurs de grosse cylindrée).



Dans le cas d'un moteur électrique, une batterie d'accumulateurs fournit l'énergie nécessaire.

Il existe également des avions sur lesquels l'hélice est entraînée par un écheveau de caoutchouc torsadé. Même si ils rappellent les premiers modèles utilisés en aéromodélisme, leur technologie très évoluée n'a plus rien de commun avec celle de leurs précurseurs.



Certains avions sont équipés d'une turbine entraînée par un moteur thermique ou électrique. Certains autres sont propulsés par un turboréacteur ou par une hélice entraînée par un turbo propulseur

Toutes les tailles d'avions se trouvent dans les clubs, des avions d'intérieur (indoor) électriques de quelques décimètres et de quelques dizaines de grammes aux avions à l'échelle 1/2 (couramment appelés "petits gros") pesant plusieurs dizaines de kg et propulsés par un moteur à essence analogue à celui d'un scooter.

## Les voilures tournantes hélicoptères et autogyre



Ce sont des machines sophistiquées d'un abord difficile et d'un coût de réparation prohibitif pour un débutant. Nous ne ferons que survoler le sujet dans ce recueil car ils ne sont pas destinés aux débutants ; tout au moins pas à la plus grande majorité d'entre eux.

## LES DIFFERENTES DISCIPLINES

Les différents types d'appareils se retrouvent dans toutes les disciplines énoncées ci après. Dans chaque discipline, il existe une multitude de spécialités : avions ou planeurs de vitesse, hydravions, avions, planeurs ou hélicoptères de voltige, maquettes ...etc. Certains engins ne sont classables que comme objets volants identifiables (soucoupe en tous genres, carte à jouer, porte de WC ou tondeuse à gazon).



### Le vol libre

Depuis des temps très reculés, on a cherché à faire voler des modèles réduits. Ces modèles étaient, par la force des choses, dépourvus de radio-commande. Ils ont donné naissance au vol libre. Cette discipline comprend donc tous les modèles réduits dépourvus de moyen de guidage à distance, quel que soit leur mode de propulsion.



### Le vol circulaire

Cette discipline est apparue dans les années 40. Le modéliste tient une poignée sur laquelle sont fixés deux câbles de quelques dixièmes de millimètres, reliés au modèle. Ces deux câbles agissent sur une commande qui actionne la gouverne de profondeur. Lorsque le moteur fait avancer le modèle, celui-ci retenu par les câbles, est soumis à la force centrifuge et décrit un cercle autour du pilote. En manœuvrant la poignée, les câbles transmettent des ordres à cabrer ou à piquer qui permettent des évolutions dans la demi-sphère dont le centre est le pilote.



### Le vol radio commandé

La radio commande permet de piloter le modèle à distance sans liaison mécanique avec celui-ci. Longtemps limitée par les moyens technologiques, cette discipline a pris son essor au cours des années 60 avec l'arrivée des transistors et de l'électronique grand public. Actuellement, pour un coût raisonnable, et sans être un spécialiste de l'électronique, il est possible de faire évoluer un modèle de début radio commandé.



### Les maquettes

Ce sont des reproductions les plus fidèles possibles d'aéronefs existants. Que ce soit en vol libre, en vol circulaire ou en vol radio commandé, cette discipline synthétise toutes les autres. En plus d'une grande dextérité manuelle, d'une grande ingéniosité et d'une patience sans limite pour la construction, elle demande des connaissances approfondies et variées dans des domaines tels que l'histoire aéronautique, l'aérodynamique, la mécanique, l'électronique, le pilotage ... etc



### LE CHOIX D'UN MODELE

Un modèle peut être construit à partir d'un plan ou assemblé à partir d'une boîte de construction. Chacune des deux solutions a ses avantages et ses adeptes, mais, pour un débutant, le choix se fera selon son isolement ou selon le niveau d'encadrement dans son club. Le coût a bien sûr son importance, mais ce n'est qu'une donnée instantanée, car l'économie du moment est souvent perdue par les déboires qui suivent.

La meilleure économie est le conseil d'une personne vraiment qualifiée, comme, par exemple, le moniteur du club

- La construction sur plan nécessite d'acheter du matériel en quantité souvent supérieure aux besoins, ce qui constitue une réserve pour les réparations et les constructions futures. Elle demande de bonnes connaissances qu'un débutant isolé n'a pas nécessairement. Cela conduit souvent à un modèle terminé dont les qualités de vol ne sont pas à la hauteur des espérances.

- L'assemblage d'une boîte de construction résout partiellement le problème du débit de matière. Souvent, les constructeurs ne prévoient pas les accessoires tels que roues, réservoir...car ils laissent à chaque modéliste le libre choix de la qualité de ces éléments. De plus, il n'y a jamais les ingrédients nécessaires au montage (colle, enduit, peinture...). Il existe différents types de boîtes de construction : celles dans lesquelles tout est à construire et celles dans lesquelles les sous-ensembles sont à des stades divers de finition (Almost Ready to Fly, presque prêt à voler). Généralement les fabricants livrent la boîte avec une notice de montage dont la qualité varie avec le sérieux du traducteur.

## UN MODELE DE DEBUT RADIO COMMANDE

Le choix d'un premier modèle est important car, s'il est mauvais, le débutant risque d'être définitivement écœuré. Il ne faut pas confondre « modèle école » et « premier modèle ». Pour le choix d'un « premier modèle », il est préférable de prendre conseil dans un club plutôt que chez un commerçant !

Il n'est pas recommandé d'apprendre seul à piloter. Une bonne formation se déroule généralement simultanément sur deux plans parallèles :

- Un apprentissage du pilotage avec un moniteur sur l'appareil du club en double commande
- Un apprentissage de la construction qui permet la réalisation de son « premier modèle »

Après le lâché et un peu d'entraînement, le débutant sera suffisamment expérimenté. Le « premier modèle » pourra être essayé par un expert du club puis laissé aux mains du débutant.

Le « modèle école » appartient généralement au club. Il devra être assez grand pour être bien visible dans le ciel, posséder des qualités aérodynamiques permettant à la fois une grande stabilité et une grande démonstrativité. Une double commande permettra au moniteur de repousser les limites lors des imperfections de pilotage de l'élève.

Le « premier modèle » devra avoir des qualités souvent contradictoires. En effet, il devra être économique (à l'achat mais aussi à l'utilisation), facile à construire, robuste et léger. Son vol devra être lent et stable avec des réponses franches aux ordres de commande.

Cette définition oriente le débutant vers un avion à ailes hautes d'une envergure d'environ 1,50m, aux lignes plutôt anguleuses, équipé d'un moteur de 4 à 6 cm<sup>3</sup>.

On peut faire également le choix d'un planeur ou d'un moto-planeur électrique. Un modèle de 1.80m d'envergure équipé d'un moteur électrique alimenté par une batterie de 7 éléments semble raisonnable.

Une question souvent posée pour débiter, est le choix entre ailerons plus direction ou direction seule. Le paragraphe "stabilité" du chapitre aérodynamique explique que le braquage de la gouverne de direction, ajouté à un dièdre de l'aile génère du roulis induit. Cette propriété permet à un avion non équipé d'ailerons de virer.

Sur la plupart des avions équipés d'ailerons, une action sur ceux-ci crée une inclinaison qui entraîne une mise en virage mais la symétrie du vol n'est pas bien respectée et devra être assurée par une action coordonnée sur la direction ce qui complique l'apprentissage pour un débutant.

Si l'émetteur est programmable, une conjugaison ailerons/direction sera éventuellement une solution intermédiaire en attendant suffisamment de disponibilité pour parfaire son pilotage.

On voit donc qu'il n'y a pas de bonne ou de moins bonne solution puisque dans tous les cas le but est atteint: l'avion vire.

Les principaux critères de décision sont:

- Ce que préconise le moniteur qui assure la progression.
- L'envie de réaliser un montage parfois compliqué:
  - Sans aileron: 1 seul servo utilisé pour la direction.
  - Avec ailerons: 2 servos et une timonerie de commande dans les ailes.



Aileron commandé directement par un servo dans l'aile

Une autre question souvent posée concerne le train d'atterrissage.

Train tricycle (avec roulette de nez) ?



Train classique (avec roulette de queue) ?



Ou pas de train du tout ?

La réponse appartient à chaque club en fonction de l'équipement et des habitudes des moniteurs. Pour les modélistes isolés, le type de train importe peu car lorsqu'ils se poseront sur des surfaces sommairement aménagées, quel que soit le train, il y a une forte probabilité pour qu'il se détériore et entraîne des dégâts importants de la cellule. A la limite, un train monorace serait celui le moins fragile et qui permette de protéger l'hélice. Si, par bonheur, le débutant isolé a accès à une surface suffisamment nivelée, le train tricycle facilite le roulage et protège l'hélice. Il va sans dire que, sur un planeur, un moto planeur ou un avion dont le moteur est monté en pylône, un fond de fuselage renforcé remplace avantageusement un train d'atterrissage. Il faudra dans ce cas là, faire l'apprentissage du décollage avec une autre machine.

## UNE FAÇON DIFFERENTE DE DEBUTER

L'histoire est un perpétuel recommencement. Les premiers modèles étaient des modèles de vol libre, qui volaient en salle, propulsés par un écheveau de caoutchouc torsadé. Puis, grâce aux progrès des moteurs thermiques, sont apparus des modèles plus lourds, capables de voler en extérieur. Mais le guidage manquait encore, le vol circulaire commandé (VCC) a donné une nouvelle dimension. Cependant le fil à la patte ne pouvait convenir aux modélistes toujours plus inventifs. Les moyens électroniques disponibles ont été adaptés aux avions qui sont devenus radiocommandés. L'évolution des techniques a continué son œuvre. La miniaturisation des équipements de radiocommande, les progrès de la propulsion électrique, le développement de batteries plus légères pour une capacité plus importante (destinées aux téléphones ou ordinateurs portables) ainsi que l'adaptation de matériaux tel que le polystyrène expansé ont permis de fabriquer des modèles mieux adaptés au vol d'intérieur.

Les modèles sont à nouveau rentrés dans les gymnases, mais radiocommandés cette fois: le vol d'intérieur retrouvait ses lettres de noblesse.



Désormais il est possible de débiter l'aéro-modélisme radio-commandé par le vol d'intérieur (vol indoor). Les modèles sont devenus simples à assembler. Ils ne craignent plus, les mauvais traitements infligés par les débutants. Les nouveaux matériaux répondent aux envies créatrices des modélistes chevronnés. Certains clubs ont même développé des modèles en polypropylène capables de supporter les pires tortures.

La modernisation de cette discipline permet un nouveau développement de l'aéro-modélisme en rétablissant sa place au cœur des villes.



## CONSTITUTION D'UN MODEL REDUIT

Un modèle réduit répond à des critères très variés qui dépendent de la destination du modèle. Dans tous les cas, les deux exigences communes toujours prises en compte sont la sécurité et la qualité de vol. La cellule, la motorisation, les organes de commande constituent les principaux sous ensembles d'un modèle.

### LA CELLULE

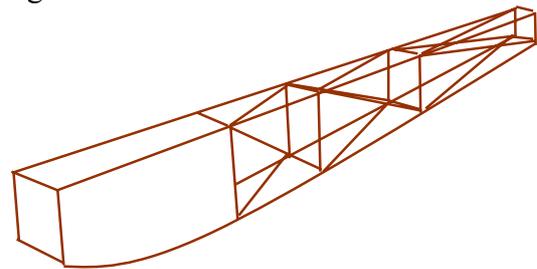
La cellule est composée d'un fuselage, d'une voilure et d'un empennage. Dans le cas particulier des ailes volantes, la voilure tient lieu d'empennage horizontal et souvent de fuselage.

#### Le fuselage

Le fuselage est une poutre qui peut être constituée d'une simple baguette de balsa, ou d'un assemblage aux formes plus ou moins élaborées, répondant aux nécessités liées à l'utilisation du modèle. Par exemple, pour un avion de début, le nom, un peu péjoratif, de « fuselage caisse » fait bien apparaître que la simplicité de construction et la robustesse dictent leurs lois. Dans tous les cas, le fuselage assure la liaison entre la voilure et l'empennage, permet le logement des commandes (radio commande, palonnier de transmission, minuterie...) et supporte, habituellement, les éventuels trains d'atterrissage et moteur.

Le fuselage peut être de différents types :

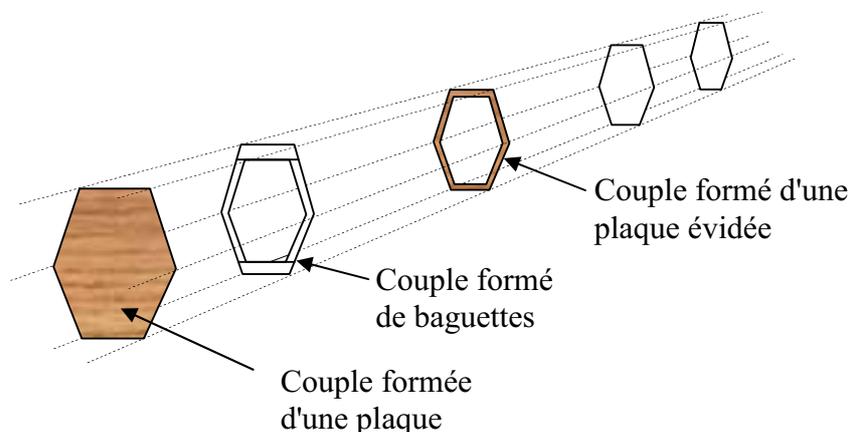
- Fuselage poutre »
- Fuselage en treillis
- Fuselage « monocoque »
- Fuselage moulé



Mise à part la baguette de bois mise en forme par ponçage, le fuselage comporte, en nombre plus ou moins important, les constituants suivants.

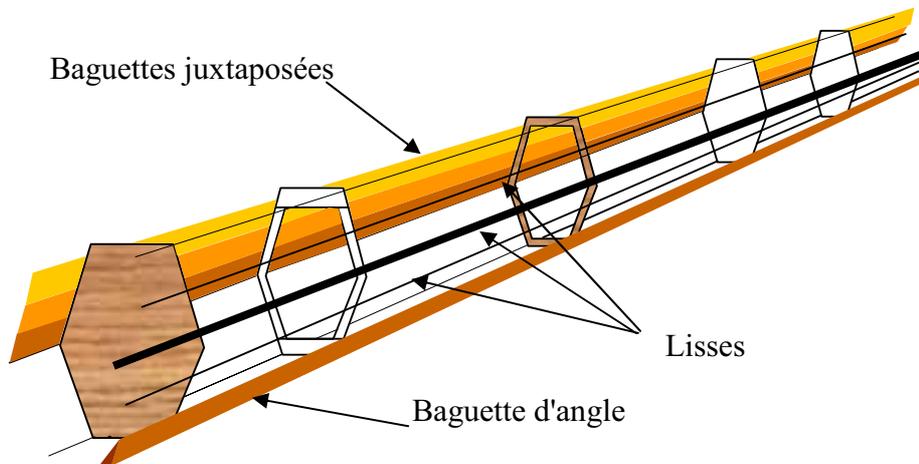
#### Des couples

En bois tendre ou en bois dur, formés d'une plaque ou d'un assemblage de plusieurs pièces. Selon la technologie utilisée pour la construction du modèle, ils donnent la forme générale et le volume du fuselage, ils renforcent et répartissent localement les efforts (écrasement à l'emplanture de l'aile, support de train d'atterrissage ou de moteur ...).



Des lisses

Les lisses assurent le lien entre les couples. Sur les fuselages « monocoque », elles peuvent être remplacées par le revêtement.

Le revêtement

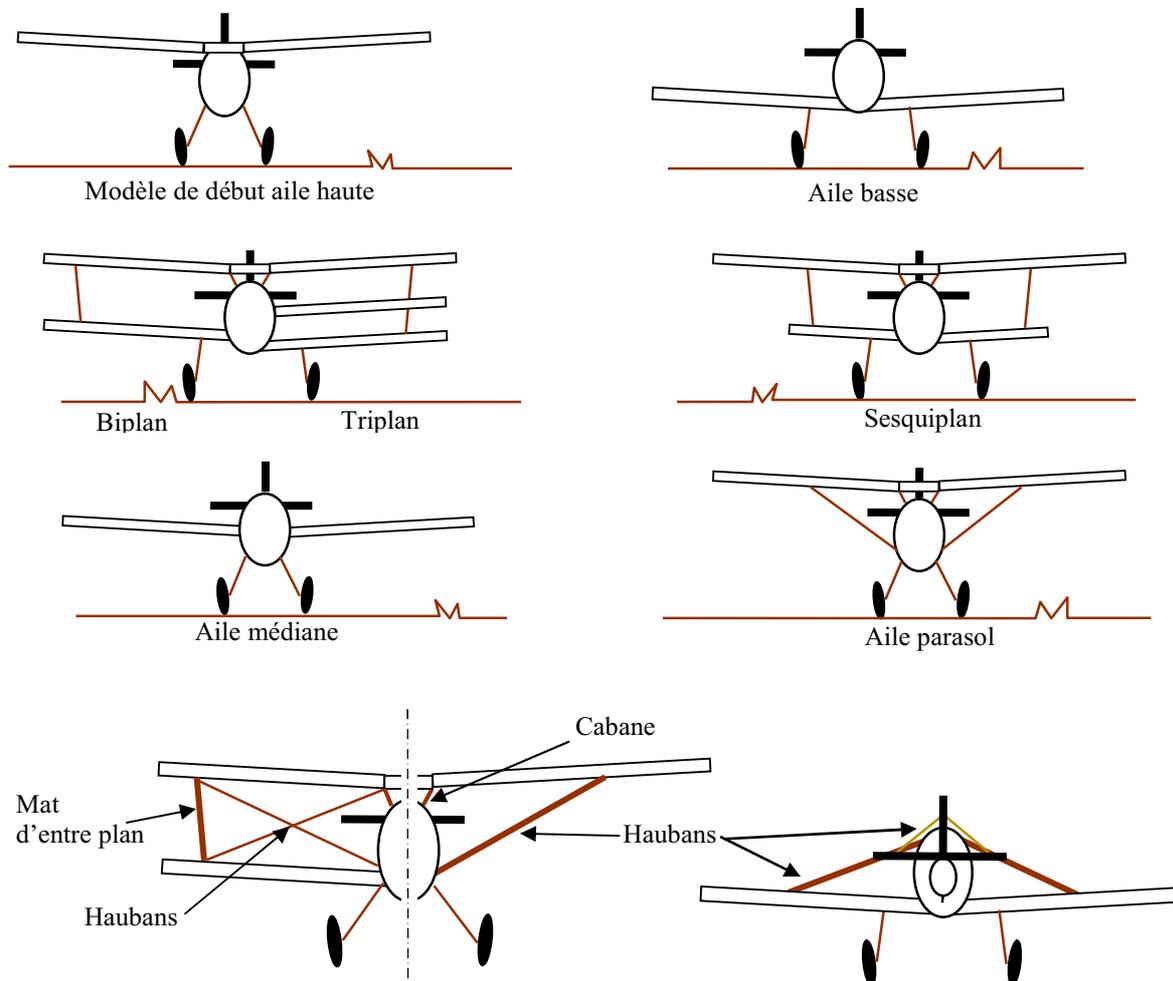
Le revêtement est généralement la seule partie visible, celle qui donne l'aspect du modèle. Mais son rôle est plus ou moins important selon le type de construction de fuselage. Sur les fuselages en treillis ou l'essentiel des efforts est pris en compte par la structure elle-même, son rôle sera modéré. Dans ce cas le revêtement est constitué d'un tissu ou d'un papier enduit puis peint ou d'un film thermo rétractable teinté. Cette dernière solution est plus jolie et plus simple à mettre en œuvre mais aussi moins solide. Dans le cas d'une peinture, il est souhaitable d'utiliser un aérosol ou un pistolet afin de limiter le poids de produit appliqué. Le revêtement peut être destiné à supporter la grande majorité des contraintes qui s'appliquent sur le fuselage, il est alors appelé revêtement travaillant. Il est constitué de planchettes de bois comme sur les avions de début, de tissus stratifiés comme sur les planeurs en matériaux composites ou de lattes juxtaposées comme sur certaines maquettes dont le fuselage est monocoque .

## La voilure

Un modèle de début ne comporte en général qu'une aile (monoplan) posée sur le fuselage. Sur des modèles plus élaborés, l'aile peut être à mi fuselage (aile médiane) ou le fuselage peut être posé sur l'aile (aile basse). L'aile de certains modèles est posée sur un support au dessus du fuselage (aile parasol), d'autres sont équipés de deux ou trois ailes (biplans, triplans). Le nombre d'ailes n'est pas limité. Il existe certains biplans dont une aile (généralement l'aile inférieure) a une surface moitié moindre que l'autre (sesquiplan).

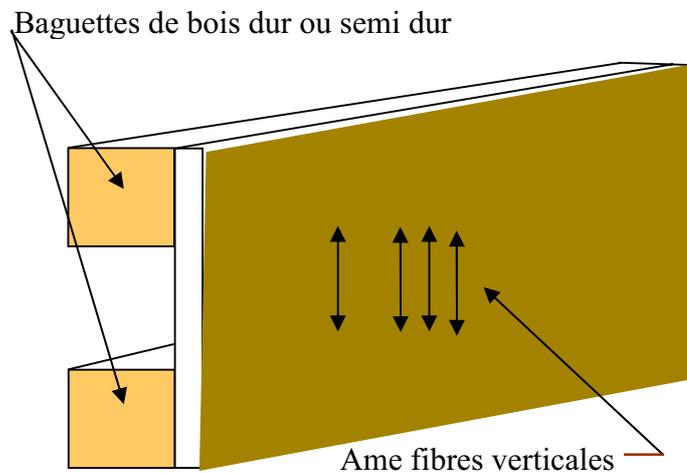
L'aile d'un modèle réduit est bien souvent surdimensionnée et ne nécessite pas de renforts extérieurs (haubans) pour soutenir les efforts du vol, l'aile est dite cantilever. Sur les avions dits "trois axes", la voilure comporte deux ailerons destinés à faire évoluer le modèle autour de son axe longitudinal (axe de roulis). La voilure est l'élément essentiel pour le vol du modèle. Sa forme en plan, son envergure et son profil sont déterminants.

La voilure peut être constituée d'un assemblage, être découpée dans un bloc ou être moulée. Dans tous les cas un, au moins, des constituants suivants est présent:



### Le longeron

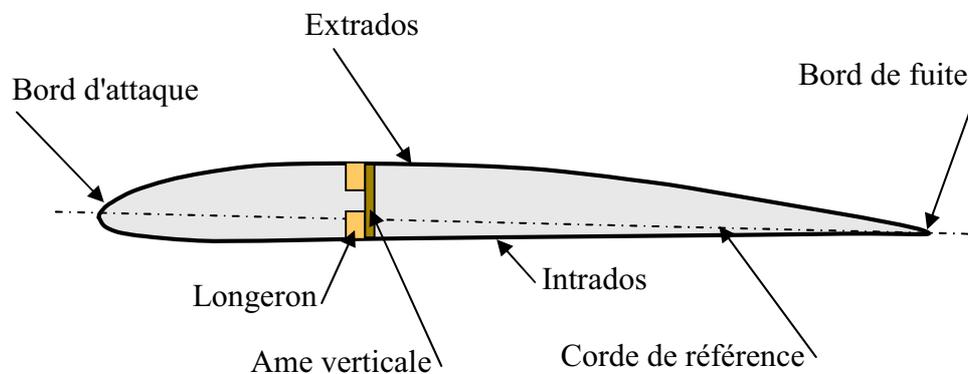
Véritable colonne vertébrale, il supporte la plus grande partie des efforts. Il est couramment constitué de plusieurs baguettes qui peuvent être réunies par une âme à fibres verticales, d'une planchette, d'un tube ou d'éléments stratifiés.



### Les nervures

Se sont les nervures qui donnent la forme en coupe à l'aile. Cette forme vue de profil détermine l'écoulement aérodynamique qui assure les caractéristiques de la voilure. La découpe des nervures doit donc être la plus fidèle possible au modèle qui a servi à l'étude en soufflerie.

Les nervures sont collées à intervalles réguliers sur les longerons ou bien ne servent que de renforts à l'emplanture aux bords marginaux et aux emplacements des ailerons.

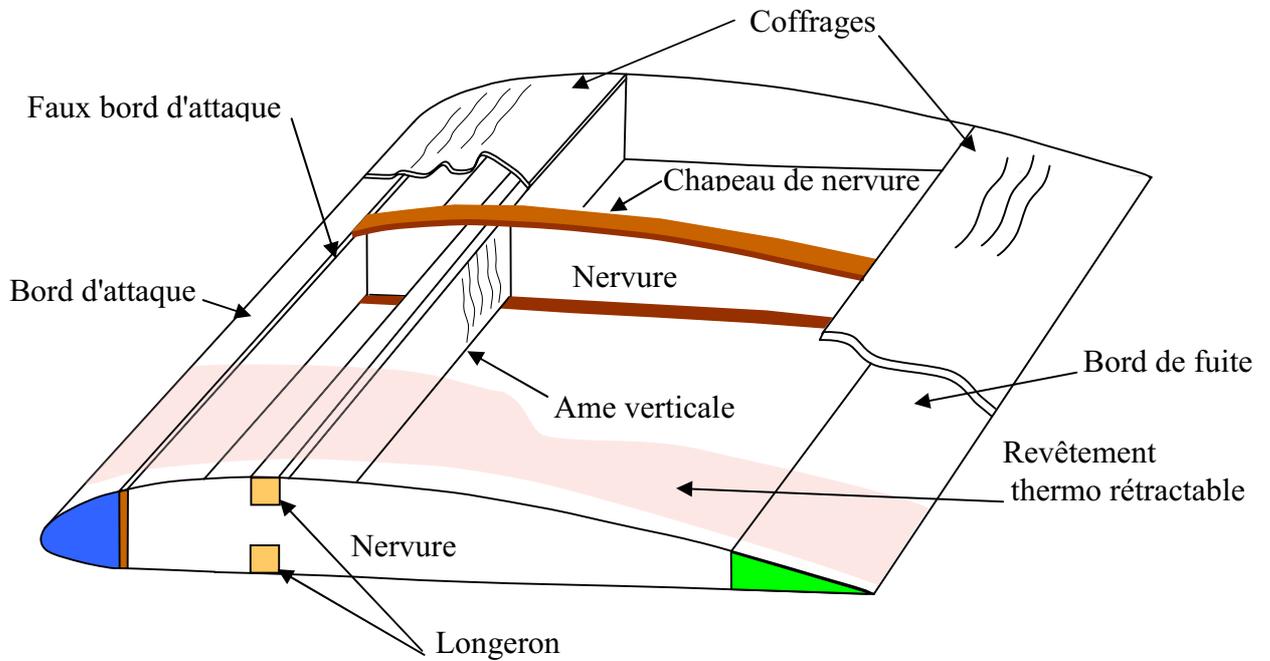


### Le bord d'attaque et le bord de fuite

Comme son nom l'indique, le bord d'attaque se situe à l'avant de la voilure, tandis que le bord de fuite se situe à l'arrière. Ils sont constitués d'une ou plusieurs baguettes mises en forme ou sont moulés lors de la réalisation de la voilure.

### Le revêtement

Le revêtement remplit, sur la voilure, les mêmes fonctions que sur le fuselage. Il varie donc selon le type de construction. Il est constitué d'un coffrage total ou partiel en planchette de bois tendre ou semi-dur, puis il est entoilé à l'aide de soie, de tissu, de papier kraft ou de revêtement thermo-rétractable. Il peut également être réalisé en tissus stratifiés. Une peinture assure, si nécessaire, la finition de l'ensemble.



## L'empennage

L'empennage, composé d'un plan horizontal et d'un plan vertical, est destiné à maintenir un équilibre aérodynamique sur le modèle réduit. C'est pour cette raison que, sur les ailes volantes, l'empennage horizontal n'existe pas; le profil auto-stable utilisé se suffit à lui-même. Les plans d'empennage sont assimilables à la voilure. Dans la très grande majorité des cas, ils sont constitués d'une simple planchette mise en forme ou d'un treillis de baquette sans profil particulier. Si les performances aérodynamiques ou l'aspect final du modèle ont une importance, l'empennage utilise alors un profil adapté.

L'empennage est généralement situé à l'arrière du modèle. Sa forme détermine le nom qui lui est couramment donné: empennage cruciforme, empennage en T ou empennage en V (empennage papillon).

On trouve parfois le plan horizontal à l'avant, ils est alors appelés plan ou empennage "canard".

Chacun de ces dispositifs possède des avantages : par exemple, l'empennage en T est dégagé du sol et des turbulences aérodynamiques de l'aile. Le plan canard permet de faire participer l'empennage horizontal à la portance générale de l'avion tout en limitant les effets du décrochage



Empennages cruciforme



Empennage en V ou empennages Papillon



Empennage cruciforme en T

## Les atterrisseurs

Les atterrisseurs permettent au modèle de reposer sur le sol. Ils garantissent une protection du fond de fuselage, assurent une garde au sol suffisante pour ne pas détériorer l'hélice et permettent le guidage au roulage.

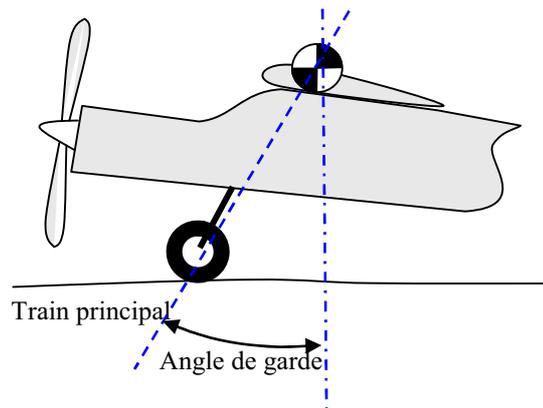
Sur des modèles plus complexes que les avions de début, les trains peuvent être rétractables électriquement ou pneumatiquement.

### Quelques termes

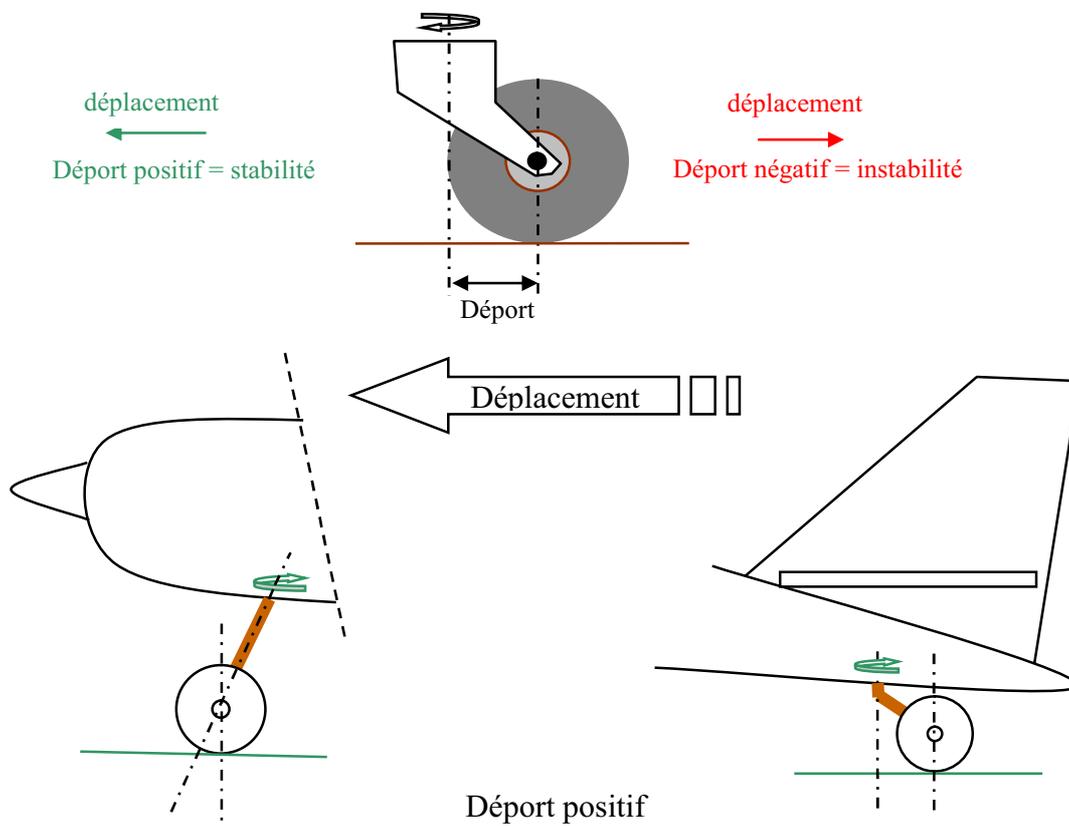
- La voie : distance entre les deux trains principaux.

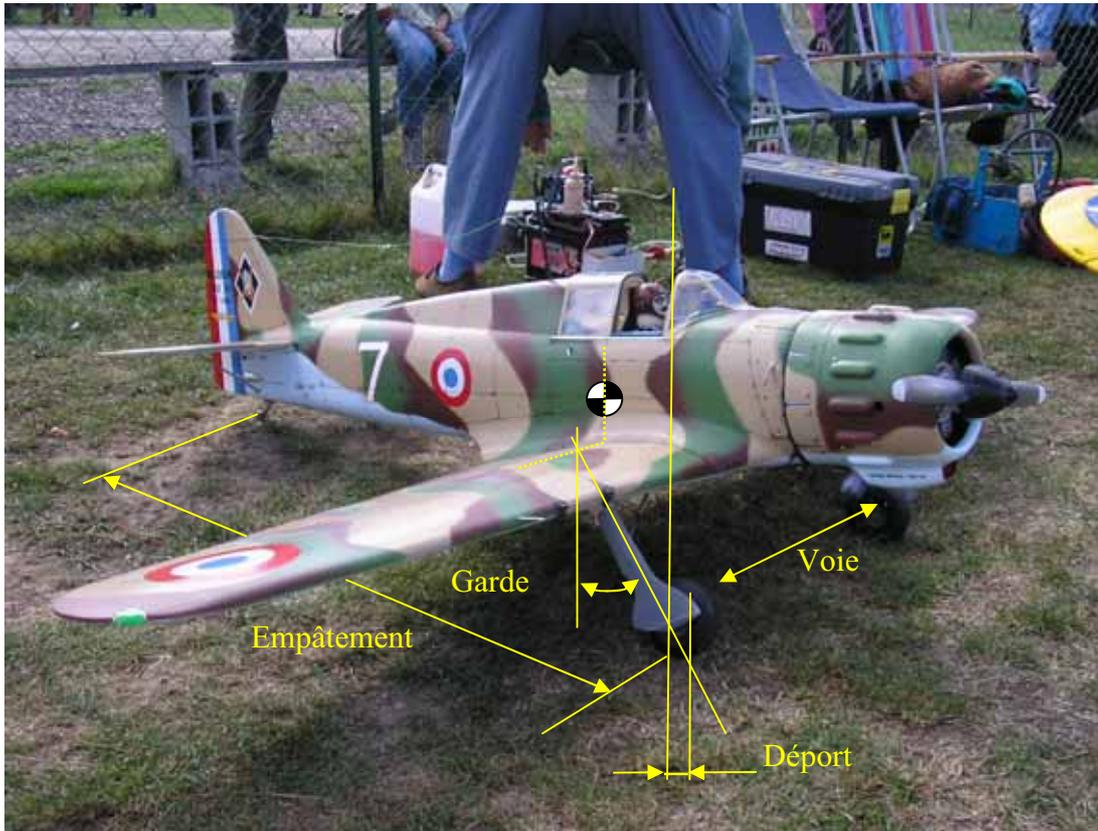
- L'empâtement : distance entre les trains principaux et le train avant ou la roulette de queue.

- L'angle de garde : angle dont le sommet est au centre de gravité, formé par la projection au sol du centre de gravité et le contact au sol des roues des trains principaux,



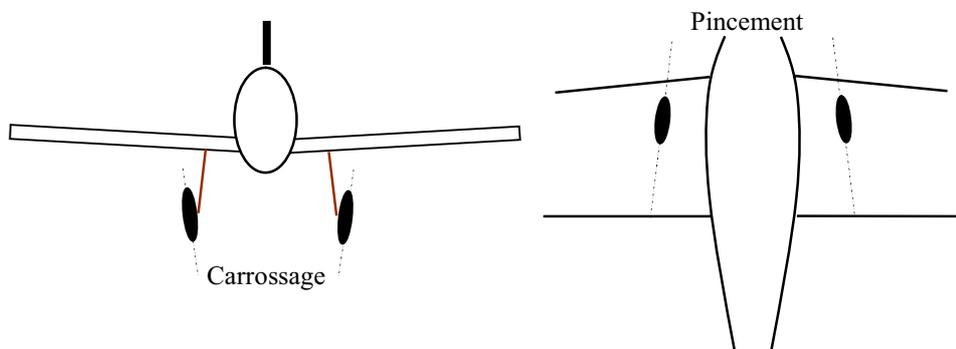
- Déport : distance entre la projection de l'axe de rotation du train et le point de contact de la roue au sol.





La stabilité au roulage

Un angle de carrossage et un angle de pincement améliorent la stabilité au roulage d'un modèle à train classique.

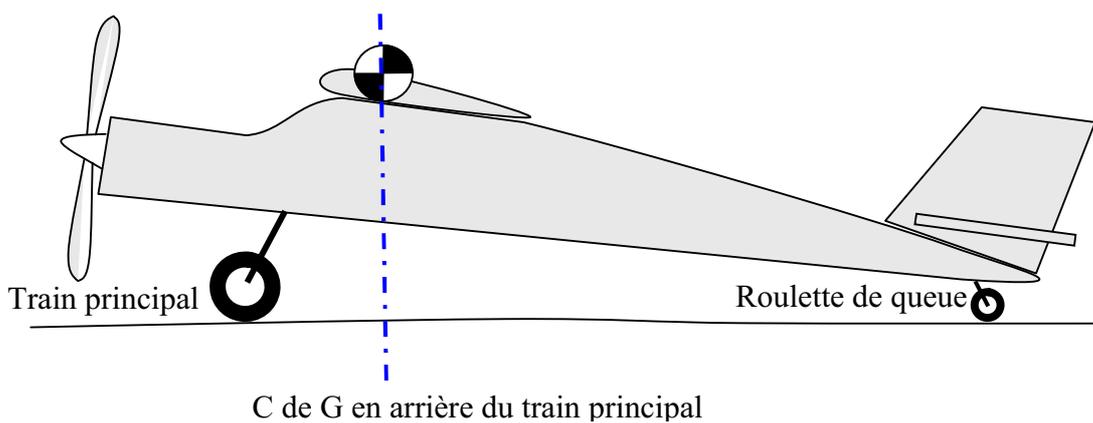


Trois principaux types d'atterrisseurs se rencontrent sur les modèles.

Le train classique

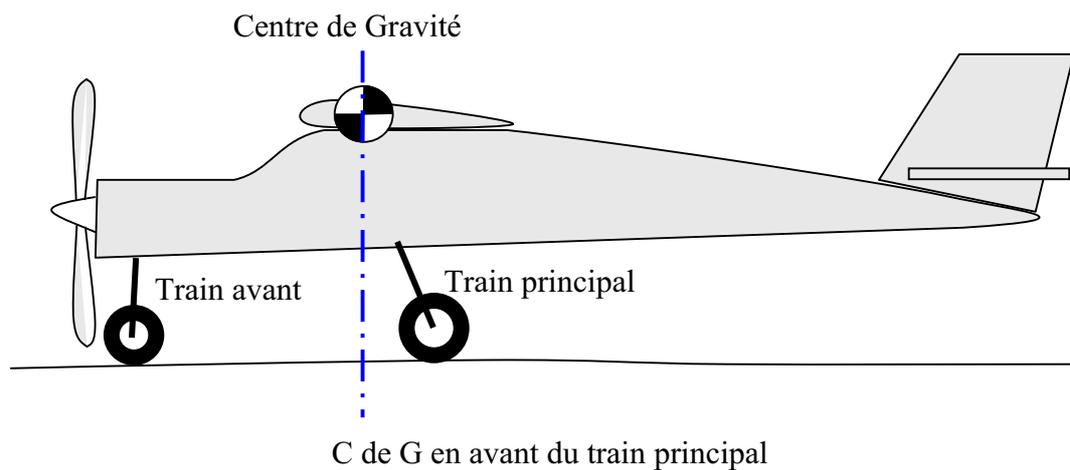
Il est composé de 2 trains principaux situés en avant du centre de gravité et d'une roulette de queue ou d'un patin.

Il est simple à réaliser mais, par vent de travers, l'effet girouette rend le modèle plus délicat à manœuvrer (cheval de bois). Le modèle peut facilement se retourner par l'avant (mise en pylône).



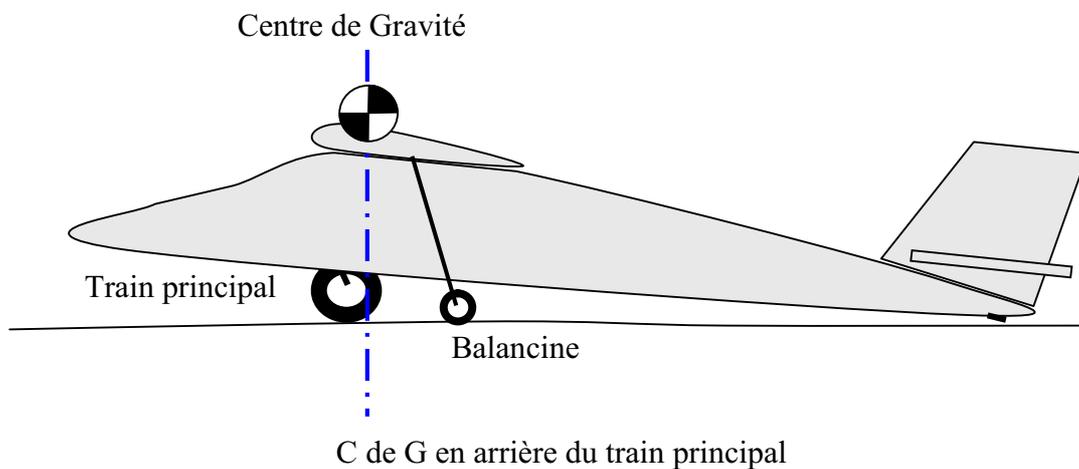
### Le train tricycle

Il est composé de 2 trains principaux situés en arrière du centre de gravité et d'un train avant. Plus délicat à réaliser dans le cas du montage d'un dispositif d'orientation du train avant, il permet une bonne protection de l'hélice et une meilleure stabilité de l'avion lors de l'atterrissage et du roulage au sol par vent de travers. Il protège le modèle contre une mise en pylône.



### Le train monotrace

Il est composé d'une ou plusieurs roues situées dans l'axe du fuselage, et parfois de balancines évitant au modèle de basculer sur une aile. On trouve ce type de train surtout sur les planeurs.



## LA PROPULSION

La propulsion peut être constituée d'un moteur thermique, d'un moteur électrique en prise directe ou d'un moteur électrique muni d'un réducteur (laissons de côté les turbo-réacteurs ou turbo-propulseurs qui ne concernent pas les avions de début). Ces moteurs entraînent une hélice ou une turbine. Selon le type de modèle, la propulsion est montée à l'avant ou l'arrière du fuselage, au dessus, au dessous, au bord d'attaque ou au bord de fuite de la voilure.



### Moteurs thermique

Les moteurs thermiques utilisés sur les modèles réduits fonctionnent selon le même principe que ceux utilisés sur les véhicules terrestres à moteur. Ce seront donc des 2 ou 4 temps, d'une cylindrée adaptée à la taille du modèle réduit et utilisant un carburant à base de méthanol ou d'essence. Un dispositif réduisant leur bruit d'échappement, ainsi qu'une bonne adaptation des dimensions de l'hélice sont indispensables afin de réduire les nuisances sonores et ainsi préserver l'activité des terrains d'aéromodélisme.



### Moteurs électriques

Les moteurs électriques utilisés sur les modèles réduits sont des moteurs à courant continu ou des moteurs à courant triphasé.

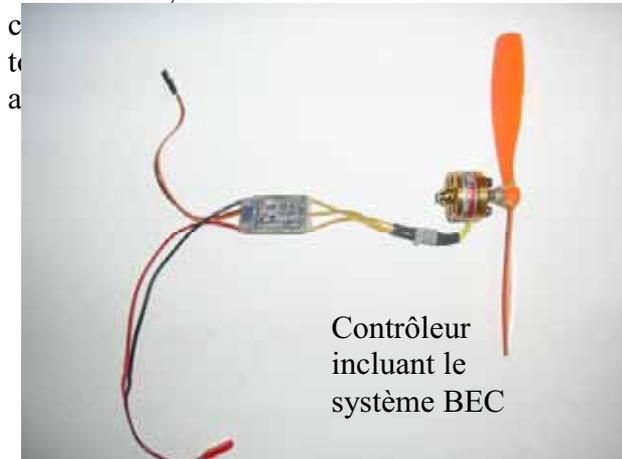
Les moteurs à courant continu pourraient, en principe, être commandés par un interrupteur mécanique ou électronique, mais cette solution n'offre qu'une possibilité de fonctionnement tout ou rien qui ne satisfait pas totalement leur utilisation sur un modèle. De plus, si un réducteur est utilisé, le manque de progressivité au démarrage détériore rapidement le dispositif de réduction. Un variateur commandé par la radio commande est mieux adapté. Il permet, en gérant la puissance utile proportionnellement aux besoins du modèle, de gagner en autonomie et en confort de pilotage. Ce dispositif offre plus de sécurité et permet d'alimenter le moteur et la radio avec la même batterie d'accumulateurs.



Moteur électrique équipé d'un

Les moteurs à courant triphasé, couramment nommés "brushless", présentent l'avantage de ne pas posséder de charbon. Deux types de moteurs sont utilisés: les moteurs à cage fixe et les moteurs à cage tournante. Ces moteurs ont un couple plus faible au démarrage, mais ils permettent d'entraîner de plus grandes hélices sans réducteur.

Ces moteurs, nécessitent absolument un



Contrôleur  
incluant le  
système BEC



de sécurité.

## La batterie d'accumulateurs

Les accumulateurs, assemblés en batterie, constituent une réserve d'énergie. Leur nombre et leur capacité déterminent la puissance et l'autonomie disponibles.

Actuellement 3 types d'accumulateurs sont utilisés:

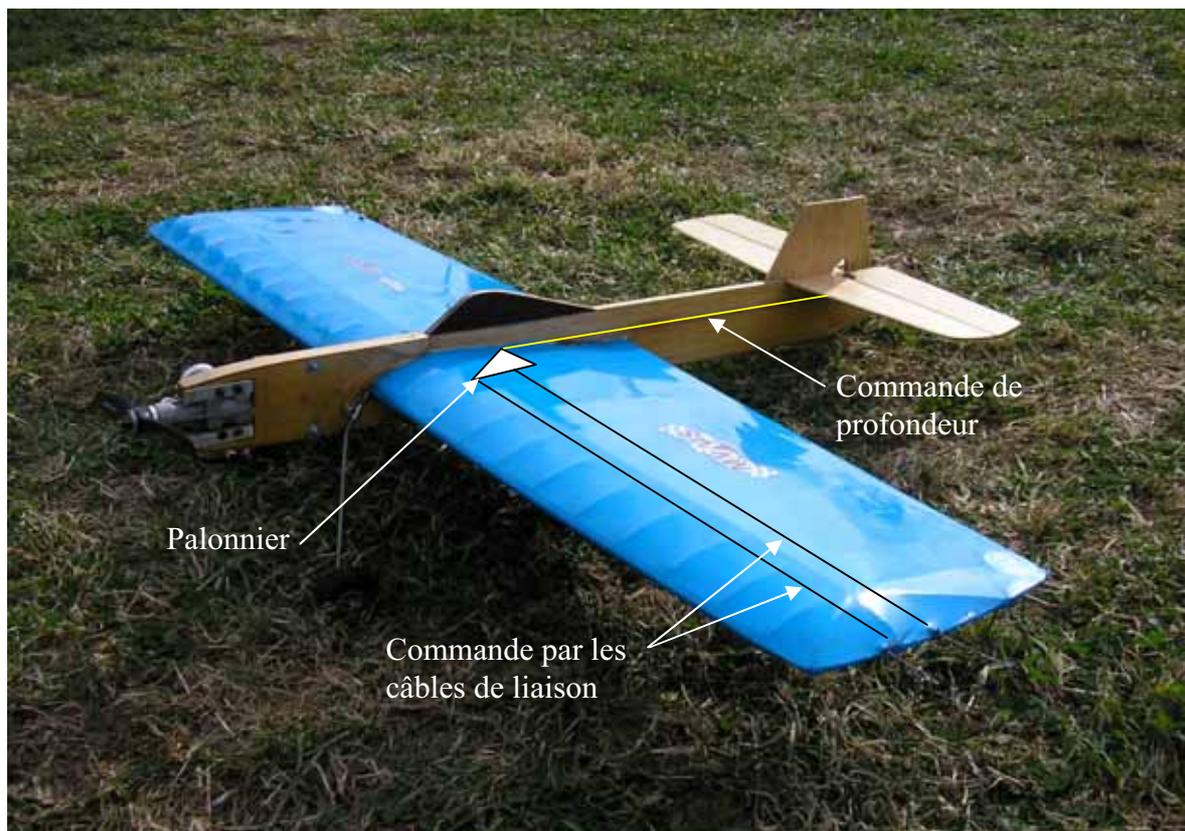
- Les accumulateurs Ni-Cd,
- Les accumulateurs Ni-Mh,
- Les accumulateurs Li-Poli

## LES ORGANES DE COMMANDE

Les organes de commandes sont différents selon le type de modèle.

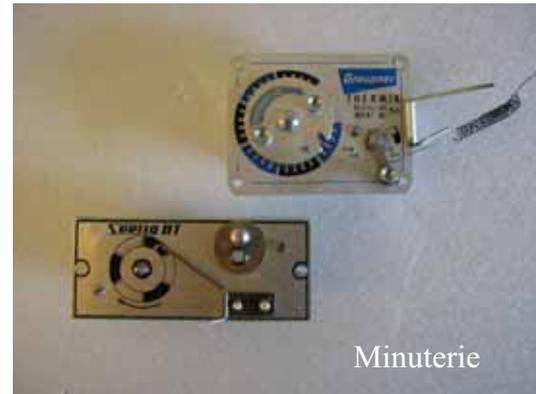
### Modèle de Vol Circulaire Commandé (VCC)

Sur ces modèles, la trajectoire est exclusivement commandée dans le plan vertical. La gouverne de profondeur est actionnée par un palonnier au centre de l'avion.



## Modèle de vol libre

Paradoxalement un modèle de vol libre peut renfermer un dispositif autonome de commande (minuterie, mèche...). Celui-ci est utilisé pour gérer la trajectoire : mise en virage ou mise en descente afin de ne pas le perdre dans les ascendances (déthermaliseur)... Certains modèles sont équipés d'un dispositif de guidage utilisant le magnétisme terrestre.



## Modèle radio commandé

Ces modèles évoluent dans tous les plans, leurs gouvernes sont actionnées par de petits servomoteurs, eux-mêmes commandés par un récepteur de radio. Le récepteur de radio reçoit ses ordres d'un émetteur manipulé par le pilote.

### Précautions indispensables

Cet ensemble doit être homologué et émettre sur une fréquence autorisée. De plus, afin de ne pas se brouiller réciproquement, deux émetteurs ne doivent pas émettre ensemble sur la même fréquence, et l'écart entre les fréquences de deux émetteurs ne doit pas être trop faible. L'émission simultanée de trois émetteurs peut provoquer une combinaison qui perturbe l'un d'eux.



QUESTIONS CATIA

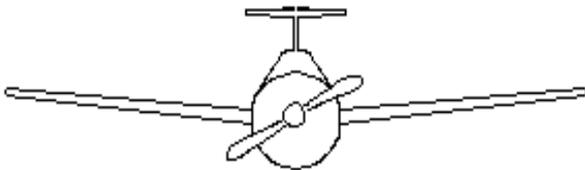
La roulette de nez d'un train d'atterrissage tricycle :

- a/ assure le freinage au sol
- b/ facilite la conduite au sol
- c/ ne sert qu'à l'atterrissage dit « trois points »
- d/ ne sert qu'à protéger l'hélice

Dans une aile, les efforts de flexion sont encaissés principalement par :

- a) La poutre longitudinale
- b) le longeron d'aile
- c) les nervures
- d) les traverses

Quelle est la description correcte pour l'avion représenté ?



- a) aile basse à dièdre positif et empennage papillon
- b) aile médiane à dièdre positif et dérive surélevée
- c) aile basse à flèche positive et empennage cruciforme

Dans une structure de fuselage dite "caisson" les couples (ou cadres) :

- a) sont les systèmes d'accouplement rapide entre ailes et fuselage
- b) donnent la forme de la section du fuselage et encaissent certains efforts
- c) sont des lisses accouplées par deux afin de supporter, sans déformation, les efforts longitudinaux du fuselage
- d) aucune des affirmations ci-dessus n'est exacte

Un train d'atterrissage dit "classique" comprend :

- a) deux atterrisseurs principaux et une roulette de queue
- b) deux atterrisseurs principaux et une roulette de nez
- c) deux atterrisseurs principaux, une roulette de nez non orientable
- d) un atterrisseur principal et deux balancines

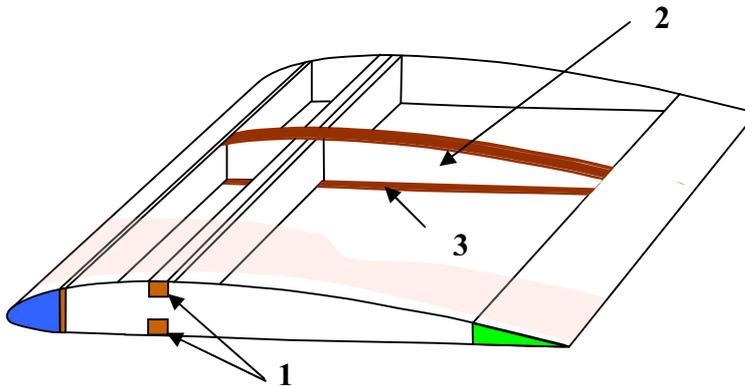
L'angle de garde d'un train d'atterrissage :

- a) assure la stabilité au roulage
- b) évite la mise en pylône d'un modèle à train tricycle
- c) s'appelle également angle de déport
- d) est un angle dont le sommet est le centre de gravité de l'avion

Qu'est-ce que la cellule d'un avion :

- a) la partie du fuselage où se trouvent le matériel radio et le réservoir
- b) le fuselage
- c) tout l'avion sauf les équipements et propulseurs
- d) les parties mécaniques de l'avion

La structure : identifier les éléments 1, 2 et 3



- a) 1 = nervure    2 = couple    3 = fausse nervure
- b) 1 = longeron    2 = nervure    3 = chapeau de nervure
- c) 1 = poutre    2 = traverse    3 = semelle
- d) 1 = couple    2 = entretoise    3 = revêtement

Par rapport au train d'atterrissage classique, le train d'atterrissage tricyle a pour avantage :

- a) de mieux protéger l'hélice
- b) une traînée plus faible en vol
- c) une meilleure stabilité au roulage
- d) les propositions a et c sont exactes

Dans une aile d'avion, les efforts principaux de flexion sont encaissés par :

- a) la poutre longitudinale
- b) le longeron d'aile
- c) les nervures
- d) les couples transversaux

Le terme "moto-planeur" est réservé exclusivement:

- a) aux planeurs possédant un moteur thermique
- b) aux planeurs possédant un moteur électrique
- c) aux planeurs possédant un dispositif embarqué de mise en altitude
- d) aux planeurs possédant une hélice repliable

Le vol libre est une discipline dans laquelle:

- a) chaque modéliste fait ce qu'il veut
- b) le modèle ne possède aucun dispositif de guidage à distance
- c) l'hélice du modèle est entraînée par un écheveau de caoutchouc
- d) seuls les avions sont admis

Sur un modèle de vol circulaire, les 2 câbles commandent:

- a) la gouverne de direction pour assurer la tension des câbles au moyen de la force centripète
- b) la gouverne de gauchissement pour assurer la tension des câbles au moyen de la force centrifuge
- c) la gouverne de profondeur
- d) le carburateur

Pour le choix d'un modèle d'apprentissage, le débutant doit être orienté en priorité vers

- a) un modèle ayant de bonnes qualités aérodynamiques telle qu'une reproduction de "war bird"
- b) un modèle de voltige car il pardonne plus facilement les erreurs grâce à sa maniabilité
- c) un avion sans ressemblance particulière mais d'une grande stabilité et répondant avec précision aux ordres
- d) un bimoteur électrique car il n'y aura pas de problème de panne

Les fibres de l'âme collée entre les deux longerons d'aile doivent être:

- a) horizontales
- b) verticales
- c) à 45°
- d) indifféremment en long ou en travers

L'intérêt du moteur « brushless » à cage tournante est :

- a) d'entraîner des hélices de plus grand diamètre sans réducteur
- b) d'entraîner des hélices de plus petit diamètre sans passer en survitesse
- c) d'être mieux adaptés à l'emploi d'un réducteur
- d) d'être mieux adaptés à l'emploi d'hélices en bois

Le revêtement qui renforce le mieux une structure travaillante est :

- a) Le tissu de verre
- b) l'entoilage plastique
- c) le papier japon

Sur un avion à train d'atterrissage tricycle, le train principal doit se situer:

- a) en avant du centre de gravité de l'appareil
- b) au même niveau que le centre de gravité de l'appareil
- c) légèrement en arrière du centre de gravité de l'appareil
- d) au niveau du bord de fuite de l'aile

Si un modèle à train classique est instable au roulage à basse vitesse:

- a) La dérive n'est pas callée dans l'axe du fuselage
- b) Les roues du train principal manquent de pincement
- c) Le carburateur est réglé trop riche
- d) Le stabilisateur n'est pas parallèle à l'aile

Lorsqu'un avion de vol libre est équipé d'une minuterie, cette dernière permet

- a) de gérer la trajectoire (temps de montée, virage, déthermalisation...)
- b) de limiter le temps de fonctionnement de la radio à la phase de montée
- c) de permettre à tous les concurrents d'avoir le même temps d'attente avant le lancé

Un empennage en T à l'avantage sur un empennage classique:

- a) d'être plus robuste
- b) d'être plus porteur
- c) de ne pas être perturbé par le flux d'air de l'aile (déflexion)
- d) d'être plus lourd

LISTE DES MISES A JOUR

Date:

07/07/08

Addition de chapitre ou schémas

Page: 12, 16

Réalisation C Dupré deuxième semestre 2004; mise à jour juillet 2008; édité par la FFAM.  
Reproduction, même partielle interdite sans autorisation du rédacteur.