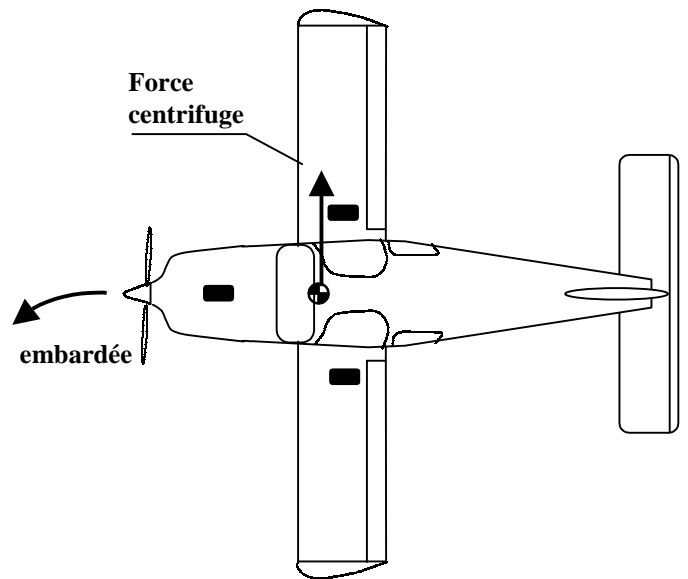
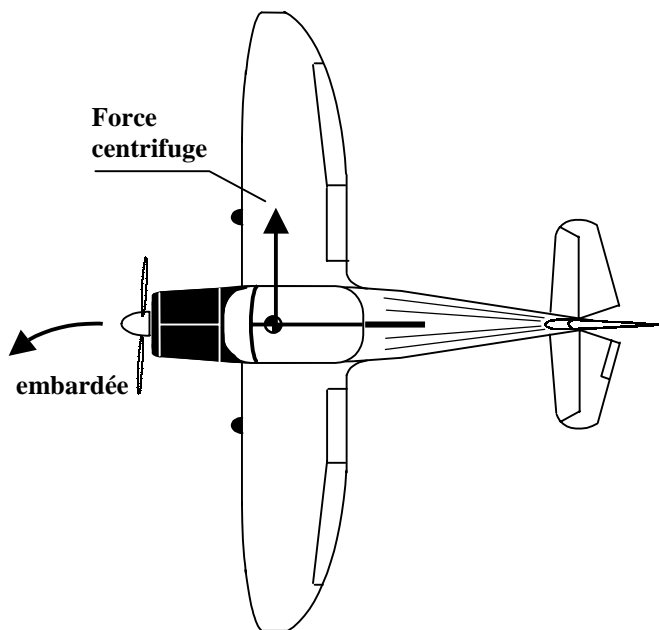
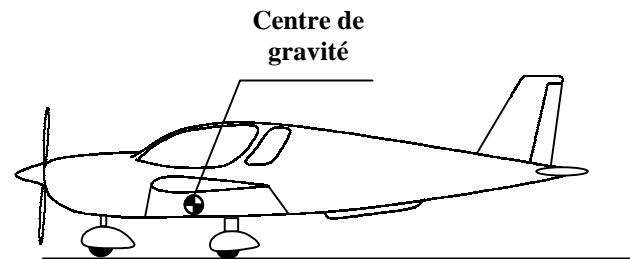
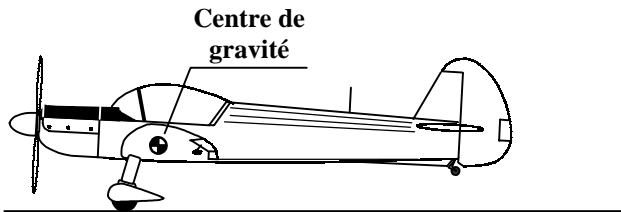


COURS DE DIFFERENCE A LA VARIANTE TW



AVIONS EQUIPES D'UN TRAIN CLASSIQUE

I Train classique et train tricycle



Une des différences entre train classique et train tricycle réside dans la **position du centre de gravité par rapport au roues.**

- Pour le classique, ce dernier se trouve derrière les roues du train principal qui supporte l'essentiel du poids de l'avion. A chaque changement de direction, la force centrifuge qui s'applique sur le centre de gravité a tendance à amplifier le mouvement. Une correction faible ou tardive peut amener au tête à queue complet mieux connu sous le nom de « cheval de bois ». L'instabilité augmente dès que l'avion se retrouve uniquement sur son train principal.

- Pour le tricycle, le centre de gravité se trouve devant les roues du train principal et le poids de l'avion est réparti plus équitablement sur les 3 roues. A chaque changement de direction, la force centrifuge qui s'applique sur le centre de gravité a tendance à s'opposer au mouvement. De plus la roue avant généralement directrice facilite la conduite au sol.

On peut donc retenir qu'au sol un train classique a une tendance à l'instabilité (le CG veut passer devant), alors que le train tricycle affiche une certaine stabilité.

II Effets des différents perturbateurs d'équilibre

Indépendamment du pilote les perturbateurs sont :

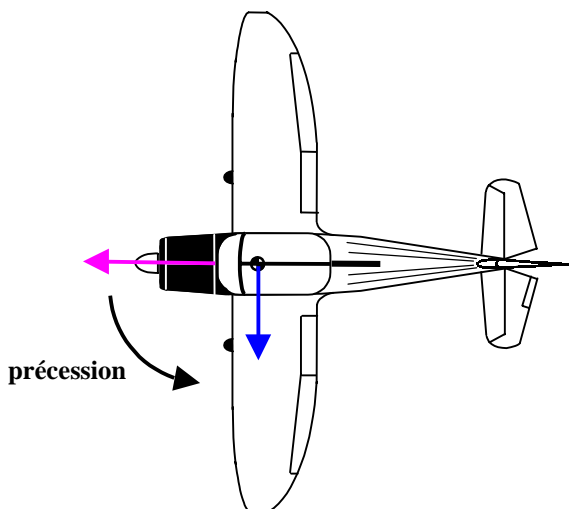
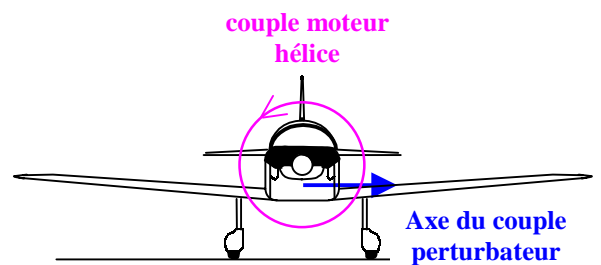
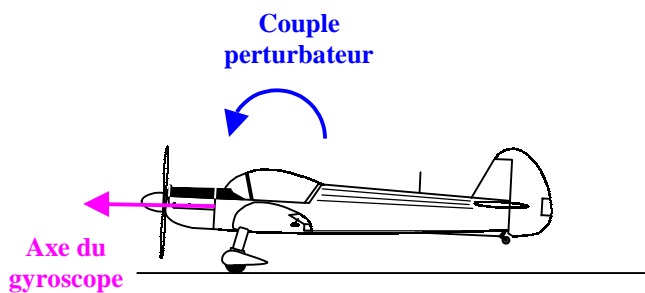
- le moteur avec son hélice
- le vent atmosphérique

1) Les effets moteur

a) Le couple gyroscopique

L'hélice et le moteur agissent comme un gros gyroscope dont l'une des propriétés est la précession. C'est une tendance du gyroscope à aligner son axe de rotation sur l'axe du couple perturbateur qui s'exerce sur lui.

Pour notre train classique lors de la mise en ligne de vol avec moteur tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, cela va se traduire par une tendance à embarquer vers la gauche.



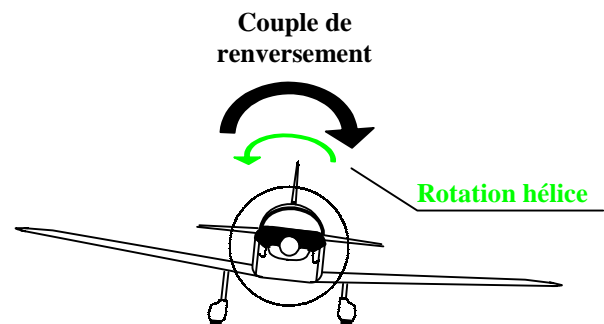
Cette précession sera proportionnelle à la puissance du moteur et à la rapidité avec laquelle on mettra l'avion en ligne de vol.

b) Le couple de renversement

Par réaction à la rotation du groupe motopropulseur, apparaît un couple antagoniste qui tend à provoquer une rotation de l'ensemble de l'avion dans le sens inverse de celui de la rotation de l'hélice.

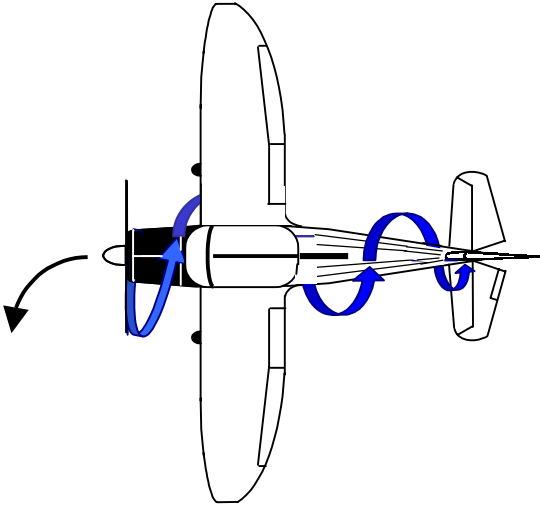
Ce couple appelé couple de renversement est d'autant plus important que la puissance est grande et la vitesse faible. Il se fait sentir par exemple au décollage, il est compensé par construction, en général pour le régime de croisière.

Nos avions étant faiblement motorisés l'effet de ce couple est peu sensible.



c) Le souffle hélicoïdal

Le courant d'air, généré par l'hélice, et qui baigne l'avion, est animé d'un mouvement hélicoïdal. Il en résulte une augmentation de la pression sur certaines surfaces latérales, notamment la dérive, ce qui perturbe l'équilibre de l'avion.

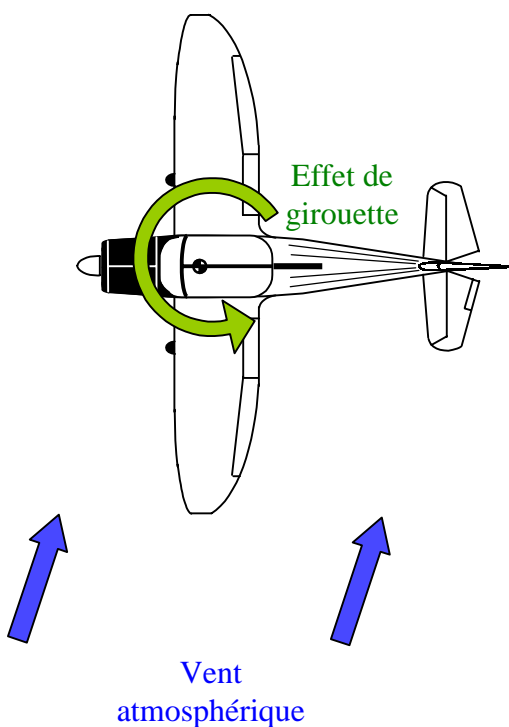


Pour un moteur tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, l'effet du souffle hélicoïdal embarquera l'avion vers la gauche. Cet effet augmente pour une faible vitesse avion avec une puissance maximum.

L'effet du souffle rend aussi plus efficace les gouvernes de profondeur et de direction particulièrement quand l'avion se déplace à faible vitesse. (roulage, décollage, vol lent, etc)

2) Le vent atmosphérique

L'effet du vent atmosphérique se traduit pour l'avion par ce que l'on appelle l'effet de girouette.



Les surfaces latérales sont soumises à l'action du vent atmosphérique. La plus grande partie de ces dernières étant située en arrière du centre de gravité, cet effet tend à faire tourner l'avion autour de son axe de lacet et à le ramener dans l'axe du vent relatif telle une girouette.

III Le roulage

La visibilité vers l'avant avec un train classique est nettement moins bonne qu'avec un tricycle. Aussi avant la mise en route du moteur vérifiez bien que personne ne se trouve à proximité. (n'hésitez pas à crier très fort « personne devant ? » si pas de réponse, démarreur sur on)

Le roulage demande la même attention et vigilance qu'avec un train tricycle tout en étant particulièrement attentif à la **direction d'où vient le vent**. Roulez lentement et avec un peu d'habitude vous anticiperez les réactions de l'avion.

1) Utilisation du moteur :

Les variations brutales de puissance entraînent un effet de souffle hélicoïdal (§II-1) mais elles augmentent l'efficacité des gouvernes de profondeur et de direction. Cela peut être utile quand l'avion peine à virer ou quand l'empennage tend à se soulever.

2) Utilisation des freins :

Lors du premier essai de freinage soyez prudent. Une action trop énergique peut, dans un cas extrême, faire passer l'avion sur le nez. On testera donc avec précaution l'efficacité des freins avant le début du roulage.

Une pression différente sur chaque frein peut être utile pour diriger l'avion, de préférence quand ce dernier est pratiquement arrêté, sous peine d'un brutal tête à queue. Lors du roulage la gouverne de direction est suffisamment efficace pour se diriger. Si la vitesse est bien adaptée les freins ne serviront qu'à immobiliser l'avion.

3) Utilisation des gouvernes :

Les gouvernes doivent leur efficacité à l'existence du vent relatif qui les frappe. Cette efficacité dépendra donc de la direction et de l'intensité de ce vent relatif qui est la résultante du vent atmosphérique, de la vitesse de déplacement de l'avion et du souffle de l'hélice.

4) Roulage et virage avec un vent de secteur avant :

-La direction est la gouverne principale pour se diriger. L'action sur le palonnier doit être franche en utilisant tout le débattement de la commande puis ramenée au neutre afin d'anticiper les inerties de l'avion. **Les pieds doivent constamment exercer une pression égale sur les deux palonniers.**

-La profondeur est maintenue à fond en arrière afin de maintenir la roulette de queue au sol.

-Les ailerons peuvent aider à orienter l'avion grâce à l'effet de traînée.



On peut constater qu'un aileron levé offre une traînée aérodynamique plus faible qu'un aileron baissé. Ceci fait que l'avion aura tendance à embarquer du côté de l'aileron baissé. Sur les avions modernes cet effet est faible pour ne pas dire inexistant à cause des progrès aérodynamiques et au profil d'aile à tendance symétrique.

On pourra donc mettre du gauchissement à l'inverse du virage.

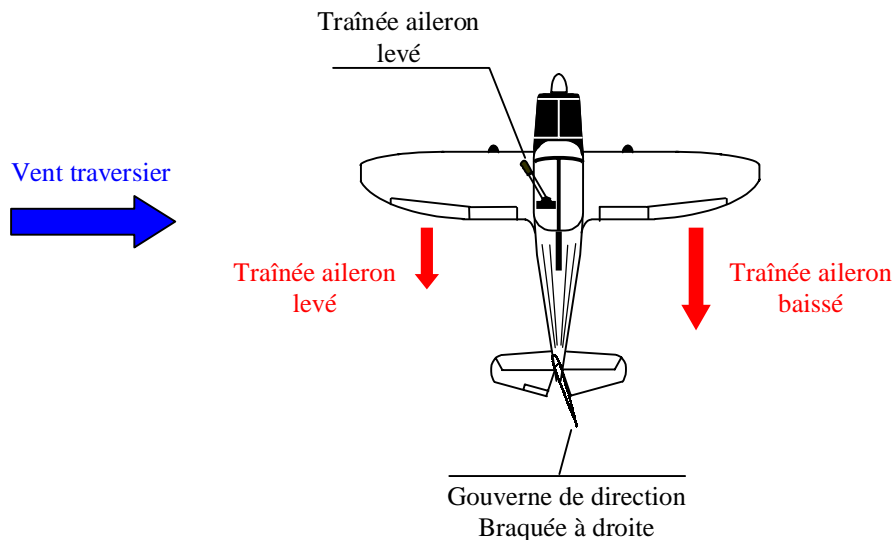
Dans un virage à droite, palonnier à fond à droite et manche à fond à gauche (le palonnier restant et de loin la commande la plus efficace pour se diriger).

5) Roulage avec un vent de travers :

Dès qu'un train classique est soumis à un vent de travers il subit un effet de girouette (§II-2) et a tendance à se mettre face au vent.

La trajectoire au sol de l'avion sera assurée par la gouverne de direction et l'on pourra s'aider avec du manche dans le vent (effet de traînée des ailerons).

La limitation vent de travers est atteinte au roulage quand palonnier à fond du côté opposé au vent et manche à fond dans le vent, l'avion embarque et se met face au vent.



6) Roulage avec du vent arrière :

C'est la configuration la moins favorable. En effet le vent relatif, qui assure l'efficacité des commandes, est fortement atténué (la vitesse du vent atmosphérique se soustrait à celle de l'avion) de plus ces dernières sont soumises à un effet d'inversion. En même temps la vitesse sol de l'appareil tend à augmenter ce dernier étant poussé par le vent.

- La gouverne de direction étant conjuguée avec la roulette de queue son utilisation reste normale.
Virage à droite \Rightarrow pied à droite et inversement.

- La profondeur : son action doit être nuancée. Si le vent atmosphérique a une vitesse inférieure à la somme du vent dû au déplacement de l'avion et du souffle de l'hélice, le manche sera maintenu secteur arrière afin de maintenir la roulette de queue au sol.

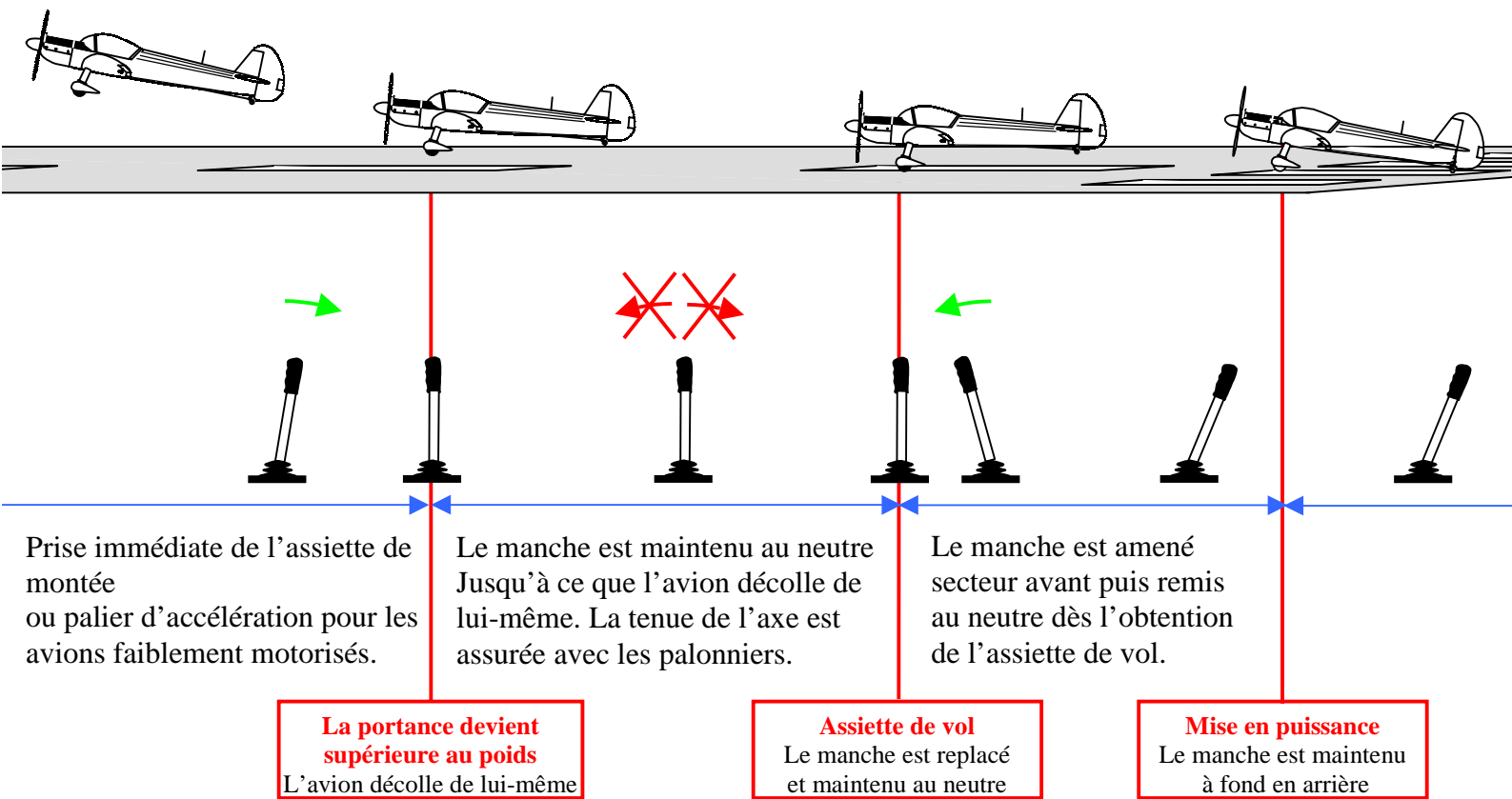
Dans le cas contraire (vent arrière important) la profondeur est soumise à un effet d'inversion. Le manche est amené secteur avant ou au neutre, cela étant fonction de l'appareil et de sa « facilité » à se mettre sur le nez.

- Les ailerons : Leurs effets s'inversent, l'avion s'oriente du côté de l'aileron levé.
Virage à droite \Rightarrow manche à droite et inversement.

On retiendra que, jusqu'à l'immobilisation de l'avion au parking (face au vent de préférence), le roulage est une phase délicate du vol.

Sachant qu'au roulage toutes ces configurations sont rencontrées, en cas de vent fort il peut être judicieux de laisser l'avion au hangar!

IV Le décollage



1) Mise en puissance :

Avion aligné en bout de piste, on affiche progressivement la puissance afin de minimiser l'effet du souffle hélicoïdal. Le manche est maintenu à fond secteur arrière.

La gouverne de direction permet de garder l'axe de piste. La pression des pieds est égale et constante sur chaque palonnier. L'action sur ces derniers est du type **action-neutralisation**. (voir §IV-4)

2) Mise en ligne de vol :

La gouverne de profondeur devenant rapidement efficace on amène le manche vers l'avant afin de mettre l'appareil en ligne de vol sur son train principal (soyez vigilant au moment où la roulette arrière décolle) puis on neutralise la profondeur afin de garder cette attitude. L'avion accélère la gouverne de direction devient de plus en plus efficace.

3) Décollage :

Contrairement au train tricycle il n'y a pas de vitesse de rotation. Sous l'effet de la vitesse, la portance devient supérieure au poids et l'avion décolle de lui-même.

On n'effectue pas de mouvement de rotation avec la profondeur, le risque étant de faire toucher et d'endommager la roulette arrière.

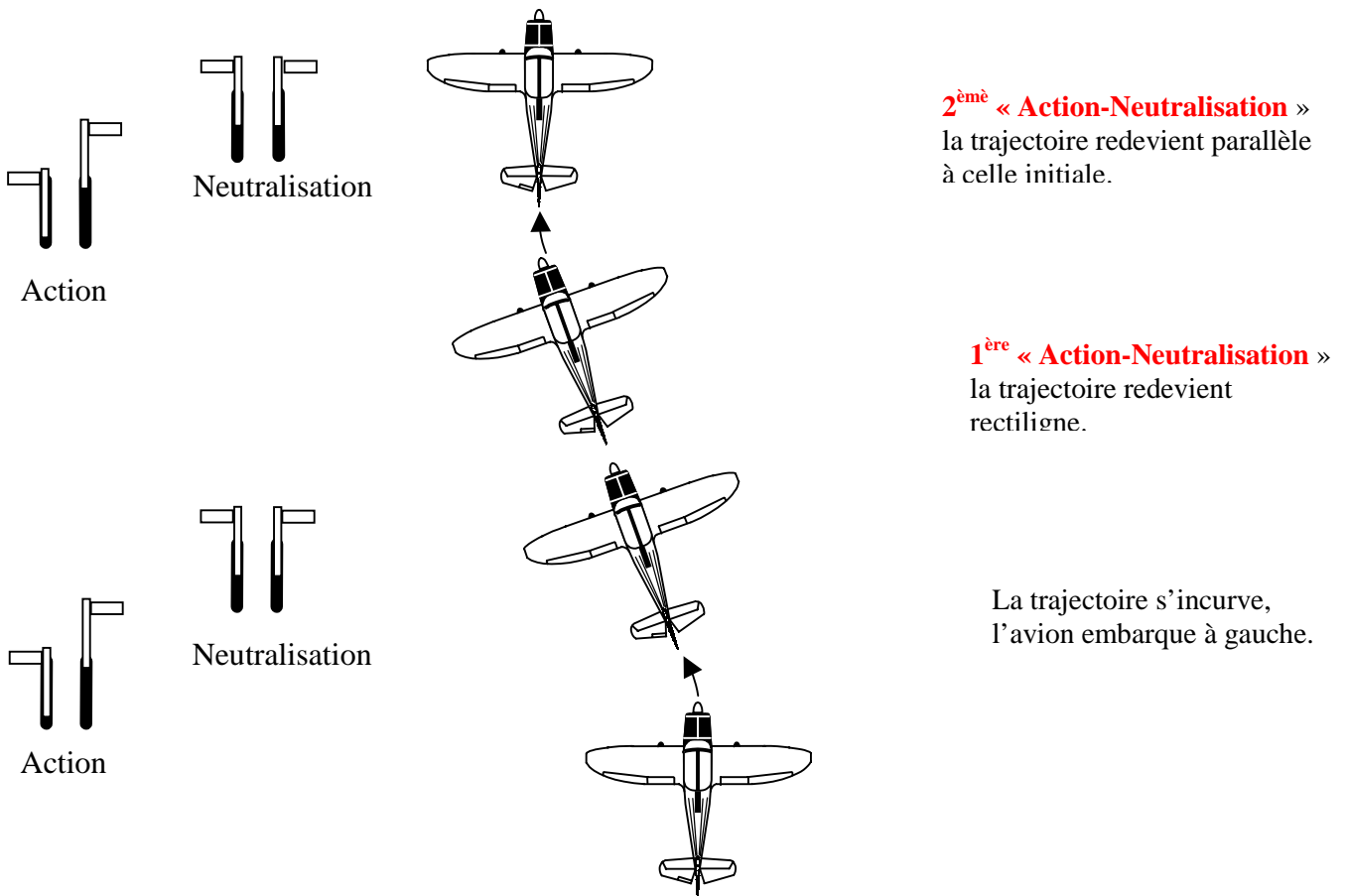
Avec une bonne maîtrise du train classique on pourra en « sollicitant » l'avion par une légère action du manche vers l'arrière, sans que la roulette de queue ne retouche le sol, l'aider à décoller sur une distance plus courte. Il est préférable pour un début d'attendre que l'avion décolle de lui-même.

4) Action-Neutralisation:

Le train classique demande une attention et une précision plus importante au niveau des palonniers que le train tricyle. L'action est du type Action-Neutralisation.

Si l'avion embarque à gauche, le pilote enfonce le palonnier droit (action) puis immédiatement remet le palonnier au neutre (neutralisation). L'avion arrête d'embarquer à droite et retrouve une trajectoire rectiligne.

Une nouvelle « Action-Neutralisation » vers la droite remet l'avion sur une trajectoire parallèle à l'axe de piste.



Le maintien du pied à droite sans une neutralisation entraîne, après un temps mort, un brutal départ à droite qui est instinctivement corrigé par du pied à fond à gauche ce qui, après un nouveau temps mort, est puni par un retour encore plus brutal vers la gauche. La trajectoire sinusoïdale s'amplifie, les actions ayant toujours un temps de retard sur les mouvements de l'avion, et se termine généralement d'une façon peu glorieuse.

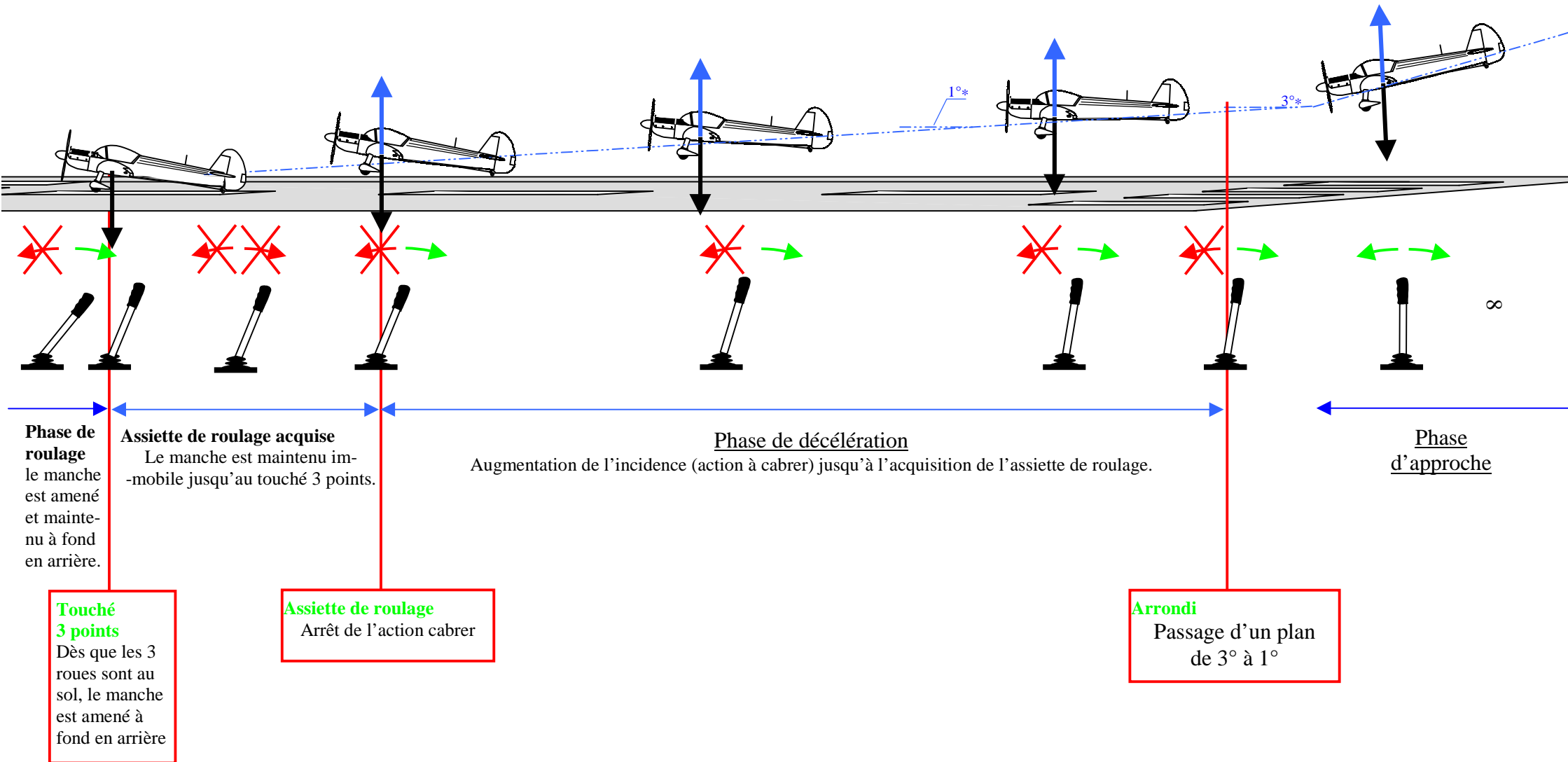
Au roulage dès que l'avion est en ligne de vol, son instabilité augmente. Les effets de couple gyroscopique et du souffle hélicoïdal (§ II) embarquent l'avion vers la gauche. De plus en cas de vent de travers, l'effet de girouette se fera sentir du côté du vent. Il sera donc important de bien assimiler la conduite de l'avion avec les pieds (schéma ci-contre).

En cas de vent traversier violent, on peut diminuer l'effet de girouette en mettant du manche dans le vent afin d'utiliser la traînée des ailerons. (III-4-5)

Ne pas oublier de remettre le manche au neutre avant l'envol de l'appareil sous peine de « raboter » les bouts d'ailes. Cette technique n'est qu'une aide, la gouverne de direction reste le moyen principal pour maintenir l'avion sur l'axe de piste.

ATTERRISSAGE

*Pour une meilleure visualisation les angles des plans sont dilatés.



DES QUE L' ACTION D'ARRONDIR EST INITIALISEE, ON NE REPOUSSE PLUS LE MANCHE VERS L'AVANT
ET CECI QUEL QUE SOIT LES MOUVEMENTS DE L'AVION.

V L'atterrissage

Rappels :

L'atterrissage consiste à faire passer l'avion d'un plan de 3° (l'approche) à un plan de 1° jusqu'au touché des roues, tout en tenant une trajectoire rectiligne donc constante.

Or, **trajectoire constante \Rightarrow portance constante et égale au poids de l'avion** et ceci malgré une variation de vitesse sur la trajectoire. On ne pourra donc jouer que sur l'incidence pour maintenir la portance constante et égale au poids jusqu'au touché des roues (ceci étant valable pour tous les avions).

1) Atterrissage 3 points :

Le touché avec le train classique doit se faire simultanément en trois points (train principal et roulette de queue). Cela demande :

- une précision dans la hauteur de l'arrondi beaucoup plus grande qu'avec un train tricycle.
- une seule assiette possible au moment du touché, l'assiette de roulage.

Dans ces deux points réside la principale difficulté de l'atterrissage avec un train classique.

Phase d'approche et arrondi :

Comme pour n'importe quel avion le plan 5% ou 3° facilitera l'atterrissage proprement dit. Après réduction des gaz au franchissement du seuil de piste, l'arrondi se fera à une hauteur d'un mètre environ (on n'a pas de sonde dans l'avion mais avec un peu d'habitude cela fonctionne pas mal).

Phase de décélération :

Lors de la phase de décélération, on augmentera l'incidence afin de garder une portance égale au poids et ceci malgré la diminution de la vitesse sur la trajectoire. On stoppera cette action à cabrer dès l'acquisition de l'assiette de roulage que l'on maintiendra jusqu'au touché trois points. A cet instant précis l'avion doit se trouver à quelques dizaines de centimètres du sol afin que le touché ne soit pas trop brutal. Cela est obtenu par un arrondi effectué à une hauteur d'environ un mètre.

On voit que l'on ne peut toucher le sol qu'avec une seule assiette, celle du roulage, à l'inverse d'un train tricycle ou l'assiette au moment du touché demande moins de rigueur.

Dès que l'avion est au sol sur ses trois points, le manche est amené sans brutalité à fond secteur arrière afin d'éviter des rebonds et on retrouve la phase de roulage qui se gère comme au § IV-4.

2) Atterrissage de piste :

Généralement utilisé en cas de vent traversier très fort, cela consiste à poser l'avion sur son train principal. L'appareil est amené en ligne de vol jusqu'au touché 2 points en s'aidant du moteur et avec une vitesse verticale pratiquement nulle. Les gaz sont réduits et l'appareil est maintenu sur son train principal jusqu'à ce que la roulette de queue se pose d'elle-même sur le sol à cause de la disparition de la portance due au ralentissement. Dès que l'avion est sur 3 points, le manche est amené à fond en arrière et on retrouve la phase de roulage. Ne pas positionner le manche arrière avant que la roulette ne retrouve le sol d'elle-même cela ferait redécoller l'appareil par augmentation brusque de la portance avec une vitesse encore élevée.

Cette technique demande une certaine dextérité que l'on acquière avec l'habitude, aussi, n'hésitez pas à utiliser la piste en herbe qui facilite grandement les choses si les conditions météorologiques sont défavorables (notamment le vent de travers).

Bon vol.