

Cours de perfectionnement au vol à voile N° 5

« La transition et la vitesse de croisière »

Résumé :

24. Notion de la vitesse de croisière
25. Comment réaliser des vitesses de croisières élevées ?
26. A quel moment quitter l'ascendance ?
27. Validité de la théorie de Mc Cready et cas particuliers
28. Altération de la Vcr liées à des calages incorrects de la couronne Mc Cready
29. Pertes dues à une mauvaise Vza moyenne
30. Pertes ou gains dus au cheminement
31. Influence du vent sur la Vcr max
32. Le vol en dauphin

24 – Notion de vitesse de croisière

Avant de pouvoir comparer le régime de vol à finesse max à d'autres régimes de vol, il faut évaluer le bilan du vol, et apprécier la vitesse de croisière sur un circuit ou une partie de celui-ci.

Définition de la vitesse de croisière

La vitesse de croisière (Vcr) est une vitesse moyenne réalisée sur un circuit donné, ou une portion de circuit, soit le rapport Distance/Temps mais ceci à **altitude constante**.

En effet pendant la transition entre 2 ascendances le planeur vole vite, mais

il perd de l'altitude. Pour reprendre cette altitude la plupart du temps en région de plaine le planeur spirale (tourne sur en rond) dans l'ascendance et fait donc du sur place en l'absence de vent, et dérive quand il y en a.



Hypothèse

Prenons le cas d'un planeur passant d'une ascendance à une autre, volant à une vitesse de transition (V_p) en air calme ($V_{zw} = 0$). Dans un premier temps pour simplifier les calculs Mac Cready a considéré que la masse d'air

était calme entre 2 ascendances (nous verrons plus tard d'autres hypothèses) et que $V_i = V_p$. Dans l'exemple qui suit nous choisirons $V_i = \text{Vitesse de finesse max.}$

Voir schéma 15 page 13 des bases théoriques du vol sur la campagne

Démonstration

Le vol dans ces conditions, pour se rendre d'un point A à un point B situé à la même altitude se décomposera en 2 phases

- la transition (descendante) du point A vers le point C situé en dessous du point B
- la montée du point C vers le point B

La vitesse de croisière donc le rapport de la distance AB sur le temps de parcours égal au temps de transition en descente (t_d) plus le temps de montée (t_m) : $V_{cr} = AB / (t_d + t_m)$

Vu le très faible angle de plané d'un planeur à la vitesse de finesse max en air calme (de l'ordre de 2°) on peut considérer que $AB = AC$. Nous pouvons facilement mesurer AC transition effectuée à une vitesse connue (V_i) et un temps donné (t_d), $AC = V_i \cdot t_d$

Nous avons donc $AB = AC = V_i \cdot t_d \dots$ d'où ... $V_{cr} = V_i \cdot t_d / (t_d + t_m)$

Restent à déterminer t_d et t_m . Au cours de la transition le planeur a perdu une hauteur H à une vitesse de chute V_{zd} (qui est égale à V_{zp} puisque $V_{zw} = 0$), on a donc $t_d = H / V_{zp}$

Au cours de la spirale, le planeur remonte de la même hauteur H à une vitesse ascendante V_{za} , nous avons donc : $t_m = H / V_{za}$

Conclusion : $V_{cr} = V_i \cdot t_d / (t_d + t_m) = V_i \cdot [(H / V_{zp}) / (H/V_{zp} + H/V_{za})]$

en simplifiant ($H=1$) nous avons $V_{cr} = V_i \cdot [1 / V_{zp}] / (1/V_{zp} + 1/V_{za})]$

soit encore $V_{cr} = V_i \cdot [1 / V_{zp} \cdot (V_{za} \cdot V_{zp}) / (V_{za} + V_{zp})]$

après simplification il reste : $V_{cr} = V_i \cdot [V_{za} / (V_{za} + V_{zp})]$

Cette formule montre que la vitesse de croisière théorique d'un planeur sur une portion de circuit dépend des vitesses de montée et de descente du planeur, ainsi que de la vitesse de transition affichée par le pilote mais est indépendante des hauteurs gagnées et perdues pendant le circuit.

Exemple chiffré :

Reprenons la polaire du LS1-f chargé à 30 kg/m² de la leçon précédente, la finesse max se situe à 90 km/h ($V_i=25$ m/s) et le taux de chute à cette vitesse est de $V_{zp}=0,70$ m/s, si nous rencontrons une ascendance de $V_{za} = 1,5$ m/s nous aurons une vitesse de croisière de :

$$V_{cr} = 25 \cdot [1,5 / (1,5 + 0,7)] = 17 \text{ m/s} = 61 \text{ Km/h}$$

Puisque la vitesse de croisière ne dépend pas de la hauteur perdue ou regagnée, ni de la distance parcourue, mais des V_{za} , V_{zp} et V_i , le vélivole peut théoriquement connaître la valeur de la V_{cr} pour un circuit tout entier s'il connaît la valeur de la V_{za} moyenne qu'il rencontrera (information météo). Avant le décollage le pilote du planeur pourra donc déterminer la longueur du circuit qu'il pourra réaliser en fonction de la V_i choisie. Dans l'exemple chiffré ci-dessus si le pilote sait qu'il dispose d'un créneau de 5 heures de vol il peut alors envisager sereinement de tenter un vol de distance de 300 Km ($61\text{Km/h} \times 5\text{h} = 305 \text{ Km}$).

Démonstration graphique

La méthode par le calcul si elle permet de comprendre le principe n'est pas facile à utiliser. Par contre il existe une méthode graphique beaucoup plus pratique qui

permet, à partir de la polaire des vitesses, de prendre connaissance directement de la vitesse de croisière, par une lecture directe.

Voir schéma 16 page 14 des bases théoriques du vol sur la campagne

Recherche de la $V_{cr \max}$

En adoptant la vitesse correspondant à la tangente à la polaire ayant pour origine la valeur de montée dans l'ascendance nous

aurons la meilleure vitesse de croisière ($V_{cr \max}$)

Voir schéma 17 page 15 des bases théoriques du vol sur la campagne



25 - Comment réaliser des vitesses de croisières élevées ?

Quand l'objectif n'est plus seulement de terminer le circuit, mais de le faire dans le temps le plus court, en compétition par exemple, on aborde le problème de l'optimisation de la vitesse de croisière. Le calcul de celle-ci oblige à jongler avec un certain nombre de paramètres qu'il est possible d'exprimer de façon mathématique avec une précision plus ou moins grande ; parmi ces valeurs il faut tout d'abord prendre en compte le taux de montée (V_{za}) qui dépend principalement des conditions atmosphériques, des performances du planeur et des capacités du pilote à exploiter les deux précédentes.

Le choix de la trajectoire entre deux ascendances (cheminement) permet aux bons pilotes, grâce à de petits écarts de route habilement choisis, de perdre beaucoup moins d'altitude en transition, enfin la vitesse entre les ascendances (choix du réglage de la couronne du Mc Cready ou du calculateur), comme dans le plané final, joue un rôle important.

Comment calculer la vitesse de montée moyenne ?

La vitesse de montée moyenne (V_z^{moy}) est nettement inférieure à celle lue sur notre variomètre quand nous sommes bien centré dans l'ascendance. En effet pour calculer la vitesse moyenne dans l'ascendance il tenir compte du temps total passé dans l'ascendance et de l'altitude gagnée pendant ce temps. Quand nous arrivons dans l'ascendance et que nous cherchons à nous centrer nous ne gagnons pas beaucoup d'altitude, de même quand nous hésitons à quitter une ascendance qui faiblit.

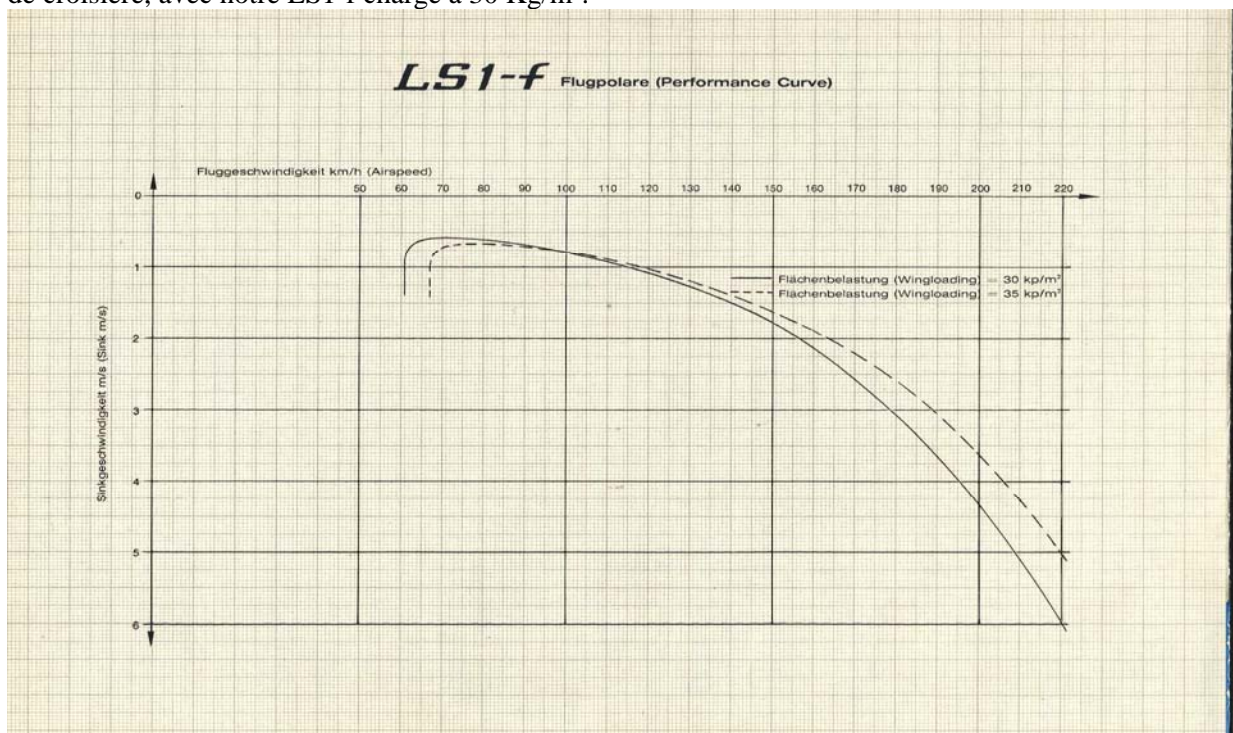
Certains variomètres (intégrateurs) ou calculateurs donnent des vitesses moyennes de montée, la encore méfiance, car il faut savoir sur combien de temps les calculs sont fait, la plupart du temps ils sont faits sur 30 secondes ce qui correspond à peu près au dernier tour de spirale, et donc dans ce cas ils ne sont pas représentatifs de la V_z^{moy} sur l'ensemble de l'ascendance.

Une méthode qui fonctionne bien consiste à regarder combien d'altitude nous gagnons en 100 secondes (soit 1 minute et 40 secondes) et de diviser l'altitude gagnée pendant ces 100 secondes, soit 3 à 4 tours de spirale, par 100 (par exemple si j'ai gagné 160 m ma V_z^{moy} est de 1,6 m/s). Pour affiner le calcul on peut répéter cette opération plusieurs fois durant notre montée, par exemple en entrant dans l'ascendance, quand nous sommes bien centré au milieu de notre montée, et vers la fin avant de quitter. Ensuite en faisant la moyenne des 3 résultats nous aurons une idée assez précise de la V_z^{moy} sur l'ensemble de l'ascendance.

Nous serons étonnés de constater combien la vitesse moyenne de montée dans une ascendance est beaucoup plus faible que ce que nous croyons quand nous ne faisons pas ce calcul, et combien nos erreurs, mauvais centrage ou décision tardive de quitter l'ascendance, ont une influence catastrophique sur celle-ci.

Qu'est-ce qui est le plus important, la montée ou la transition ?

Prenons un exemple pour illustrer l'importance respective de la montée et de la transition sur la vitesse de croisière, avec notre LS1-f chargé à 30 Kg/m^2 .





Hypothèse :

Plafond à 1200 m, 1 cumulus tous les 6 Km, sous les trois premiers nous espérons trouver une ascendance moyenne de 1 m/s et sous le 4^{ème} une de 2,5 m/s ... Maintenant observons 4 planeurs identiques (LS1-f chargé à 30 Kg/m²) qui partent ensemble du plafond pour rejoindre ce nuage prometteur au Km 24, mais qui optent pour des stratégies différentes.



Planeur N° 1 :

Stratégie du pilote du planeur N° 1 :

Il décide de voler le plus correctement possible, à savoir transiter avec sa couronne Mc Cready calée sur + 1 m/s entre les 3 premiers nuages, remonter au plafond sous chaque nuage et caler le Mc Cready sur + 2,5 m/s pour atteindre le dernier nuage.

Calage Mc Cready à 1 => Vi 108 Km/h (30 m/s) Vzp = 0,90 m/s (finesse = 33,3)

Calage Mc Cready à 2,5 => Vi 144 Km/h (40 m/s) Vzp = 1,60 m/s (finesse = 25)

Transitions 1, 2 et 3 :

- 6 Km à 108 Km/h (30 m/s) avec un taux de chute de 0,90 m/s
- Temps de transition = $6000 \text{ m} / 30 \text{ m/s} = 200 \text{ secondes}$
- Altitude perdue = $200 \text{ s} \times 0,90 \text{ m/s} = 180 \text{ m}$

Montées 1, 2 et 3 :

- $180 \text{ m} / 1 \text{ m/s} = 180 \text{ secondes}$

Transition 4 :

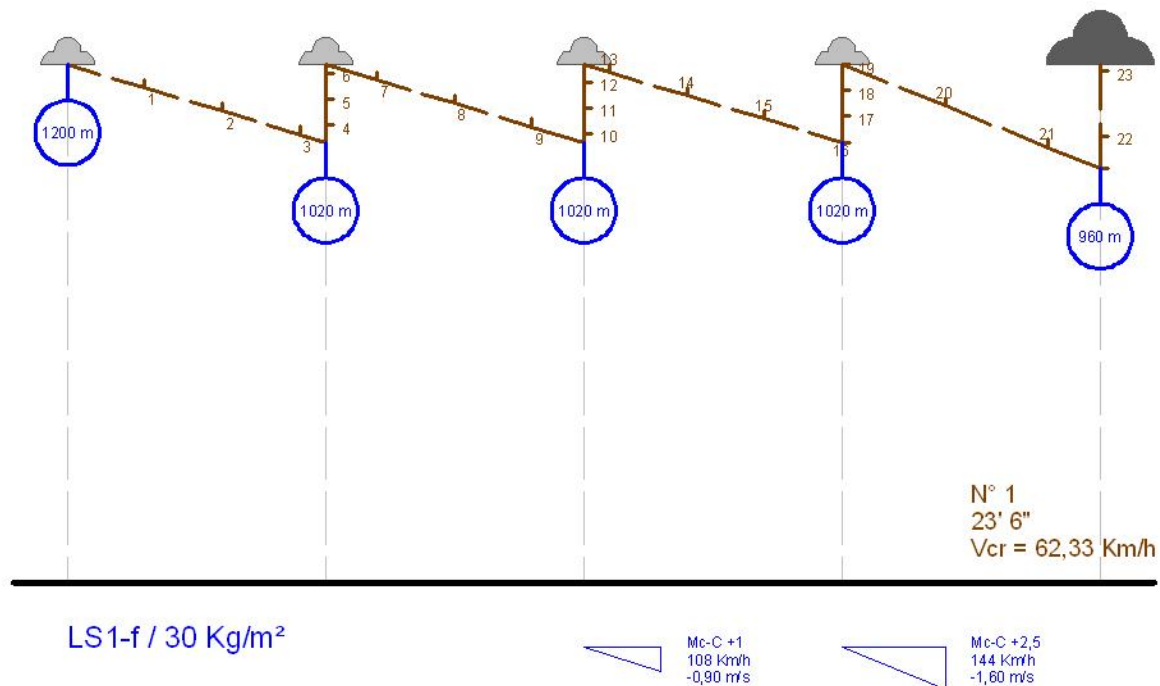
- 6 Km à 144 Km/h (40 m/s) avec un taux de chute de 1,60 m/s
- Temps de transition = $6000 \text{ m} / 40 \text{ m/s} = 150 \text{ secondes}$
- Altitude perdue = $150 \text{ s} \times 1,6 \text{ m/s} = 240 \text{ m}$

Montée 4 :

- $240 \text{ m} / 2,5 \text{ m/s} = 96 \text{ s}$

Temps total = $(3 \times 200) + (3 \times 180) + 150 + 96 = 1386 \text{ secondes}$ soit 23 minutes et 6 secondes.

Vitesse de croisière $24\ 000 \text{ m} / 1\ 386 \text{ s} = 17,32 \text{ m/s}$ soit 62,33 Km/h



Sur le croquis ci-dessus l'échelle des hauteurs est multipliée par 10 par rapport à celle des distances.

Planeur N° 2 :

Stratégie du pilote du planeur N° 2 :

Il décide comme le pilote N° 1 de caler sa couronne Mc Cready sur + 1 m/s mais décide de ne pas s'arrêter dans les ascendances à + 1 m/s, qu'il juge trop faibles, et d'aller directement chercher celle de + 2,5 m/s.

Calage Mc Cready à 1 => Vi 108 Km/h (30 m/s) Vz_p = 0,90 m/s (finesse = 33,3)

Transition :

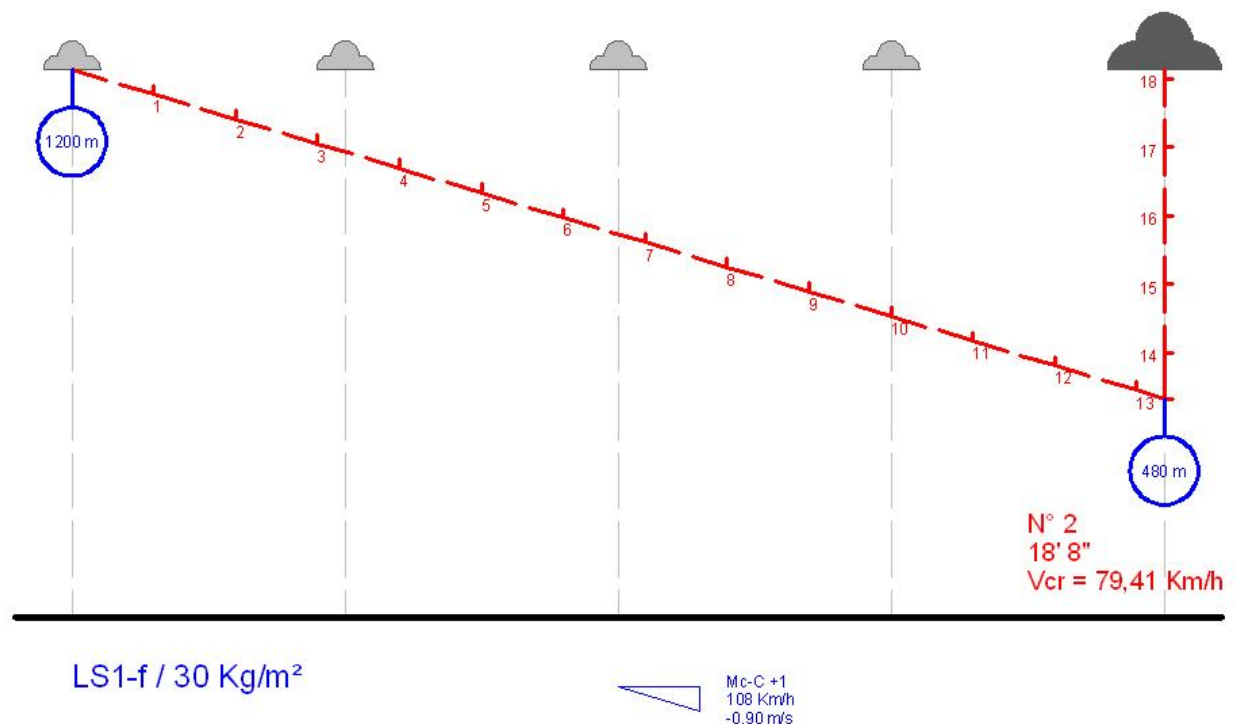
- 24 Km à 108 Km/h (30 m/s) avec un taux de chute de 0,90 m/s
- Temps de transition = 24 000 m / 30 m/s = 800 secondes
- Altitude perdue = 800 s x 0,90 m/s = 720 m

Montée :

- 720 m / 2,5 m/s = 288 secondes

Temps total = 800 + 288 = 1088 secondes soit 18 minutes et 8 secondes.

Vitesse de croisière 24 000 m / 1 088 s = 22,06 m/s soit 79,41 Km/h



Sur le croquis ci-dessus l'échelle des hauteurs est multipliée par 10 par rapport à celle des distances.

Planeur N° 3 :

Stratégie du pilote du planeur N° 3 :

Il décide comme le pilote N° 2 de ne pas s'arrêter dans les ascendances à + 1 m/s et d'aller directement chercher le + 2,5 m/s, mais plus prudent il choisit de caler sa couronne de Mc Cready sur 0.

Calage Mc Cready à 0 => Vi 90 Km/h (25 m/s) Vz_p = 0,70 m/s (finesse = 35,7)

Transition :

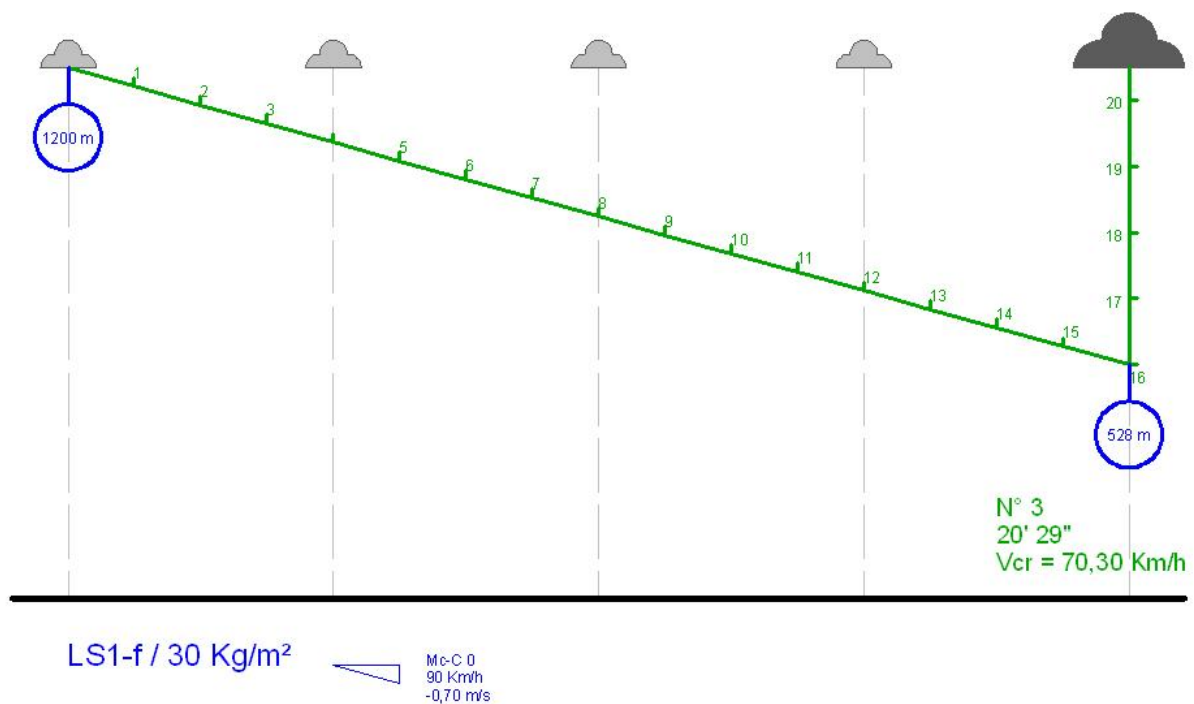
- 24 Km à 90 Km/h (25 m/s) avec un taux de chute de 0,70 m/s
- Temps de transition = 24 000 m / 25 m/s = 960 secondes
- Altitude perdue = 960 s x 0,70 m/s = 672 m

Montée :

- 672 m / 2,5 m/s = 269 secondes

Temps total = 960 + 269 = 1229 secondes soit 20 minutes et 29 secondes.

Vitesse de croisière 24 000 m / 1 229 s = 19,53 m/s soit 70,30 Km/h



Sur le croquis ci-dessus l'échelle des hauteurs est multipliée par 10 par rapport à celle des distances.

Planeur N° 4 :

Stratégie du pilote du planeur N° 4 :

Il décide comme les pilotes N° 2 et 3 de ne pas s'arrêter dans les ascendances à + 1 m/s, mais foncer il cale son Mc Cready sur + 2,5 m/s, comme le N° 1 il croit voler le plus correctement possible, mais encore le plus vite.

Transition :

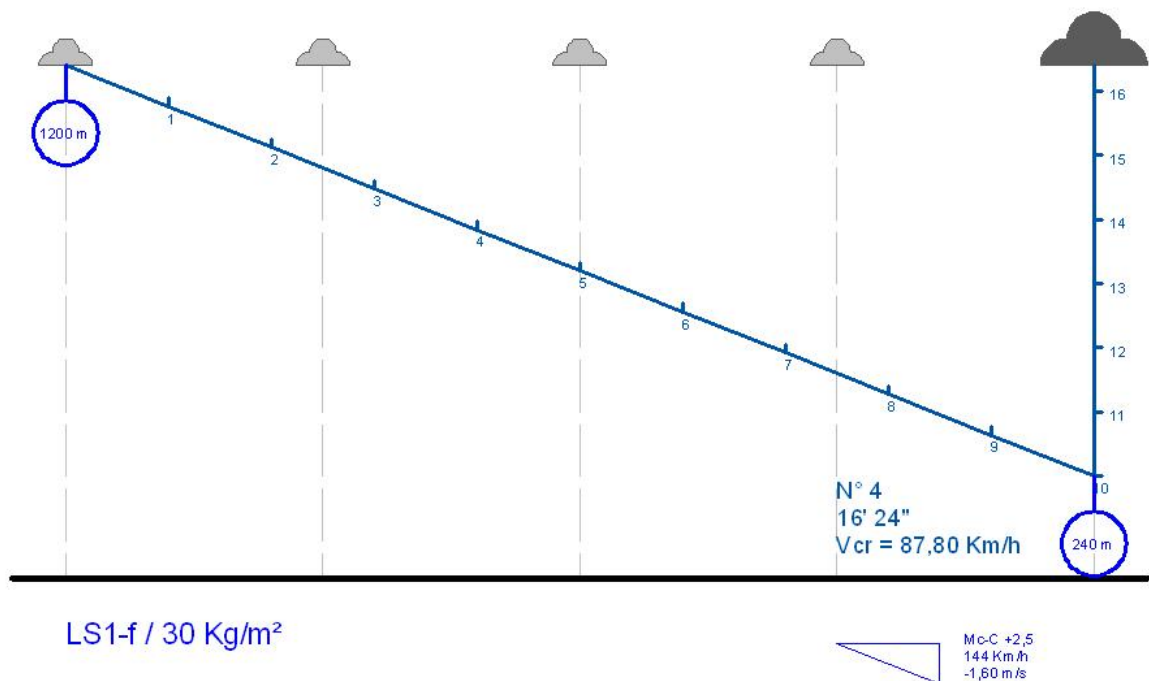
- 24 Km à 144 Km/h (40 m/s) avec un taux de chute de 1,60 m/s
- Temps de transition = $24\ 000\text{ m} / 40\text{ m/s} = 600\text{ secondes}$
- Altitude perdue = $600\text{ s} \times 1,60\text{ m/s} = 960\text{ m}$

Montée :

- $960\text{ m} / 2,5\text{ m/s} = 384\text{ secondes}$

Temps total = $600 + 384 = 984\text{ secondes}$ soit 16 minutes et 24 secondes.

Vitesse de croisière $24\ 000\text{ m} / 984\text{ s} = 24,39\text{ m/s}$ soit 87,80 km/h

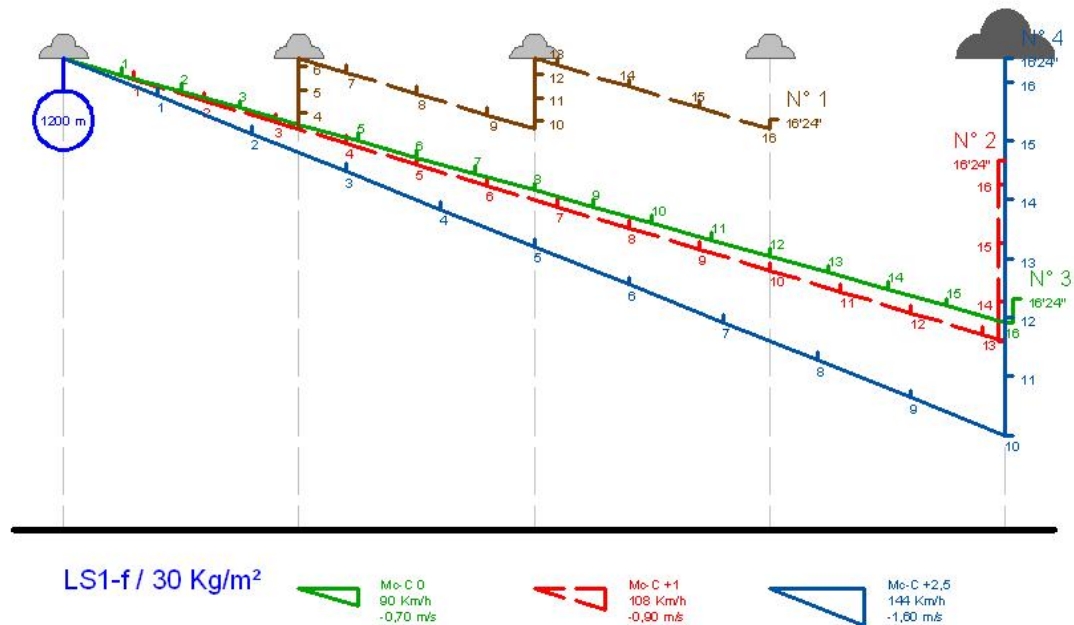


Sur le croquis ci-dessus l'échelle des hauteurs est multipliée par 10 par rapport à celle des distances.

Résultats :

Planeur N° 4 - 16' 24'' => Vcr = 87,80 Km/h => 1^{er}
Planeur N° 2 - 18' 08'' => Vcr = 79,41 Km/h => 2^{ème}
Planeur N° 3 - 20' 29'' => Vcr = 70,30 Km/h => 3^{ème}
Planeur N° 1 - 23' 06'' => Vcr = 62,33 Km/h => 4^{ème}

Au bout de 16 minutes et 24 secondes (temps du meilleur des 4) où en sont les autres concurrents ?



Sur le croquis ci-dessus l'échelle des hauteurs est multipliée par 10 par rapport à celle des distances.

Conclusion :

- Le planeur N° 1 qui croyait tout bien faire « comme sur le manuel » est le plus lent car il a perdu beaucoup trop de temps à monter dans de petites ascendances, quand le planeur le plus rapide arrive au plafond sous le gros cumulus, il est encore loin derrière, en montée sous le 3^{ème} petit cumulus.
- Le pilote N° 3 « prudent », qui sait qu'il ne faut pas monter dans des ascendances faibles mais qui ne veut pas perdre trop d'altitude dans sa transition, cale son Mc Cready sur 0, il va beaucoup plus vite (presque 13 %) que le N° 1, mais il arrive à 530 m dans l'ascendance de 2,5 m/s et commence sa spirale alors que le planeur le plus rapide est sur le point de la quitter.
- Le pilote N° 2 vole va beaucoup plus vite (presque 13 %) que le N° 3, mais arrive un peu plus bas (480m) que le N° 3 dans l'ascendance. Il est en montée à 940 m quand le plus rapide quitte l'ascendance au plafond.
- Enfin le pilote N° 4 transite très vite, mais aussi arrive très bas sous le gros cumulus (240 m) et s'il trouve tout de suite la grosse ascendance il est le grand gagnant, 11 % plus rapide que le second, 25 % par rapport au 3^{ème} et 40 % sur le dernier. Sinon il pourra, depuis son champ, observer les autres concurrents remonter sous le cumulus.

Le plus important est de bien monter, le planeur N° 1 qui s'est arrêté en route dans toutes les petites ascendances est loin derrière les autres, le planeur N° 2 qui a choisi le même calage de Mc Cready mais qui n'a pris que le 2,5 ms le devance nettement.

Ensuite il faut transiter le plus rapidement possible, l'idéal étant de caler la couronne du Mc Cready sur la valeur de l'ascendance que nous allons trouver (cas du planeur N° 4 qui cale sur 2,5 et qui trouve l'ascendance espérée) mais attention plus on vole vite, plus on descend et il faut se garder une marge d'altitude suffisante pour ne pas se mettre en difficulté à chaque raccrochage.

Dans l'exemple précédent le pilote N° 4 qui cale à 2,5 n'arrive dans l'ascendance qu'à 240 m, le N° 2 calé à 1 arrive à 480 m et le N° 3 calé à 0 à 530 m.

Le calage 0 nous fait voler trop lentement, il n'est à conseiller que si l'on a de grandes traversées (trous bleus ou étalements) à faire ou encore pour des arrivées de loin.

Le calage 2,5 s'il est théoriquement le meilleur nous fait prendre beaucoup de risques en arrivant bas, sans compter que dans les basses couches les ascendances sont moins bien organisées, plus difficile à localiser par rapport au nuage, et que l'on risque de ne pas rencontrer l'ascendance espérée.

Il faut pour être efficace sans prendre de risques trop importants savoir estimé la bonne hauteur à laquelle arrivé sous le nuage, et pour cela à quelle vitesse voler.

Si on estime que l'on arrivera à l'ascendance espérée dans le 1/3 supérieur alors on peut voler vite (calage 2,5 dans l'exemple ci-dessus)

Si on estime qu'on arrivera dans le 1/3 médian alors il conviendra de caler son Mc Cready sur une valeur médiane ($2,5/2 = 1,25$)

Si par contre on estime que l'on arrivera dans le 1/3 inférieur il faudra régler son Mc Cready sur 0.

Le plus souvent le bon compromis est de caler le Mc Cready sur une valeur d'environ la moitié de la valeur de montée moyenne espérée.

26 – A quel moment quitter l'ascendance ?

Les thermiques ont souvent des taux de montée variables avec l'altitude, Anthony Edwards, un pilote britannique a publié en 1964 une étude sur ce sujet, elle conduit à une solution qui prend totalement en compte la distance maximale en plané.

Un pilote qui transite rapidement arrive à basse altitude dans le thermique suivant (cas du pilote N° 4), et souvent rencontre un taux de montée initial plus faible qu'un pilote plus lent qui arrive plus haut.

En conséquence nous devons optimiser l'altitude à laquelle nous pénétrerons dans le thermique suivant et baser nos calculs non pas sur la vitesse moyenne de montée sur toute l'ascendance mais sur le taux de montée initial prévu.

De même nous quitterons l'ascendance quand le taux de montée diminuant atteindra la valeur du taux de montée initial.

Règle de la vitesse de transition :

On doit voler de façon à conserver l'équation suivante – MONTEE FINALE = CALAGE Mc CREADY = MONTEE INITIALE ;

L'altitude à laquelle on doit monter dans un thermique est donc liée au taux de montée et à l'éloignement du thermique suivant qui doivent donc être estimés de la manière la plus fine possible par le pilote du planeur. Ceci se fera en observant l'évolution des nuages, et en calculant les taux de montée à différentes altitudes. Il faut se méfier des indications entendues à la radio, en effet peu de pilotes calculent réellement leur taux de montée réel et donc annoncent souvent, en toute bonne foi, des valeurs nettement supérieures à la réalité.

27 - Validité de la théorie de Mc Cready et cas particuliers

Depuis le début de l'étude de la vitesse de croisière nous avons supposé volait pendant les transitions dans un air parfaitement calme, ce qui ne correspond pas tout à fait à la réalité. En effet sur un parcours entre 2 ascendances fortes et éloignées l'air traversé sera animé de mouvements verticaux montants et descendants inégalement puissants et répartis tout au long de la transition.

L'hypothèse de Mac Cready est que sur un parcours suffisamment long les descendances et les ascendances s'équilibrent globalement,

de sorte que le bilan sur une telle transition équivaut à une masse d'air calme (bilan $V_{zw} = 0$).

La trajectoire d'un planeur moderne de classe club ou standard sera donc ondulante, de V_{zw} en V_{zw+} , autours de la droite tracée sur le schéma, et sur une grande distance peut se ramener à peu près à celle-ci. Ces précisions nous amènent tout naturellement à aborder des cas exceptionnels ou la théorie de Mc Cready sur la V_{cr} ne peut être appliquée



Cas du planeur ancien :

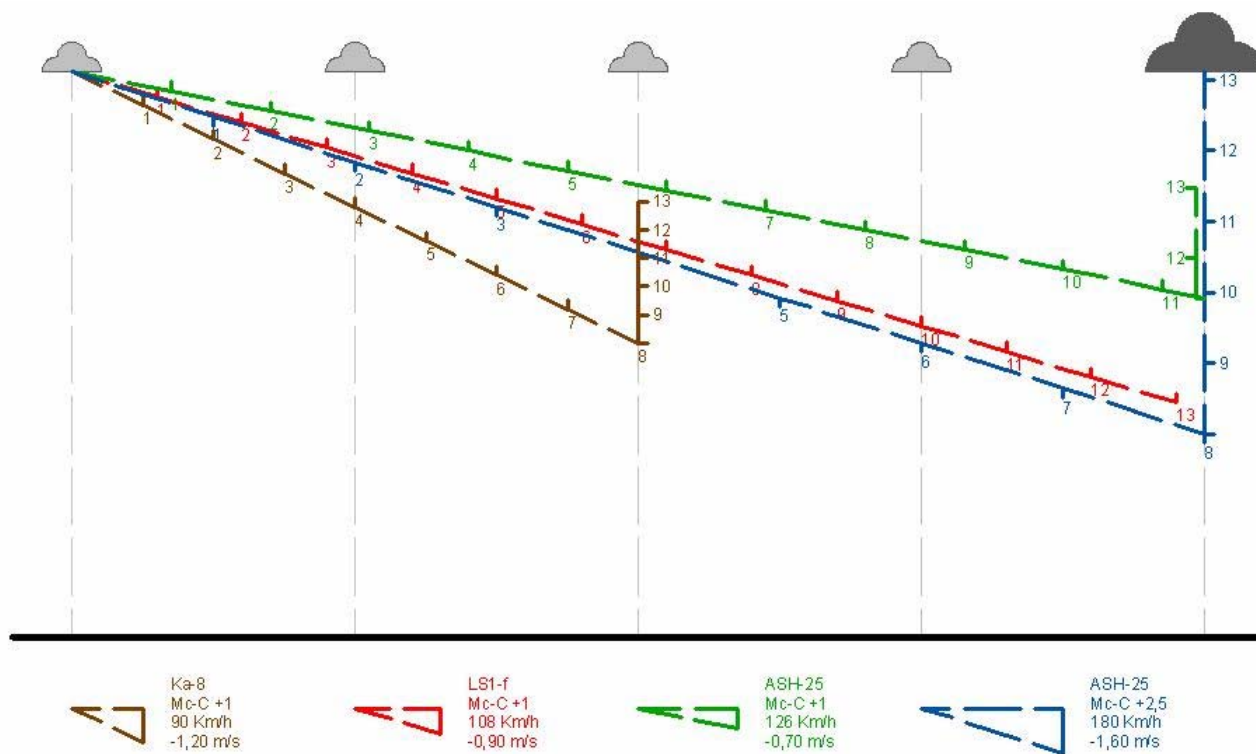
Un planeur ancien moins performant que notre LS1-f de référence, perdra plus d'altitude dans ses transitions et se verra obligé de s'arrêter en route pour reprendre de l'altitude, c'est le cas du

Ka 8 dans le schéma ci-après, un planeur encore moins fin que le Ka 8 se verrait obligé de s'arrêter à chaque thermique.

Cas du planeur de grande performance :

Un planeur de grande performance, cas de l'ASH 25 dans le schéma ci-après, aura lui une autonomie plus importante que notre LS1-f de référence, et il pourra choisir soit de voler vite (calage à +2,5 m/s) dans les transitions tout en descendant modérément soit de voler

plus lentement (calage à +1 m/s) et de chuter beaucoup moins. Les pilotes qui savent bien cheminer avec ce genre de machine peuvent parcourir de très grandes distances à altitude à peu près constante.



Sur le croquis ci-dessus l'échelle des hauteurs est multipliée par 10 par rapport à celle des distances.

Supposons maintenant un planeur d'une très grande finesse, supérieure à celle des meilleurs planeurs actuels, son taux de chute très faible à basse vitesse et modéré à grande vitesse lui permettrait de regagner par une ressource dans chaque ascendance l'altitude perdue pendant la transition. Ce type de vol n'est pas impensable puisque certains chercheurs ont calculé qu'il serait possible avec un planeur ayant un taux de chute mini de $-0,35$ m/s. La V_{cr} serait alors très proche de la V_i moyenne en transition.



28. Altération de la Vcr liées à des calages incorrects du Mc Cready

Il est assez facile de chiffrer la perte sur la Vcr due à un mauvais calage de la couronne de Mc Cready si on compare plusieurs planeurs sur un même parcours avec des calages différents.

Reprenons le cas de notre LS1-f chargé à 30 kg/m², avec une Vz espérée de 3 m/s.

Le 1^{er} planeur cale correctement à +3, il transite à 145 Km/h et a une Vcr de 95 Km/h.

Le second surestime la future ascendance et cale à +4, il transite à 155 Km/h et a une Vcr de 93 Km/h, soit un écart de vitesse inférieur d'environ 2% par rapport au calage juste.

Le troisième sous-estime la future ascendance et cale à +2, il transite à 135 Km/h et a une Vcr de 92

Km/h soit un écart de vitesse inférieur d'environ 3% par rapport au calage juste.

Le quatrième, prudent, estime bien la valeur de la prochaine ascendance mais décide de caler son Mc Cready à la moitié de la valeur soit 1,5 m/s, il transite à 120 Km/h et a une Vcr de 89 Km/h soit un écart de vitesse inférieur d'environ 6% par rapport au calage juste.

Le cinquième veut rester haut et choisit de caler son Mc Cready à 0, il transite à 88 Km/h et a une Vcr de 73 Km/h soit un écart de vitesse inférieur d'environ 30% par rapport au calage juste.

On constate que des erreurs de calage, même importantes, n'ont pas une grande influence sur la vitesse de croisière, seul le calage à 0 fait fortement chuter la Vcr.

Dans l'exemple précédent une erreur de 1 m/s (soit 33%) ne représente que

2 à 3% de diminution de la vitesse de croisière, une erreur plus importante de 1,5 m/s (soit 50%) ne fait chuter la vitesse de croisière que de 6%, alors qu'au calage 0 nous avons une perte de Vcr de 30%.

Voir figure 31, page 24 des bases théoriques du vol sur la campagne



Choix d'une vitesse de transition

Partant de ce constat certains pilotes, (Ingo Renner 3 fois champion du monde par exemple), choisissent de ne plus tenir compte des différents taux de chute pendant une transition, mais d'adopter une vitesse moyenne en fonction du calage, et ainsi garder

l'esprit libre pour affiner ses choix tactiques ou observer le ciel en vue d'un meilleur cheminement.

Pour un planeur de 15 m d'une finesse proche de 40 on peut retenir ces valeurs :

Régime de vol	Vi en transition	Finesse
Calage +1	Environ 115 Km/h	Environ 35
Calage +2	Environ 135 Km/h	Environ 30
Calage +3	Environ 155	Environ 25

Cette tactique n'est vraiment efficace qu'avec des fortes ascendances relativement espacées. Il n'y a pas de solution toute faite, et le pilote doit adapter sa tactique de vol à ses propres capacités et aux conditions qu'il rencontre.

Cette tactique peut être affinée en fonction de l'altitude, et de la tranche où le planeur se trouve, par exemple pour une journée avec 1500 m de plafond et les meilleures ascendances à 2 m/s de moyenne :

1 ^{ère} tranche 1500/1000m	2 ^{ème} tranche 1000/500m	3 ^{ème} tranche 500/0m
Calage + 2 => 135 km/h	Calage + 1 => 115 km/h	Calage 0 => 90 km/h



29. Pertes dues à une mauvaise Vz moyenne

Il n'est pas rare qu'un pilote de planeur qui réalise un circuit par des conditions thermiques très favorables, par exemple 3 m/s de Vz possible, n'obtienne en réalité qu'une Vz moyenne relativement faible, 2 m/s par exemple, et ce de deux façons différentes :

- soit ce vélivole a une mauvaise technique de prise et d'exploitation des ascendances, et bien qu'il ne prenne que les bonnes ascendances il n'en tire pas le meilleur parti (problème de formation, d'entraînement ou d'expérience)
- soit ce vélivole a une bonne technique en ascendance, mais, avec l'objectif de rester très haut, il prend toutes ou presque toutes, même les faibles, et fait ainsi chuter la valeur moyenne.

Comparons 3 planeurs identiques (notre LS1-f à 30 kg/m²) sur une même portion de circuit dans les conditions suivantes, Vz possible de 3 m/s et vent nul.

- Le premier monte bien (Vz = 3 m/s) et cale bien (+3), vitesse de transition = 155 km/h et Vcr max 95 km/h.
- Le second monte bien (Vz = 3 m/s) et sous-cale légèrement (+2), vitesse de transition = 132 km/h et Vcr max 93 km/h
- Le troisième monte mal (Vz = 2 m/s) et cale bien (+2), vitesse de transition = 132 km/h et Vcr max 81 km/h.

Voir figure 32, page 26 des bases théoriques du vol sur la campagne

La conclusion est évidente, **il vaut mieux bien monter que bien caler.**

Pour favoriser le taux de montée dans l'ascendance le pilote de planeur devra être concentré sur cette phase précise du vol, pas de navigation pendant la montée.

Il devra s'entraîner constamment à la technique de prise et de recentrage des

ascendances, même en local, notamment en début de saison et par conditions difficiles.

Il faudra qu'il sache observer et analyser l'aérogologie qui l'entoure, et sélectionner les meilleures ascendances.

30. Pertes ou gains dus au cheminement

Dans tous les exemples précédents il était considéré que la masse d'air était calme et que dans les transitions il n'y avait ni ascendance ni dégueulante (Vzw = 0).

Contrairement aux deux autres facteurs (Vi et Vz), l'influence du facteur Vzw est difficile à évaluer en l'air, pourtant c'est un point très influent sur la vitesse de croisière, en effet tous les vélivoles ont pu constater les effets très sensibles de cheminements différents, le même jour avec des planeurs de performance équivalentes.

Reprenons l'exemple de nos LS1-f chargés à 30 kg/m² avec un Vz de 3 m/s :

	Planeur 1	Planeur 2	Planeur 3	Planeur 4
Vzw (en m/s)	+ 0,50	0	- 0,50	- 1
Vcr (en km/h)	110	95	86	77
Différence (%)	+ 15,8	Référence	- 9,1	- 19
Vi moy en transition	144	155	160	166
Finesse réelle	34	23	17	13,5

Voir figure 34, page 27 des bases théoriques du vol sur la campagne

Les différences sont considérables entre le planeur qui a suivi le bon cheminement ($V_{zw} = +0,50$) et celui qui a suivi un cheminement moyen ($V_{zw} = 0$).
 Les planeurs qui cheminent mal ($V_{zw} = -0,50$ et -1) ont perdu beaucoup sur les 2 précédents.



31. Influence du vent sur la V_{cr} max

Jusqu'ici nous étudié la valeur de la V_{cr} et ses variations en fonction du calage de la couronne Mc Cready, de la V_{zam} et de la V_{zw} par vent nul. Or la V_{cr} peut varier considérablement selon que l'on a le vent de face ou arrière.

Cas du vent de face

La vitesse de croisière sol est égale à la vitesse de croisière sans vent moins la valeur de la vitesse du vent, la finesse sol est nettement plus faible que la finesse air.

Les sous-callages qui font voler plus lentement sont plus pénalisant en pourcentage sur la V_{cr} que dans le cas de vent nul

Voir figure 39, page 30 des bases théoriques du vol sur la campagne

Cas du vent arrière

La vitesse de croisière sol est égale à la vitesse de croisière sans vent plus la valeur de la vitesse du vent, la finesse

sol est sensiblement plus importante que la finesse air.
 Les erreurs de calage modérées deviennent quasiment insignifiantes.

Voir figure 40, page 30 des bases théoriques du vol sur la campagne

32. Le vol en dauphin

Nous sommes amenés, par la théorie même de la vitesse de transition optimale, à voler en dauphin, c'est-à-dire piquer et accélérer quand le vario chute, et cabrer et diminuer la vitesse quand le vario remonte.

Le planeur vole alors sur une trajectoire proche d'une sinusoïdale dont la pente moyenne peut être nulle ou très peu descendante, si les ascendances sont rapprochées, voire montante sous les rues de cumulus.

Quand le vol en dauphin avec pente moyenne nulle est possible alors la vitesse de croisière est égale à la vitesse indiquée $V_{cr} = V_i$.

1^{er} modèle de vol en dauphin

Sur le plan météorologique ce modèle est assez proche de celui du vol de distance classique.

La masse d'air sur le parcours (en dauphin) du planeur a un mouvement vertical lent, à certains endroits très localisés on trouve des ascendances nettement plus fortes, d'un diamètre faible et qui donnent un gain d'altitude faible lorsqu'elles sont traversées en ligne droite.

2^{ème} modèle de vol en dauphin

Le 1^{er} modèle se rencontre rarement, par contre on trouve souvent des cheminements avec des nuages relativement rapprochés à proximité de zones bleues relativement étendues.

Le vélivole qui cheminera intelligemment sous les cumulus

Si la pente moyenne est légèrement descendante alors il sera nécessaire de reprendre de l'altitude, mais comme le nombre de thermiques traversés sera important le pilote pourra ne sélectionner que les meilleurs.

Si par contre la pente moyenne est montante, il s'offre 2 solutions au pilote, soit conserver cette pente montante pour être le plus haut possible quand la ligne d'ascendances s'arrêtera, soit accélérer de façon à ce que la $V_{zp} = V_{zam}$ et ainsi voler en palier.

Cela correspond à ce que l'on rencontre sous les alignements de nuages, ou de thermiques purs.

Si le pilote du planeur arrive relativement bas sous la rue de nuages il devra adapter sa vitesse de transition pour essayer d'avoir une pente montante sous la rue de cumulus et la quitter au plafond. S'il arrive haut, il devra accélérer pour tenter de garder une trajectoire à peu près horizontale.

trouvera une proportion importante de zones montantes et relativement peu de zones descendantes, il pourra alors voler en dauphin en gardant une trajectoire sensiblement horizontale, ou légèrement descendante et dans ce cas il devra spiraler dans les meilleures ascendances pour regagner le peu d'altitude qu'il a perdu.

Optimisation de la vitesse dans le vol en dauphin du 2^{ème} modèle

La règle de la vitesse de transition, dans le 2^{ème} modèle de vol en dauphin devra être la suivante :

La couronne du Mc Cready sera calée sur la plus grande des valeurs permettant de voler avec la pente désirée, soit en ligne droite continue, soit avec des remontées dans les meilleures ascendances ; dans ce dernier cas on s'efforcera d'avoir la double égalité :

Vitesse de montée finale (dans la dernière spirale) = calage de la couronne Mc Cready = vitesse de montée initiale dans le 1^{er} tour de spirale de l'ascendance suivante

Voir croquis pages 173 et 174 de « La course en planeur »