

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

"PETITE THÉORIE de la PATATE VOLANTE"

La récréation d'aujourd'hui porte sur une partie résumée d'une discussion intéressante avec (l'un des) Sylvain sur le forum France-Paramoteur. Enfin, quand je dis intéressante, elle l'était au moins pour deux personnes, en espérant qu'elle n'a pas trop pollué les autres intervenants du forum !

L'objectif de cette discussion était de développer interactivement l'argumentaire sur la phénoménologie du virage (enCôtre !), cette fois-ci en tenant compte d'une discussion contradictoire et en avançant pas à pas. L'un des premiers points porta sur la nature du volet de frein et ses effets sur les caractéristiques de l'aile. En effet, il semble que la simple présentation d'une polaire de profil, avec et sans volet braqué, ne soit pas suffisante, dans le vol libre, pour démontrer que l'effet d'un volet de frein se traduit en majeure partie sur la portance de l'aile et du profil et dans une bien moindre mesure sur sa traînée. Un des axiomes principaux dans notre microcosme parapentiste est en effet le suivant :

« Le comportement des engins volants tel qu'on le connaît dans le monde aéronautique depuis un siècle n'est pas nécessairement le même sur un parapente », ce qui est vrai.

Malheureusement, cet axiome est rapidement généralisé en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire en :

« Un parapente ne fonctionne pas selon les mêmes règles que les autres aéronaves ! »

A partir de là, aucune des démonstrations produites par l'aéronautique « séculaire » (polaire d'un profil à volet mesurée en soufflerie) ne devient une preuve recevable ce qui est bien embêtant pour votre pauvre petit chroniqueur.

THÉORIE DE LA PATATE VOLANTE

Le but est donc d'essayer d'analyser le comportement d'une aile lorsque le pilote explore le domaine de freinage, en posant le moins possible d'hypothèses sur les caractéristiques de son profil.

La démarche revient à faire cette analyse à partir simplement de ce que le pilote observe « de l'extérieur » lorsqu'il vole : le résultat de son action sur les freins. Ainsi, la représentation de l'aile elle-même et de son profil (volet « souple », à angle droit, ou en forme de bergère Louis Vuitton XIII...) n'a aucune importance dans cette démarche, et il pourrait aussi bien s'agir d'une aile réelle que d'un pot de fleurs ou d'une « patate volante » (figure 1) :

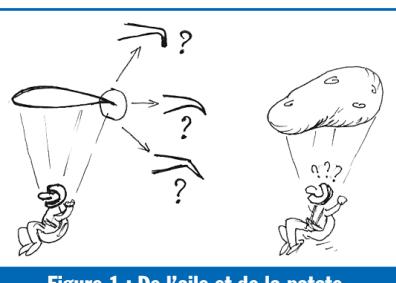


Figure 1 : De l'aile et de la patate...

Le point de départ repose sur la polaire observée de l'aile (polaire des vitesses aux freins). Soit elle est directement mesurée par le pilote, soit on fait « confiance » à celle donnée par le constructeur. Dans cette polaire, les données sont la finesse, la vitesse sur trajectoire et la Vz (taux de chute), et aussi le taux de freinage appliqué pour chaque point de vol. Prenons la finesse

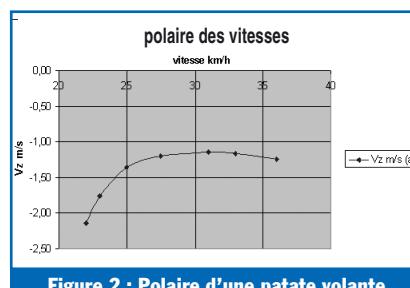
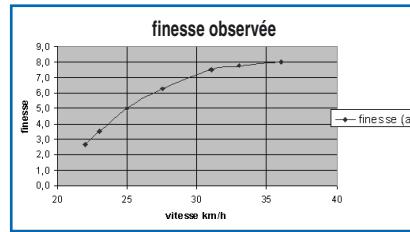


Figure 2 : Polaire d'une patate volante

« typique » d'une patate volante (figure 2) : Cette patate, qui ne vole pas trop mal, atteint 8 de finesse à 36 km/h, un taux de chute mini de 1.15 m/s, et décroche à 23 km/h. Par hypothèse dans ce cas précis, le pourcentage de freins est supposé linéaire dans la plage de vitesse.

A partir de ces données, il est possible de remonter aux caractéristiques que le profil de la patate « doit » nécessairement avoir pour obtenir ce qu'on observe, en posant les hypothèses suivantes :

- A l'équilibre, portance et traînée compensent exactement le poids, ce qui fixe nécessairement les angles et les valeurs des forces dans la figure 3, puisque l'angle de planer est donné par la finesse ;
- Portance et traînée varient proportionnellement à la vitesse au carré (donc à la pression dynamique) ;

Vitesse km/h	36	33	31	27,5	25	23	22
Finesse	8	7,8	7,5	6,3	5	3,5	2,675
% freins/vitesse	0	21	36	61	79	93	100
Vz m/s (a)	-1,24	-1,17	-1,14	-1,20	-1,36	-1,76	-2,14
Vitesse m/s	10,0	9,2	8,6	7,6	6,9	6,4	6,1

n°29

D
Q
N
H
E
T

E
H
C
I

n°29

E

U

Q

N

H

R

C

T

E

E

H

C

I

F

"PETITE THÉORIE de la PATATE VOLANTE"

En fixant une surface projetée et une masse données (disons 24 m² et 100 kg), il est possible de calculer le Cz (Coef. portance) et le Cx (traînées) de l'ensemble « patate + pilote » à chaque point de vol.

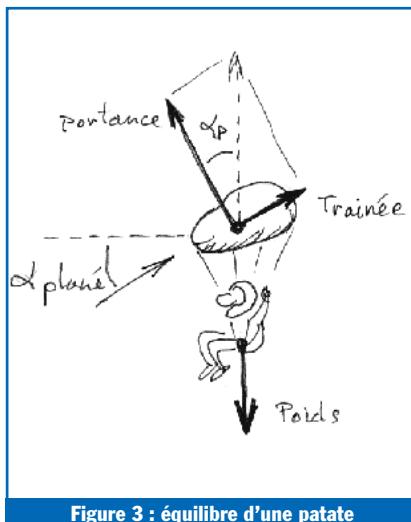


Figure 3 : équilibre d'une patate

Les données déduites de l'observation de la patate en vol sont récapitulées dans le tableau et les courbes figure 4 :

Vitesse km/h	36	33	31	27,5	25	23	22
Finesse	8	7,8	7,5	6,3	5	3,5	2,675
% freins/vitesse	0	21	36	61	79	93	100
Vz m/s (a)	- 1,24	- 1,17	- 1,14	- 1,20	- 1,36	- 1,76	- 2,14
Vitesse m/s	10,0	9,2	8,6	7,6	6,9	6,4	6,1
Angle de planer (a)	7,1	7,3	7,6	9,0	11,3	15,9	20,5
Cz (a)	0,676	0,804	0,911	1,153	1,385	1,605	1,709
Cx (a)	0,084	0,103	0,121	0,183	0,277	0,459	0,639

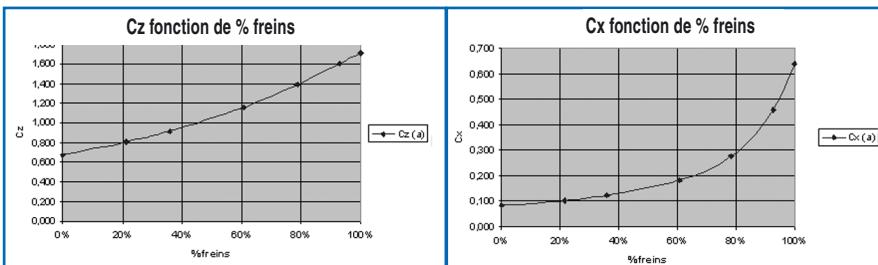


Figure 4 : Coefficients de portance Cz, et traînée Cx (aile complète) en fonction des freins

La polaire Cz // Cx observée de la « patate + pilote » est déduite en figure 5. En déduisant de cette polaire la traînée induite de l'aile, on obtient la polaire aux freins du profil additionnée des traînées parasites (pilote, suspentes, etc.) sur la courbe rose.

Enfin, en déduisant de cette dernière courbe les traînées parasites (pilote estimé à 0.5 m² soit Cx = 0.02 environ, suspentage 400 m de long, de diamètre 1mm, soit 0.4 m², et Cx = 0.016), on obtient la polaire du profil de la patate (courbe rouge).

Une représentation du Cz et du Cx en fonction du pourcentage de freins donne les courbes figure 6.

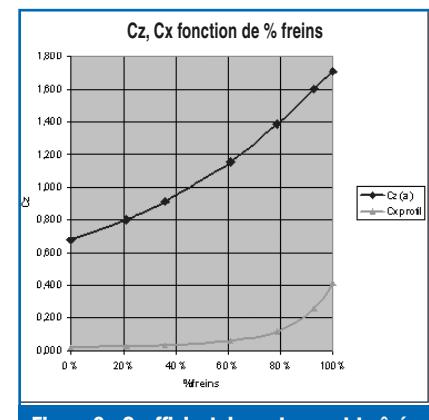


Figure 6 : Coefficient de portance et traînée du profil patate

En guise de résumé sur la « patate volante » :

Les courbes 5 et 6 représentant le profil patate ont été déduites uniquement de l'observation de la polaire initiale, sans autres hypothèses que la physique de base ;

Les courbes 6 montrent que les variations de Cz sont bien prépondérantes lorsque les freins sont actionnés ;

Elles montrent aussi que (dans l'hypothèse d'une variation linéaire de la vitesse avec les freins, ce qui n'est pas toujours vrai) le Cx n'augmente très rapidement que pour des freinages importants ;

La polaire du profil patate ressemble étrangement à une polaire de profil « classique » de l'aéronautique habituelle...

On peut en déduire que la patate est probablement une aile telle qu'on peut les observer depuis que l'aéronautique existe !

AU BOULOT !

Pour une fois, le lecteur va travailler un peu... Seulement pour ceux que ça intéresse l'interro est la suivante :

Le raisonnement sur la patate volante semble assez simple, voire simpliste. Il est cependant assez proche de ce qui se passe en réalité. La question est simple : qu'est-ce qui cloche et qui pourrait modifier de façon importante les conclusions générales ?

Suivant les retours, j'essaierai de compléter dans une prochaine chronique. ■■■