

# Concevoir



Que vous désirez concevoir votre propre modèle ou mettre au point un modèle existant, le logiciel PredimRc, téléchargeable gratuitement sur Internet, vous sera forcément utile. Suivez le guide !

Voilà maintenant sept ans que je me suis lancé dans la réalisation de mon propre outil de conception et d'analyse aérodynamique d'aéromodèles. Plutôt basique au départ, PredimRC s'est étoffé au fil des ans, avec des calculs de plus en plus raffinés et l'utilisation d'Xfoil (logiciel de soufflerie numérique), mais sans renier sa simplicité originelle.

Texte et illustrations :  
Franck Aguerre

Il était donc temps de vous présenter en bonne et due forme cette application. Certes, on pourra me taxer de partialité, mais les retours utilisateurs qu'on peut trouver sur Internet sont plutôt positifs. De plus, considérant qu'il arrive à maturité, j'ai décidé d'ouvrir son code (sous licence GNU), de manière à ce que chacun puisse se faire sa propre opinion ou, mieux, se l'approprier.

Précisons d'emblée un point important : ce logiciel gratuit (téléchargeable sur internet, voir briefing) vous sera utile pour une conception complète d'un modèle. Mais il le sera aussi pour la mise au point d'un modèle du commerce, qu'il soit prêt à voler ou à construire, planeur ou warbird, etc...

## L'utilisation est plus simple qu'il n'y paraît !

L'un des rares reproches récurrents concernant PredimRc est une certaine densité des pages de

conception. Certaines pages recèlent en effet beaucoup de graphiques et de tableaux de valeurs, ce qui peut effrayer de prime abord. Cela découle de sa programmation sous Excel, qui n'offre pas toute la souplesse d'une programmation autonome en C ou Java, permettant, par exemple, l'utilisation au besoin de fenêtres flottantes pour désencombrer l'interface principale. En revanche, pour un développeur amateur, Excel offre une grande facilité de programmation et permet un contrôle en temps réel des calculs.

Ceci étant dit, comprendre comment s'articule l'application permet de relativiser, car chaque zone a une fonction particulière et n'est pas forcément indispensable pour une tâche donnée. Par exemple, pour ne citer que le sempiternel sujet du centrage, tout le monde ou presque sait maintenant (cf. Modèle Magazine 740) que le centrage est indépendant des profils et ne dépend que de la géométrie du modèle. En conséquence, seule la saisie de la géométrie en vue de dessus (dimensions des ailes, stabilisateur et fuselage) est nécessaire. Inutile de se préoccuper des profils, ils ne servent

qu'aux calculs des calages et des polaires de performance.

**Le découpage fonctionnel repose sur cinq modules, chacun relatif à un onglet sous Excel :**

- **Profil** : gestion de la base de données profils et polaires, pilotage d'Xfoil.
- **Allongement** : aide au choix de l'allongement (module indépendant).
- **Géométrie, réglages et performances** : saisies des dimensions de l'appareil, calculs du centrage et des calages, analyse des répartitions de portance et calcul des polaires en palier et virage stabilisé. C'est une page d'un seul tenant pour permettre aux concepteurs de visualiser en temps réel l'effet de chaque modification.
- **Motorisation** : dimensionnement d'une propulsion électrique, simulation d'une propulsion connue et polaires de vol au moteur en palier, en virage et en montée.
- **Servos** : détermination du couple de servo par type de gouverne (module indépendant).

Les onglets suivants sont relatifs aux calculs intermédiaires (cinq onglets, cachés par défaut) et aux profils (un par profil). De nombreux

Aile					
(mm)	Trapeze 1	Trapeze 2	Trapeze 3	Trapeze 4	Trapeze 5
Corde maxi	295	235	0	0	0
Corde mini	235	135			
Longueur	125	425			
Flèche BA	35	70			
Village (°)	-0.3	-1	0	0	0
Dièdre (°)					

Surface totale (dm <sup>2</sup> )	22.35
Corde moyenne (mm)	212.2
Envergure aéro (mm)	1100
Allongement	5.41
Allongement ellip.	4.74
Foyer aile (mm)	93.9

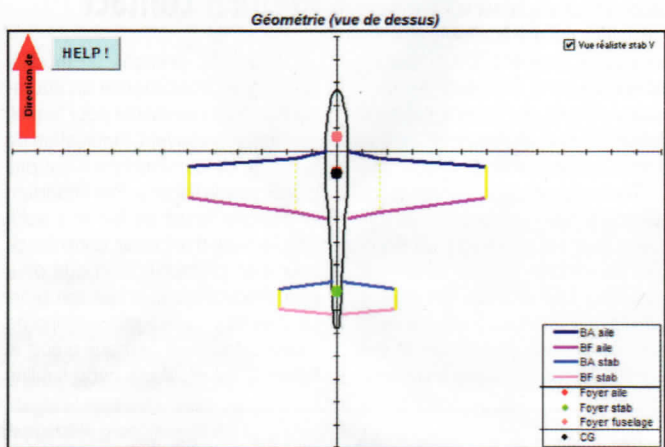
Stabilisateur					
(mm)	Trapeze 1	Trapeze 2	Trapeze 3	Trapeze 4	Trapeze 5
Corde maxi	145	0	0	0	0
Corde mini	90				
Longueur	215				
Flèche BA	32				
Lever stab	574	Hauteur stab	30	Profil	Planche
Ouverture (°)	180	Ecart latéral	20	Dérive (dm <sup>2</sup> )	3.0

Surface totale (dm <sup>2</sup> )	5.05
Corde moyenne (mm)	119.6
Envergure aéro (mm)	430
Allongement	3.66
Allongement ellip.	3.77
Foyer stab (mm)	44.7
Bras de levier (mm)	525
Volume de stab	0.58

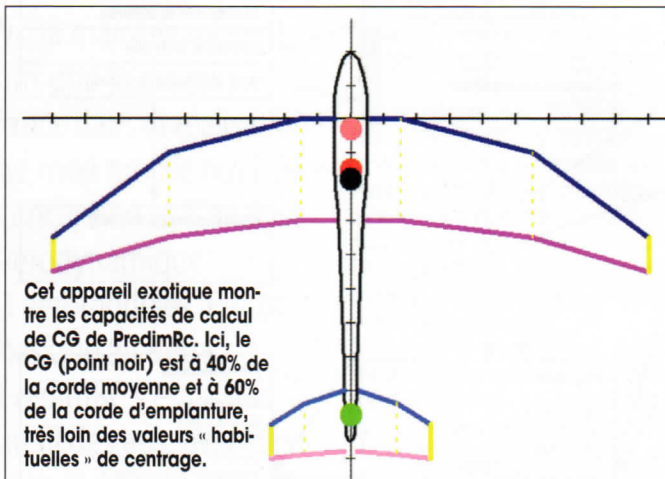
Fuselage			
Longueur (mm)	Largeur (mm)	Forme	Surface mouillée (dm <sup>2</sup> )
1050	92	Protée	33.7
Levier nez (mm)	Hauteur (mm)	Poutre	Surface projetée (dm <sup>2</sup> )
270	200	Normale	6.8
Position aile	Incidence lés		Foyer fuselage
médiane	aile		20%

Marge statique		
CG	27.4%	98.9
Foyer	29.4%	103.2
Masse (g)	1500	
Charge (g/dm <sup>2</sup> )	67.1	

Réglages				
Cz réglage	Incid. aile @ Czreg (°)	1.6	1.6	1.6
0.30	Calage aile (°)	1.6	-0.4	3.6
MACA245	Calage stab (°)	0.6	-0.5	1.8
MACA245	Vé longi (°)	1.0	0.1	1.8
MACA245	Cz aile stab neutre	2.18	2.18	2.18
	Cz de stab max	0.09	0.09	0.09



Le P51D (kit ARTF présenté dans le numéro 733) constitue un bon exemple pour s'essayer à un calcul de centrage (les données saisies sont en bleu).



qui est en grande partie à l'origine de la bonne réputation dont bénéficie cet outil. Cela évite ainsi d'avoir à se fier au sempiternel « tiers de la corde » qui a pour seul avantage d'être simple, mais n'a aucun sens physique et peut se révéler catastrophique dès que le modèle sort des sentiers battus.

La modélisation de la géométrie commence par la mesure des dimensions de l'avion en vue de dessus. Toutes les techniques

sont possibles, du mètre à ruban + équerre à la numérisation d'une photo, l'important étant d'avoir des cotes relativement justes, la précision du résultat en découlant.

Ensuite, on reporte ces dimensions dans PredimRC (cases avec le texte en bleu) en respectant les règles suivantes :

Toutes les dimensions sont en millimètres.

L'emplanture d'une aile ou d'un stab est le plan d'interface



avec le fuselage, toute la zone de recouvrement avec ce dernier, si elle existe, ne compte pas.

La longueur d'un panneau se mesure en regardant le panneau perpendiculairement à son plan principal.

La flèche d'un panneau se mesure au bord d'attaque, relativement au bord d'attaque de l'emplanture de l'aile.

Le levier de nez est la distance entre la pointe avant du nez (ou du cône moteur) et le bord d'attaque aile à l'emplanture.

La dérive et le cône moteur font partie intégrante des longueurs du fuselage.

Le choix de la forme de la poutre de queue est purement visuel, de manière à correspondre le mieux au modèle étudié.

La formule canard est définie par un levier de stab (distance du bord d'attaque aile au bord d'attaque stab) négatif.

La hauteur de stabilisateur (vue de côté) par rapport à l'aile est automatiquement calculée pour un stab en V (hauteur moyenne).

L'absence d'un élément (fuselage, stab ou dérive) est simplement définie par l'absence de valeur dans les champs définissant cet élément.

Le dessin du modèle 2D, ortho-normé et doté d'une échelle (pas de 100 mm), et la visualisation 3D permettent de contrôler visuellement la cohérence de la modélisation. En cas de doute sur les dimensions à saisir, le bouton « HELP ! » affiche le dessin d'un modèle exemple avec les principales dimensions.

Le résultat du calcul du centrage est donné en % de la corde moyenne et en distance relativement au bord d'attaque à l'emplanture. La marge statique (= coefficient de stabilité) conseillée pour un premier

vol est de 3 à 5%. Ca marche à tous les coups quel que soit le type de modèle, de l'oldtimer au canard en passant par l'aile volante.

Une réserve cependant : dans le cas d'un modèle [mal conçu] doté de profils fonctionnant en dessous de leur Reynolds critique (typiquement trop épais pour les Reynolds en cours), le fonctionnement de ce dernier n'est plus linéaire et nécessite une correction vers l'avant en conséquence (de la valeur de la pente moyenne en  $C_m/C_z$  du profil à ces Reynolds, cf. module « Profils », qui est normalement nulle) pour sécuriser le vol à basse vitesse. Par contre, le centrage ainsi calculé devient plus avant quand le modèle évolue au-dessus de la vitesse de Reynolds critique.

On peut ensuite vérifier les calages, en quatre étapes :

Saisir le Cz de réglage (vers lequel le modèle converge manche lâché), typiquement 0.3 (valeur générique convenant à quasiment tous les styles de vol).

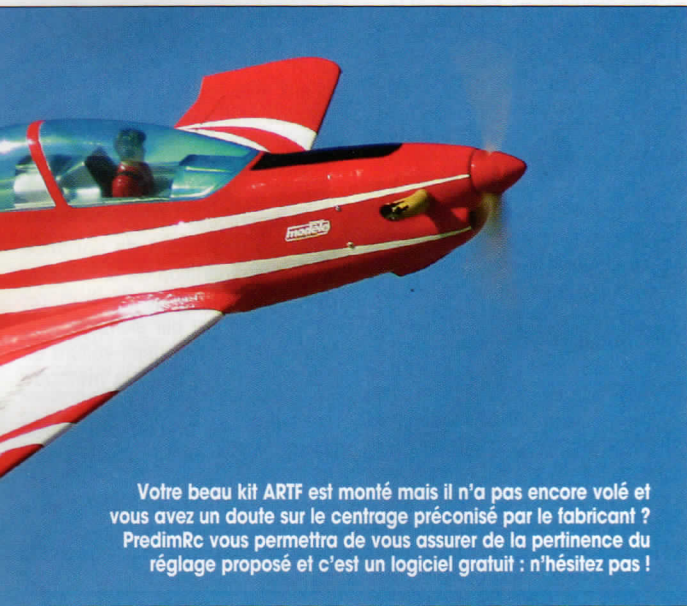
Choisir dans les deux listes déroulantes les profils de l'aile et du stab, ou du moins les profils les plus ressemblants.

Saisir le calage de l'aile mesuré sur le modèle par rapport à l'axe neutre du fuselage (en vue de côté, comme pour un profil).

Lire le calage de stab calculé (toujours par rapport à l'axe neutre du fuselage) et régler le modèle en conséquence.

Pour faciliter son utilisation, PredimRC est livré avec quelques profils précalculés, choisis parmi les plus courants. Sinon, il est possible de trouver une grande majorité des profils modélisés ici :

[http://www.ae.illinois.edu/m-seelig/ads/coord\\_database.html](http://www.ae.illinois.edu/m-seelig/ads/coord_database.html)  
<http://tracfoil.free.fr/airfoils/index.html>



Votre beau kit ARTF est monté mais il n'a pas encore volé et vous avez un doute sur le centrage préconisé par le fabricant ? PredimRc vous permettra de vous assurer de la pertinence du réglage proposé et c'est un logiciel gratuit : n'hésitez pas !

## Les profils

Toujours pour simplifier au maximum son utilisation, les polaires sont gérées dans PredimRC au travers de six Reynolds fixés à l'avance. Cela pourrait frustrer certains utilisateurs avertis, mais ces Reynolds ont été soigneusement sélectionnés pour couvrir, avec un étagement judicieux, l'enveloppe de vol de la majorité de nos modèles, du micro-planeur au petit-gros. Et même un peu plus gros encore, car les calculs au-delà de  $Re=1.5M$  sont couverts par une extrapolation plutôt robuste, disons jusqu'à  $3M$  à  $6M$  suivant les profils.

De même, l'échelle des graphiques ainsi que les couleurs et types de traits des polaires sont fixés à l'avance, tandis qu'on ne peut comparer que trois profils à la fois et seuls les principaux graphiques sont affichés ( $C_m$ ,  $C_z$ , ...). L'interface est en conséquence très simple, la gestion étant assurée par seulement six boutons (quatre pour l'import/export/suppression des profils, un pour les modifications et un dernier pour compacter la base de données) et un sélecteur d'affichage.

L'import d'un nouveau profil est donc très simple : on clique sur le bouton ad hoc, un explorateur de fichier permet de sélectionner le profil voulu (format Selig .dat), puis un panel demande les critères de calculs (notamment « nCrit », à ajuster suivant l'état de surface de l'aile, cf. notice) et ensuite PredimRC s'occupe de tout : import des données de géométrie, pilotage d'Xfoil et récupération des polaires, puis complétion des listes de profils. Il suffit ensuite de sélectionner le nouveau profil pour afficher sa géométrie, ses polaires, ou tout simplement l'utiliser dans les calculs. Parfois les choses

se compliquent un peu, Xfoil n'arrivant pas à calculer certaines polaires. Cela se contourne en relançant les calculs avec une « fausse » modification du profil et en changeant les paramètres de pilotage d'Xfoil (voir notice utilisateur).

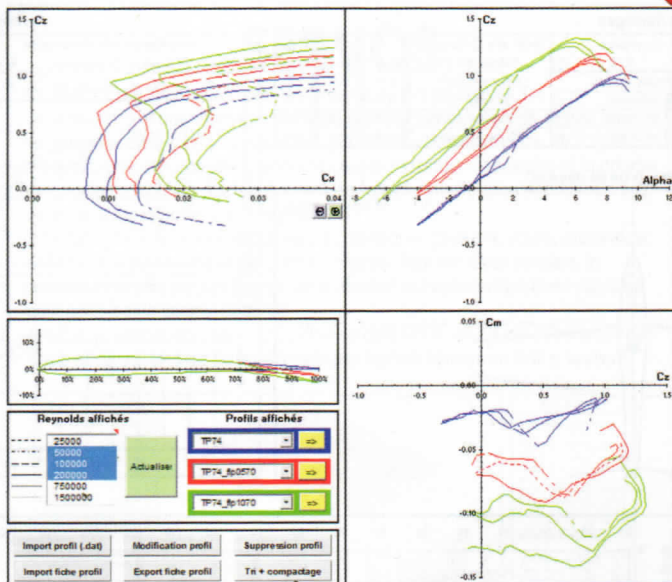
La modification est tout aussi simple : après avoir cliqué sur le bouton « modification », on sélectionne le profil à modifier dans la liste des profils en mémoire, puis on choisit le type de modification à opérer : pour l'instant, changement d'épaisseur ou de cambrure, ajout d'une déflexion de gouverne (affiché ensuite dans le dessin du profil), ajout d'un turbulateur. D'autres possibilités seront ajoutées dans les mois à venir.

On peut aussi exporter les données profils, sous la forme d'un petit fichier excel par profil. Celui-ci contient à la fois les points décrivant le profil et les polaires Xfoil, ce qui permet de les réutiliser dans une autre conception.

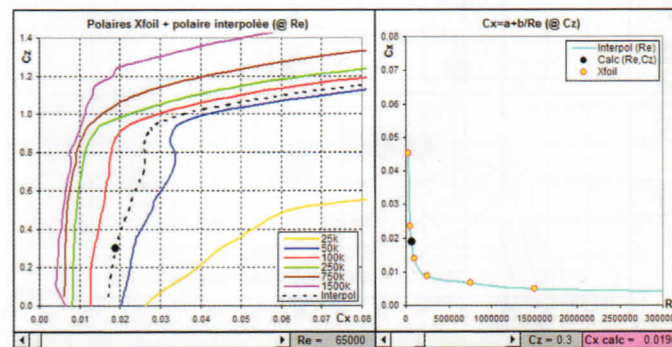
Les données Xfoil sont utilisées de manière totalement automatique par le reste du logiciel, grâce à une fonction d'interpolation qui recalcule le  $C_x$  profil pour chaque couple ( $C_z$ , Reynolds) considéré lors des calculs. Cette fonction est assez étonnante de précision (on dirait du morphing 2D) et de vitesse d'exécution, cette dernière permettant aux calculs de se régénérer en temps réel à chaque modification des données modèles.

## Analyser un peu le modèle

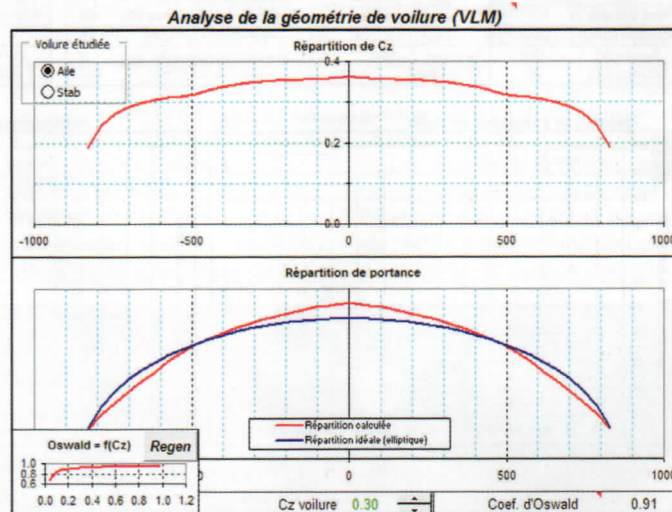
Au-delà des sempiternelles polaires de vitesses en plané, déjà riches d'enseignements, les autres possibilités offertes par PredimRC sont



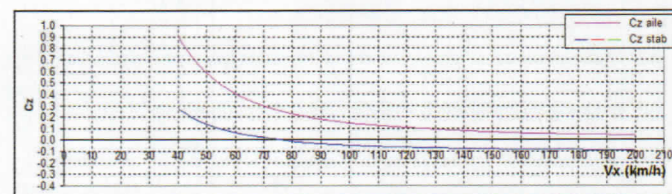
L'écran d'affichage des polaires est entièrement « pré-câblé », ce qui permet de se consacrer uniquement à l'analyse des profils.



L'interpolation  $C_x=f(Re, C_z)$  développée pour PredimRC, particulièrement efficace et rapide, est à la disposition de la communauté modéliste.



Le calcul des répartitions de  $C_z$  et de portance permet d'analyser la qualité de la conception de la voilure et d'anticiper le comportement de l'aile ou du stab au décrochage.

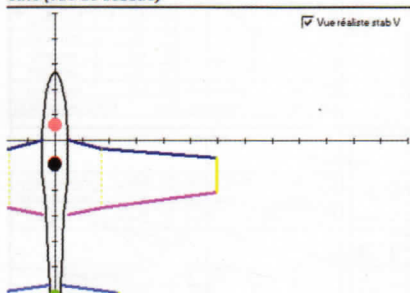


Le graphique d'évolution de  $C_x$  en palier permet d'analyser l'évolution de la charge du stabilisateur en fonction de la vitesse de vol.

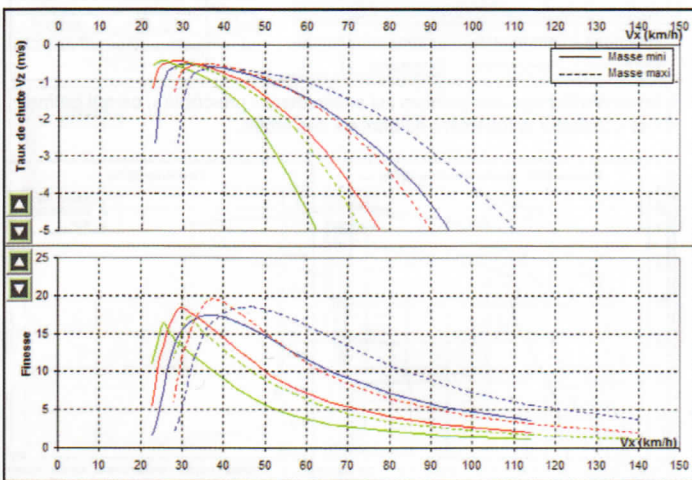
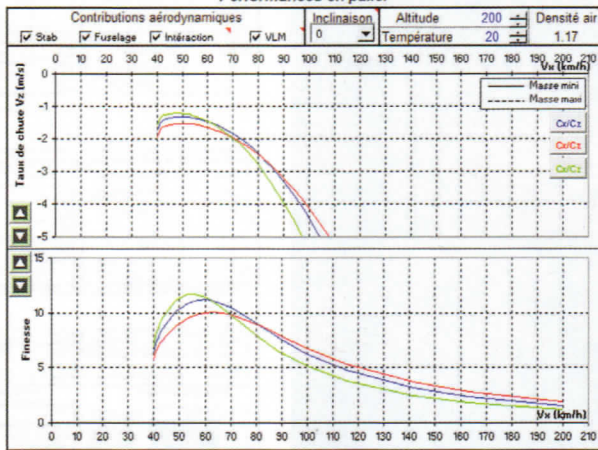
## Réglages

Cz réglage	Incid. aile @ Czreg (°)	1.6	1.6	1.6
0.30	Calage aile (°)	1.6	-0.4	3.6
Profil étudiés	Calage stab (°)	0.6	-0.5	1.8
NACA2415	Vé longi. (°)	1.0	0.1	1.8
NACA2415	Cz aile stab neutre	2.18	2.18	2.18
NACA2415	Cz de stab max	0.09	0.09	0.09

## étrier (vue de dessus)



## Performances en palier

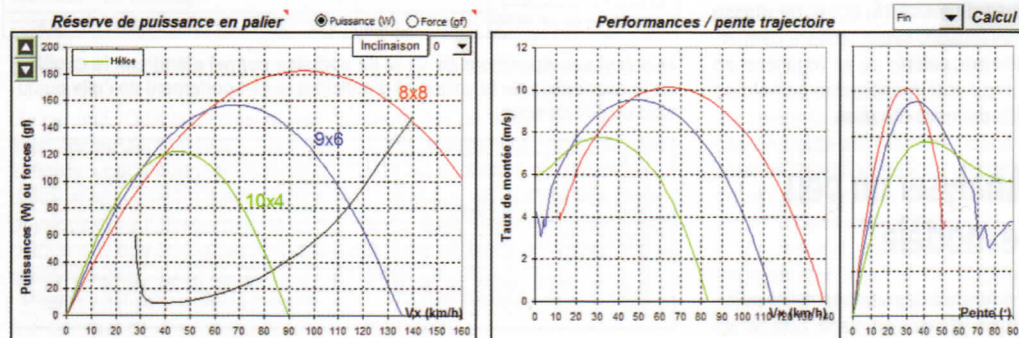
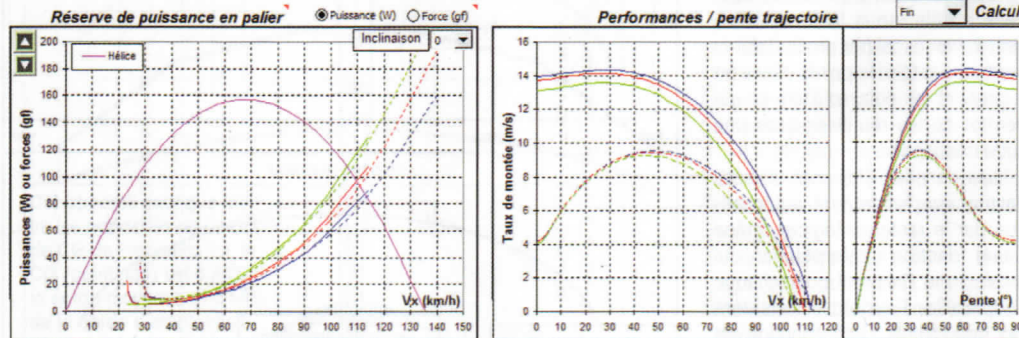


Cet exemple d'étude de l'influence du calage d'aile sur les performances montre qu'elle n'est pas négligeable, surtout avec un fuselage volumineux comme celui de ce P51D.

PredimRC permet aussi d'étudier l'influence des volets de courbure en palier (ici), en virage ou à facteur de charge variable.

Le calcul de motorisation, unique en son genre, permet d'appréhender l'intégralité de l'enveloppe de moteur au moteur.

Accu		Moteur		Détermination GMP		GMP connu		Hélice	
Type	Lipo / Li-Ion	Type	Brushless	Puissance électrique / GMP (W)	473	Régime au sol (tr/min)	12000	Qualité	Moyenne
Nbre éléments	3	Qualité	Moyenne	Puissance électrique totale (W)	473	Régime à vide (tr/min)	17000	Diamètre (")	9.00
Capacité (mAh)	2200	I (A)	45	Autonomie / GMP (min)	2.8	Nombre de GMP	1	Pas (")	6.00
Tension (V)	10.5	Réduction	1 : 1.00	Masse moteur conseillée (g)	118	T statique totale (gf)	1699	T statique (gf)	1699
Décharge (xC)	20	KV (tr/min/V)	1412	Régime au sol (tr/min)	12600				



Le calcul de motorisation, unique en son genre, permet d'appréhender l'intégralité de l'enveloppe de vol au moteur.

vastes et certaines demanderaient de rentrer dans des développements un peu denses, je me limiterai donc ici aux analyses les plus simples et les plus pratiques pour une utilisation de « tous les jours ».

Commençons d'abord par l'analyse de la géométrie de voilure, en deux graphiques donnant la répartition du coefficient de portance (Cz) et la répartition de la force de portance le long de l'envergure. Le calcul se fait par éléments finis (découpage de la demi-voilure en 40x3 éléments) avec la méthode VLM (Vortex Lattice Method).

Le premier graphique est très utile pour prévoir le comportement au décrochage car, pour un profil donné, c'est la zone qui a le plus fort Cz qui décroche en premier. Une bonne répartition de Cz [pour le décrochage] doit donc être décroissante, de l'emplanture jusqu'au saumon, de manière à ce que ce dernier décroche en dernier, ce qui se traduit physiquement par un enfoncement de l'appareil sans perte de contrôle. A contrario, un décrochage qui s'initie dans une zone proche du saumon garantit un départ en rotation sec, ce que les pilotes de voltige apprécient pour les déclenchés. Entre les deux, les machines de course aux pylônes recherchent plutôt une répartition de Cz la plus plate possible pour que le profil travaille de manière homogène tout le long de l'envergure.

Le second graphique permet de quantifier l'écart de rendement de forme de la voilure par rapport à une voilure parfaite (répartition elliptique) de même surface et allongement. Ce rendement est appelé le coefficient d'Oswald et vaut au maximum 1 pour une voilure à répartition de portance elliptique.

Pour jouer sur ces répartitions, on dispose de deux options : modifier la géométrie (en cours de conception) ou ajouter du vrillage (rattrapage possible avec une aile entoillée). Mais cette dernière option est loin d'être la panacée et ne rattrapera que partiellement une aile mal conçue, car le vrillage ne corrige qu'un point (= Cz) de l'enveloppe de vol, les répartitions pour d'autres Cz, surtout faibles, pouvant être calamiteuses pour les performances.

Pour savoir à quel Cz l'appareil vole, un graphique dédié existe pour le vol en palier, en fonction de la vitesse. Celui-ci affiche aussi, pour chaque profil d'aile étudié, la courbe de Cz de stab, qui dépend principalement du Cz de l'aile, du Cm0 du profil d'aile et du volume de stab. On peut ainsi contrôler que le stab n'est pas trop chargé, ce qui a un impact sur les performances et les qualités de vol. C'est typiquement le cas des canards, sur lesquels le stab est généralement aussi chargé que

l'aile et, étant plus petit (Reynolds plus faible), décroche en premier et altère les performances à fort Cz (basse vitesse ou virage serré).

Autre exemple d'analyse simple : si on a la liberté de choisir le calage de l'aile, il est très intéressant d'étudier son influence sur les performances. Pour ceci, rien de plus simple, il suffit de sélectionner trois fois le même profil et d'appliquer à chacun un calage différent : par exemple le calage préconisé par PredimRC pour le Cz de réglage, un calage inférieur de 2° pour le second et un calage supérieur de 2° pour le dernier. On constate alors qu'un calage important (allure queue haute) favorise les faibles vitesses où l'incidence de l'aile est élevée (et donc l'incidence du fuselage faible), tandis que c'est l'inverse pour un calage faible. A cause de l'influence du fuselage, le calage du stab [pour assurer l'équilibre au Cz de réglage] évolue aussi de manière sensible. A noter que les polaires peuvent être étudiées en virage stabilisé, il suffit d'indiquer l'inclinaison du modèle pour avoir directement le résultat.

De la même manière, on peut étudier les polaires d'un planeur à volets de courbure. Il suffit de sélectionner le profil de base et deux profils avec différentes déflexions de gouvernes. On peut aussi indiquer deux masses (par ex. : à vide et ballasté) et afficher simultanément les polaires associées. Cela permet de facilement déterminer le braquage au-delà duquel la performance peut s'effondrer ou devenir trop pointue à exploiter, comme avec 10° de braquage sur l'exemple présent (planeur de 2 m, étudié ici à vide et full-ballast). Par la même occasion, on peut constater l'influence de la courbure sur la vitesse de décrochage (autour de 25 à 30 km/h ici suivant la masse), avec parfois des effets inverses à l'attendu quand les profils sont mal adaptés au modèle.

On pourra remarquer quatre cases à cocher (stab, fuselage, interaction et VLM). Elles sont là à titre éducatif, pour appréhender la contribution de chaque élément aux performances de l'appareil. En effet, suivant les appareils, le fuselage et le stab peuvent amputer de moitié la performance de l'aile seule. D'où l'importance de ne pas oublier ces éléments dans une conception, se concentrer uniquement sur l'aile ou son profil est une erreur.

Non montrés ici, d'autres simulations et calculs sont fournis dans PredimRC. Citons par exemple des polaires à vitesse constante et facteur de charge variable (pour les planeurs et racers de course aux pylônes), un calcul de vrillage pour aile volante, un calcul d'équivalence entre stab classique et stab en V. Encore mieux, les lignes de fonctionnement du profil en Cx/Cz pour les différentes conditions d'études (palier ou virage stabilisé, vitesse constante et facteur de charge variable) peuvent être affichées sous formes de polaires superposées aux polaires Xfoil reconstituées par l'interpolation.

## Motorisation

Sachant calculer les polaires d'un modèle, PredimRC devient aussi un allié précieux pour prévoir les performances au moteur (de 1 à 8 moteurs), ce qui revient à résoudre l'équilibre des forces (traction moteur, portance, traînée et gravité) dans le repère avion pour chaque point de fonctionnement étudié.

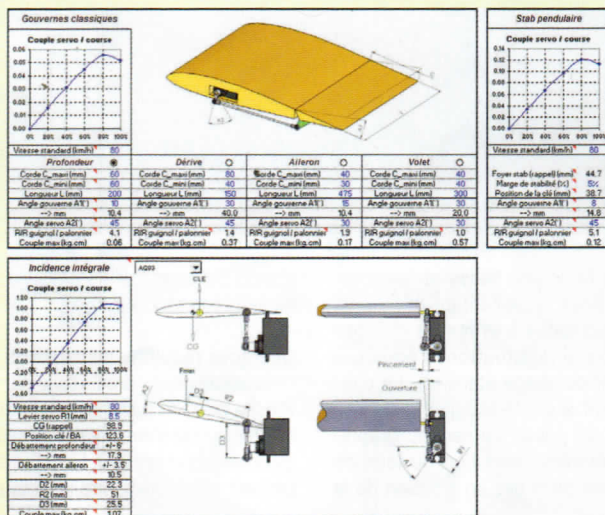
Deux types de calculs sont possibles : soit on connaît déjà la motorisation utilisée, thermique y compris, auquel cas il suffit de saisir les dimensions de l'hélice, le régime plein gaz associé et le régime à vide du moteur. Soit on souhaite déterminer une motorisation, et il faut alors

# SERVOS

Ici, rien de plus simple : on saisit les dimensions des gouvernes, les débattements et une vitesse de vol maxi réaliste (par exemple, la vitesse de vol en palier plein gaz), à déduire des graphiques de performance de l'avion ; PredimRC calcule alors directement le couple maximum nécessaire et la courbe de couple en fonction du débattement, en tenant compte des variations de bras de levier entre le palonnier et la gouverne.

Trois types de gouverne sont distingués : classiques (ailerons, volets, profondeur, dérive), stab pendulaire et incidence intégrale. Pour ces deux derniers, la position de la clé, prépondérante sur le résultat, est automatiquement calculée pour optimiser le couple du servo.

A noter : le couple d'un servo s'exprime en daN.cm ou en kg.cm (c'est le produit d'une force par un bras de levier) mais pas kg/cm comme on le lit si souvent.



La page de calcul des servos est chargée, mais regroupe en fait trois calculs très différents : l'un pour les gouvernes classiques, l'autre pour un stab pendulaire et le dernier pour une aile à incidence intégrale.

saisir des éléments d'entrée : puissance électrique (sous la forme d'un nombre d'éléments d'accu et d'une intensité), réduction éventuelle et dimensions de l'hélice. Les choix se font a priori, ensuite il suffit d'itérer sur ces valeurs pour obtenir le résultat répondant au mieux au besoin à satisfaire (en terme de vitesse max en palier, d'autonomie, de taux de montée, etc.). En sortie, PredimRC délivre les caractéristiques de base

du moteur (KV et masse nue) répondant à ces critères. Une fois la motorisation déterminée, on peut opérer quelques vérifications complémentaires, comme par exemple s'assurer de la réserve de puissance en virage stabilisé.

Les résultats sont donnés dans deux graphiques. Le premier montre l'évolution des puissances (fournie par l'hélice, consommée(s) par l'aéro du modèle), la surface comprise





entre la courbe hélice et les courbes avion représentant la réserve de puissance à la remise des gaz depuis une situation d'équilibre (palier ou virage stabilisé). Le croisement à droite indique la vitesse maxi en palier. Le second graphique montre l'évolution du taux de montée plein gaz en fonction de la

vitesse de vol et l'angle de la pente de montée associé.

### Quelques résultats instructifs :

L'influence du profil d'aile sur la vitesse max en palier et le taux de montée est loin d'être aussi importante qu'on veut bien le croire. Les résultats peuvent aussi être contre-intuitifs, du

moins en apparence. Par exemple, un holtiner fortement motorisé montrera plus vite en lisse qu'avec de la courbure. C'est une question de Cz : sa montée se fait à vitesse élevée, donc faible Cz, contexte dans lequel c'est le profil lisse qui traîne le moins.

La masse du modèle n'influence pas ou très peu, sauf cas particulier, la vitesse max en palier. En revanche, on le savait déjà, elle intervient au premier ordre sur le taux de montée.

Moins la motorisation est puissante et plus le taux de montée est sensible à la pente de la trajectoire, avec une faible marge de manoeuvre. A contrario, une motorisation très puissante offre une large plage de pente de montée.

Le cumul de prise d'altitude au moteur ne dépend quasiment que de la capacité de l'accu, quel que soit le taux de montée. Logique, puisque la quantité d'énergie disponible (= capacité x tension de l'accu) à convertir en énergie potentielle (= altitude x poids du modèle) est toujours la même. Plus finement, comme la masse d'une motorisation est corrélée à sa puissance, viser un taux de montée pas trop important permet même un gain de masse (donc in fine de taux de montée...).

Une motorisation sous-dimensionnée présente à faible vitesse un croisement entre les courbes de puissances (hélice et aéro avion). En dessous de cette vitesse, le moteur plein gaz ne peut vaincre la traînée de l'avion et ce dernier s'enfoncé, c'est le « second régime ».

Pour aller vite, réduire la traînée est toujours, en proportion, plus payant qu'augmenter la puissance moteur. Les racers FAI sont affûtés comme des lames, ce n'est clairement pas un hasard.

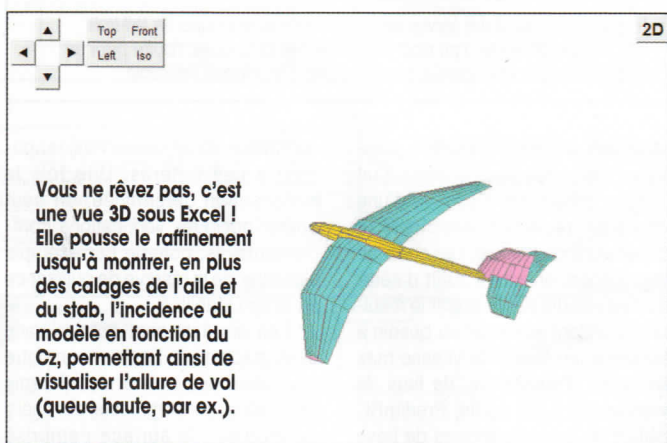
A noter : l'un des usages les plus intéressants d'un outil d'analyse aérodynamique est la comparaison

entre modèles ou configurations de modèle (ex. : masses, allongement d'aile, dimensions d'hélice, etc.). PredimRC offre déjà pas mal de possibilités, qui peuvent être complétées par le logiciel PowerPoint qui permet la superposition avec transparence de copies d'écran des résultats de différents modèles ou configurations. Sur l'exemple du schéma 11, le choix de l'hélice (ici à iso-puissance et modèle) la mieux adaptée à l'usage désiré devient assez évident : la 10x4 est parfaite pour le vol 3D avec des figures verticales et une faible vitesse horizontale, la 9x6 donne un bon compromis entre taux de montée et vitesse horizontale, tandis que la 8x8 donne les meilleures performances, notamment en vitesse de pointe mais aussi ascensionnelles, mais de peu par rapport à la 9x6 et au prix d'une plus grande sensibilité à la pente de montée.

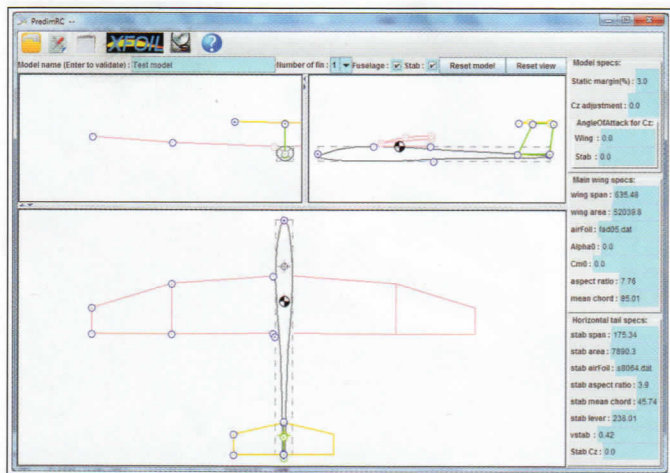
De manière générale, une hélice « carrée » ou presque (pas de valeur proche du diamètre) est souvent plus intéressante, à puissance électrique égale, qu'une hélice à faible pas et plus grand diamètre. En effet, même si elle tire moins fort au sol, sa traction, et donc sa puissance transmise (= traction hélice x vitesse de vol), s'étale sur une plus grande plage de vitesse.

## EN RÉSUMÉ...

**Il faut rester humble, ce logiciel n'a pas la prétention de délivrer des résultats exacts, cela n'a d'ailleurs aucun sens en aérodynamique. Néanmoins, en l'absence d'écarts significatifs entre la modélisation et la réalité (profils et vrillages respectés, pas de train d'atterrissage ou d'accessoire trop proéminent, etc.), les résultats s'avèrent plutôt convaincants. De plus, grâce à son utilisation simple, ses possibilités d'analyse et le rafraîchissement en temps réel des résultats, PredimRC constitue un outil ludique et efficace pour identifier les éléments influant les qualités de vol et les performances de nos avions et planeurs. Et ce n'est pas fini, puisque deux développeurs talentueux sont récemment venus m'épauler : Marco Ricci, bien connu des planeuristes suisses, a - en plus d'un coup de main très appréciable - développé un étonnant affichage 3D surfacique sous Excel tandis que Christophe Levouturier a pris en main la toute nouvelle V4 sous Java, avec une interface graphique très épurée et interactive.**



**Vous ne rêvez pas, c'est une vue 3D sous Excel ! Elle pousse le raffinement jusqu'à montrer, en plus des calages de l'aile et du stab, l'incidence du modèle en fonction du Cz, permettant ainsi de visualiser l'allure de vol (queue haute, par ex.).**



Un petit aperçu de la V4, environ au 2/3 achevée. L'interface utilisateur est très dépouillée, le dessin du modèle étant interactif et se modifiant directement par sélectionner / glisser de chaque point d'interaction.