HAL open science

AVGAS et Heures de vol

Patrick Gilliéron

To cite this version:

Patrick Gilliéron. AVGAS et Heures de vol. 2022. hal-03736095v2

HAL Id: hal-03736095

https://hal.science/hal-03736095v2

Submitted on 9 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

AVGAS et Heures de Vol

Patrick Gilliéron, chercheur indépendant et ex-président d'aéroclub
Membre 3AF commission "Aviation Légère et Machines Dérivées"
rdmfa.pgillieron@orange.fr

Résumé : *la reprise économique post-Covid suivie par la guerre en Ukraine génère des tensions sur les marchés de l'énergie qui se répercutent sur les prix de l'AVGAS déjà élevés comparés au prix de l'essence automobile. Les conséquences de ces tensions sur les tarifs des heures de vol sont analysées à partir d'un modèle linéaire de gestion d'aéroclub sur la période de janvier 2015 à juillet 2022. Les résultats confirment l'influence qu'exercent les aéroclubs à fort effectif sur les aéroclubs à plus faible effectif souhaitant offrir des services identiques sur un même aérodrome. Sauf à condamner leur pérennité ou se positionner sur un créneau innovant, ces derniers doivent se résoudre à réduire leurs charges fixes et/ou à se regrouper pour diminuer les coûts horaires de ces charges.*

1. INTRODUCTION - La reprise économique mondiale tant attendue après la pandémie de la Covid-19 s'est accompagnée, dès novembre 2021, d'une demande accrue de produits pétroliers. Cette demande a généré des augmentations tarifaires des carburants des transports qui se sont amplifiées à partir du 24 février 2022 avec l'agression militaire russe en Ukraine. Le litre du carburant pour l'aviation légère a alors connu des prix encore jamais atteints avec des amplitudes et une temporalité qui contraignent les aéroclubs à revoir mensuellement les tarifs des heures de vol pour assurer leur pérennité. À ces augmentations s'ajoute le proche abandon des livraisons du carburant plombé très largement utilisé par l'aviation légère, prévu au plus tard en mai 2025. Dans ce contexte haussier et incertain du prix de l'énergie associé à la fin programmée des approvisionnements en carburant plombé, cet article analyse l'évolution du tarif de l'AVGAS depuis 2015 et ses conséquences sur la compétitivité et la pérennité des aéroclubs présents sur une même plateforme aéronautique.

2. LE CARBURANT AVGAS - L'AVGAS, ou 100 LL[1], est un carburant destiné aux moteurs d'aviation conçus pour utiliser des carburants à fort indice d'octane[2]. Cet indice élevé s'obtient grâce à l'addition du composé organométallique plomb-tétraéthyl[3] (TEL) produit[4] en Angleterre et dont la concentration, égale à 0.56 g/l, a été divisée par deux depuis sa mise sur le marché [A].

La consommation d'AVGAS en France de l'ordre de 21000 m^3 reste faible, comparée à celle du jet A1 et des carburants routiers, et explique son prix élevé. Les consommations d'AVGAS et de Jet A1 représentaient ainsi 0.042% et 17% de la consommation de carburants routiers en 2020 [1]. Quant au plomb-tétraéthyl, son utilisation pourrait être interdite dans l'Union Européenne dès 2023 [B]. Les constructeurs, les motoristes et autres fédérations et organismes aéronautiques ont cependant jusqu'au 1er novembre 2023 pour déposer des demandes d'exemption mais l'utilisation de l'AVGAS sera définitivement interdite au sein de la communauté Européenne à compter du 1er mai 2025. Cette échéance, induite par la toxicité du plomb-tétraéthyl, fait suite à la directive Européenne « auto oil » 98/69 et 98/70 puis à l'arrêté français du 23 décembre 1999 [C-D] appliqué en métropole aux véhicules routiers depuis le 2 janvier 2000 [2]. **Des carburants de substitution** sont alors proposés par les sociétés TOTAL, BP, Swift Fuel et General Aviation Modifications Inc (GAMI) **à des prix légèrement supérieurs à ceux de l'AVGAS**[A-E].

En parallèle, le parlement européen prévoit d'augmenter la taxe sur les carburants de 0,38€/l en 2023 [F] et la convention citoyenne pour le climat a demandé d'aligner « *la taxation des carburants utilisés pour*

[1] AVGAS pour AViation GASoline - 100 LL ; 100 pour l'indice d'octane, LL pour Low Lead.
[2] L'indice d'octane mesure la résistance à l'auto-allumage d'un carburant utilisé dans un moteur à allumage commandé. Une essence d'indice d'octane 100 se comporte comme s'il était composé à 100% d'isooctane.
[3] Formule chimique du plomb-tétraéthyl : $C_8H_{20}P_b$.
[4] Produit également en Chine mais non exporté.

l'aviation de loisir (AVGAS) au même taux que l'essence pour les voitures particulières (soit 68€/hl, au lieu de 45€/hl) » [G] ; cette augmentation a pris effet au 1er janvier 2022. Au total, les taxes au litre auront augmenté de 0,61€ entre décembre 2021 et 2023.

Ces évolutions, prévisibles de longue date, ont laissé le temps nécessaire aux différents acteurs, pétroliers, motoristes, constructeurs et organismes de formation, pour rechercher des solutions de substitution. La Fédération Française Aéronautique, associée à la société Slovène Pipistrel s'est ainsi engagée dès 2011 à fournir des moyens et des outils adaptés pour préparer ce changement via la mise à disposition d'un avion-école électrique certifié EASA désigné Vélis Électro [3]. La FFA n'ayant pas pour mission de se substituer aux prérogatives des 574 aéroclubs de France pour renouveler les flottes [H], plusieurs d'entre eux ont anticipé cette évolution via l'achat d'avions modernes équipés de moteurs qui fonctionnent au carburant sans plomb en attendant de pouvoir se libérer du recours aux énergies fossiles. Pour les autres, à défaut de disposer d'une trésorerie suffisante capable de contenir les augmentations successives du prix de l'AVGAS, ceux-ci devront acheter ou louer des appareils mieux adaptés à la situation dans un contexte rendu difficile par le nombre important d'aéronefs d'ancienne génération qui se retrouveront prochainement sur le marché de la revente.

Dans ce contexte, compte tenu des contraintes réglementaires et concurrentielles sur un même aérodrome, compte tenu des tarifs des appareils de nouvelle génération, des trésoreries parfois évanescentes et des faibles capacités d'emprunt, les aéroclubs, conscients de leurs responsabilités financières et environnementales, doivent adapter leurs recettes à leurs dépenses. Ces adaptations nécessitent, en premier lieu, d'actualiser les tarifs des heures de vol à l'évolution des prix de l'énergie.

3. ÉVOLUTION DU PRIX DE L'AVGAS - Les évolutions mensuelles et les valeurs annuelles moyennes du prix de l'AVGAS de janvier 2015 à juillet 2022 sont reportées figure 1. Les analyses des évolutions mensuelles (figures 1 et 2) et comparées en pourcentage mois par mois sur deux années consécutives de 2015 à 2022 (figure 3) ne permettent pas d'identifier de variations saisonnières caractéristiques ; seule apparait la tendance baissière sur le premier semestre 2020 liée à l'arrêt mondial d'activité consécutive à la pandémie de la Covid-19. Cette tendance se stabilise ensuite d'août à novembre 2020 (figure 1) pour repartir à la hausse dès le mois de décembre, figures 1, 3 et 4.

Fig. 1 – Évolution du prix du litre de l'essence AVGAS (AViation GASoline) du 1er janvier 2015 au 1er juillet 2022, en Euros (€).

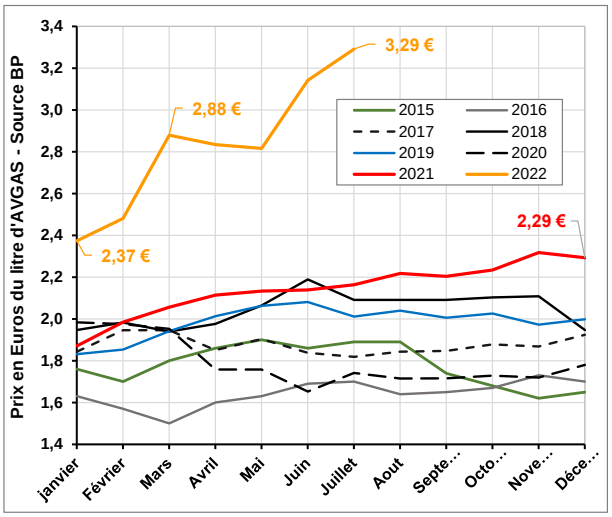

Fig. 2 – Évolution année par année et mois par mois du prix du litre de l'essence AVGAS du 1er janvier 2015 au 1er juillet 2022, en Euros (€).

Le prix de l'AVGAS augmente ainsi respectivement de 67% et 91% entre novembre 2020, mars et juillet 2022. Comparées au mois de novembre 2021, ces augmentations s'élèvent à 24% et 42%, figure 4. Ces augmentations, générées par un accroissement de la demande mondiale de produits pétroliers, se poursuivent continûment sur l'année 2021 jusque fin février 2022, période à laquelle débute l'agression

contre l'Ukraine, figures 1, 2 et 4. Le prix au litre atteint alors la valeur de 2.88€, diminue ensuite légèrement jusqu'en juin pour augmenter et atteindre 3.29€ en juillet 2022, figures 1 et 2. Les valeurs moyennes reportées sur la figure 1 attestent des conséquences cumulées de la reprise économique post-Covid perturbée par la guerre en Ukraine.

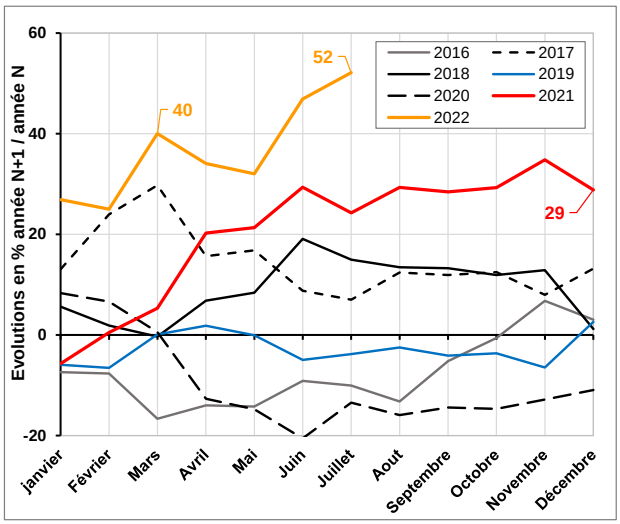

Fig. 3 – Pourcentage d'évolution mois par mois de l'année N+1 / année N du prix du litre de l'essence AVGAS entre le 1er janvier 2016 et le 1er juillet 2022.

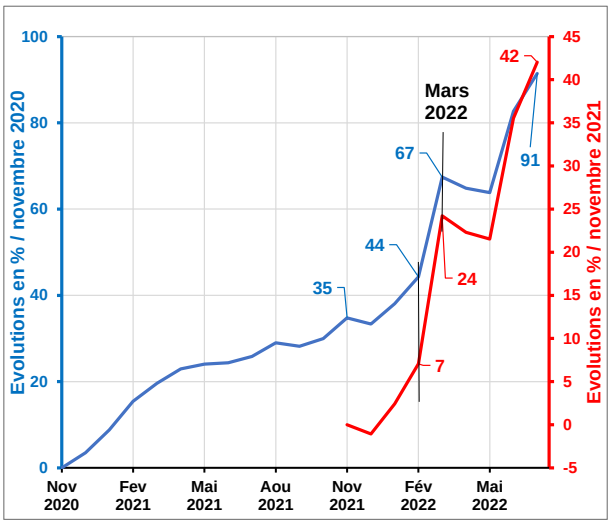

Fig. 4 – Pourcentage d'évolution mois par mois par rapport à novembre 2020 (ord. de gauche), par rapport à novembre 2021 (ord. de droite) de l'essence AVGAS entre le 1er décembre 2020 et le 1er juillet 2022.

Résultats établis sur les tarifs fournis par la société BP (British Petroleum) à l'association chargée de la distribution de carburants aéronautiques au profit de ses membres sur un aérodrome de l'ouest parisien.

4. CONSÉQUENCES SUR LES TARIFS DES HEURES DE VOL -

L'augmentation du prix du litre de l'AVGAS influence le tarif de l'heure de vol pour le seuil de rentabilité de chaque appareil [4]. Sa valeur fixe le tarif horaire au-dessous duquel l'aéroclub ne garantit plus sa pérennité et/ou devient contraint de puiser sur sa trésorerie.

Le **T**arif de l'heure de vol pour le **S**euil de **R**entabilité, noté TSR_i, s'obtient à partir des données capitalisées sur les exercices précédents et des projections effectuées sur l'exercice à venir [4]. Pour des appareils homogènes dont les coûts d'entretien et de réparation sont quasi-identiques[5], **sa valeur pour l'appareil ou classe d'appareils i est donnée par** :

$$TSR_i\ (€/h) = \left(\frac{TChF - TRecF}{\sum_{i=1}^{N} nhA_i}\right)(€/h) + \left(CHE + \frac{TChV}{\sum_{i=1}^{N} nhA_i}\right)(€/h) \qquad (1)$$

avec :

N, le nombre d'appareils de l'aéroclub ;
i, l'indice de l'appareil qui varie de 1 à N ;
$TChF$, le total annuel des charges fixes pour l'aéroclub en € tel que :
$TChF = \sum_{i=1}^{N} P_i TChF$ où $P_i \in]0,1[$ tel que $\sum_{i=1}^{N} P_i = 1$ avec :
$P_i TChF$, la partie des charges totales fixes affectées à l'appareil i ;
$TRecF$, le total annuel des recettes fixes pour l'aéroclub en € ;
nhA_i, le nombre annuel d'heures de vol de l'appareil A_i en heures ;
$\sum_{i=1}^{N} nhA_i$, le total annuel des heures de vol pour l'aéroclub en heures ;

[5] Configuration classique dans les aéroclubs pour les avions dont la puissance des moteurs reste inférieure ou égale à 180 ch. Dans le cas contraire, la démarche consiste à regrouper la flotte par groupe d'appareils équivalents et pondérer les affectations de charges aux coûts réels moyens de chaque groupe.

CHE, la consommation horaire d'essence (*AVGAS ou autre*) en €/h ;
$TChV$, le total annuel des charges variables en €.

Le tarif de l'heure de vol pour le seuil de rentabilité ainsi déterminé suppose que les charges et les recettes affectées à chaque appareil, quel que soit l'appareil, varient proportionnellement au nombre d'heures réellement réalisées et que l'aéroclub réalise le nombre d'heures total $\sum_{i=1}^{N} nhA_i$ sur l'ensemble de sa flotte [4]. Le tarif de l'heure de vol pour le seuil de rentabilité TSR_i, déterminé pour un appareil donné et un prix fixé d'essence au litre, **reste alors indépendant du nombre d'heure.**

Lorsque le prix au litre de l'essence augmente ou diminue, la dépense de consommation (charge variable) varie linéairement par rapport au volume horaire consommé et au nombre d'heures réalisées. Pour un tarif de l'heure de vol distinct du tarif horaire du seuil de rentabilité, le nouveau tarif horaire, noté NTH, s'obtient à partir de la relation :

$$NTH(€/h) = ATH(€/h) + CHE\ (\mathrm{l}/h) * (nvt\ AVGAS\ (€/l) - act\ AVGAS\ (€/l)) \qquad (2)$$

avec ATH, l'ancien tarif horaire ; $nvt\ AVGAS$, le **n**ou**v**eau **t**arif du litre d'AVGAS et $act\ AVGAS$, l'**an**cien **t**arif du litre d'AVGAS.

Cette approche est utilisée par un aéroclub qui souhaite majorer[6] ses prix horaires au-dessus du seuil de rentabilité pour accroître sa capacité d'autofinancement au-delà de sa dotation au renouvellement de sa flotte (rubrique 68 de l'annexe 1) ou qui choisit de minorer son tarif horaire en dessous du tarif du seuil de rentabilité pour rester provisoirement compétitif par rapport aux tarifs d'un autre aéroclub.

Lorsque le tarif horaire à actualiser s'identifie au tarif horaire du seuil de rentabilité déterminé à partir de la relation (1), le nouveau tarif horaire associé au seuil de rentabilité $NTSR_i$ s'obtient à partir d'une des deux relations :

$$NTSR_i(€/h) = ATSR_i(€/h) + CHE\ (\mathrm{l}/h) * (nvt\ AVGAS\ (€/l) - act\ AVGAS\ (€/l)) \qquad (3)$$

$$NTSR_i(€/h) = CHE\ (\mathrm{l}/h) * Prix\ au\ litre\ (€/l) + Cte\ (€/h) \qquad (4)$$

avec $ATSR_i$, l'ancien tarif horaire du seuil de rentabilité.

Le taux de variation du tarif horaire du seuil de rentabilité en fonction du prix du litre d'AVGAS augmente avec l'accroissement de la consommation horaire $CHE\ (\mathrm{l}/h)$ et par suite avec la puissance du moteur. **La constante $Cte\ (€/h)$** de la relation (4) s'identifie au tarif horaire du seuil de rentabilité sans consommation d'essence ; sa valeur **augmente** avec l'accroissement du coût horaire des frais fixes et variables[7] qui croît **avec la réduction du nombre de membres** (350 à 150 membres).

Pour deux appareils i et j de puissances différentes appartenant à un même aéroclub, les écarts tarifaires sont donnés par :

$$Ecarts\ tarifaires^{ij} = TSR_i\ (€/h) - TSR_j\ (€/h)$$

Pour deux appareils de même puissance appartenant à deux aéroclubs de M et N membres avec M<N, les écarts tarifaires fixés par la différence des constantes de l'équation (4) associée aux tarifs des seuils de rentabilité de chaque aéroclub sont donnés par :

$$Ecarts\ tarifaires^{j} = Cte^{j}_{M<N}\ (€/h) - Cte^{j}_{N>M}\ (€/h)$$

Les résultats reportés figures 5 et 6 s'obtiennent sur la base des hypothèses et des chiffres consignés dans l'article [4] pour deux aéroclubs de 350 et 150 membres basés sur un même aérodrome et proposant des services identiques. Ces deux aéroclubs emploient 2 salariés, un mécanicien et un secrétariat, disposent d'un avion pour 25 membres et d'un moniteur pour 20 membres. Chaque membre effectue en moyenne 12 heures par an et le nombre d'élèves représente 20% du total des membres inscrits.

[6] Cas d'un aéroclub unique exerçant son activité sur un aérodrome éloigné des grands centres urbains.
[7] Non associés à la consommation de carburant (taxes, assurances, électricité…).

L'aéroclub de 350 membres dispose ainsi de 14 avions pour 4200 heures annuelles de vol tandis que l'aéroclub de 150 membres compte 6 avions pour 1800 heures, voir le tableau annexe 1. Les valeurs et les comparaisons qui suivent s'obtiennent pour des avions Robin DR400 120 et 180 qui consomment respectivement 25 et 40 litres à l'heure (ordres de grandeur).

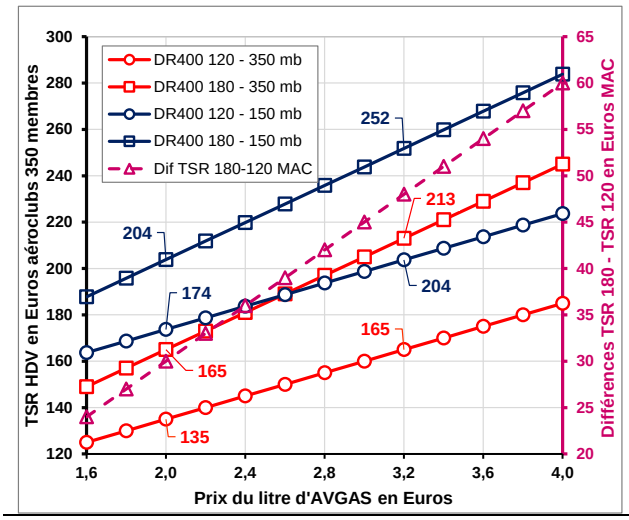

Fig. 5 – Tarifs horaires des seuils de rentabilité en €/h (ordonnées de gauche) et différences tarifaires entre l'heure de vol d'un DR400 120 (25l/h) et DR400 180 (40l/h) d'un même aéroclub (ordonnées de droite) : aéroclub de 150 et 350 membres.

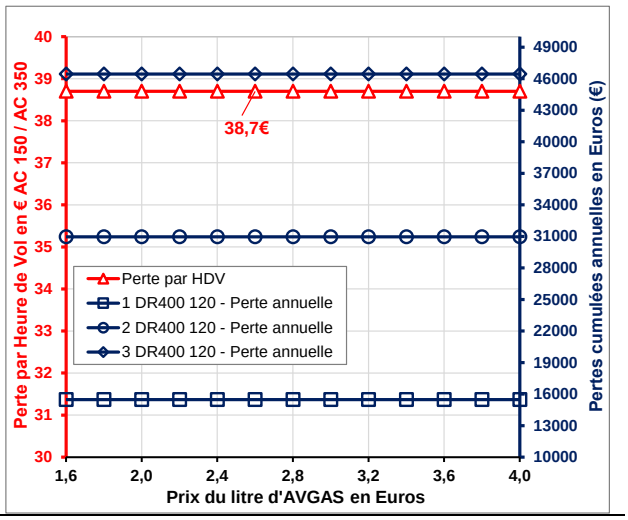

Fig. 6 – Pertes par heure de vol (ordonnées de gauche) et pertes annuelles pour 400 heures (ordonnées de droite) d'un même appareil d'un aéroclub de 150 membres qui alignerait ses tarifs HDV sur ceux d'un aéroclub de 350 membres.

Les charges salariales des aéroclubs de 150 et 350 membres sont identiques (annexe 1), MAC pour Même AéroClub. Les résultats s'obtiennent en référence aux valeurs de l'annexe 1 et sont arrondis à l'unité supérieure.

Pour un même aéroclub et tout appareil lui appartenant, toute augmentation du prix du litre de carburant engendre une variation du tarif horaire du seuil de rentabilité égale au produit de la consommation horaire par la différence entre le nouveau et l'ancien tarif (relations (3) et (4)). **Pour deux appareils de puissances différentes**, le tarif du seuil de rentabilité augmente avec la puissance du moteur (figure 5, ordonnées de gauche) et **la différence des tarifs horaires des seuils de rentabilité augmente avec le prix du litre** (figure 5, ordonnées de droite pour la courbe DR400 120 et 180 MAC). **Pour deux aéroclubs et un même type d'appareil**, les tarifs horaires des seuils de rentabilité augmentent avec la réduction du nombre de membres (figure 5, ordonnées de gauche) mais **la différence**, liée à la structure de l'aéroclub, **reste constante quel que soit le prix du litre (**figure 6, ordonnées de gauche).

Ainsi, **pour un prix au litre d'AVGAS de 3.20€ et un aéroclub de 350 membres**, le tarif horaire du seuil de rentabilité ou tarif horaire minima en dessous duquel l'aéroclub commence à perdre de l'argent, s'élève à **165€/h**[8] **pour un DR400 120**, voir la figure 5. **Ce seuil atteint 204€/h,** soit une augmentation[9] de 39€/h, **pour un aéroclub de 150 membres disposant d'un appareil identique** [4]. Ce tarif engendrera une désaffection dans l'utilisation de l'appareil, voire le départ d'une partie des membres vers un autre aéroclub (*boucle de rétroaction positive*), induira une perte au niveau du compte de résultats et nécessitera de puiser sur la trésorerie [4]. Ces deux dernières conséquences seraient identiques si l'aéroclub choisissait de fixer un tarif horaire inférieur au tarif du seuil de rentabilité pour rester compétitif en s'alignant par exemple sur le tarif horaire du seuil de rentabilité de l'aéroclub de 350 membres ; une configuration classique lorsque plusieurs aéroclubs de tailles différentes coexistent sur un même aérodrome. En choisissant alors de poursuivre son activité dans ces conditions, **l'aéroclub**

[8] À comparer avec 168€/h : tarif fixé par l'aéroclub Dassault de Chavenay en juillet 2022 pour un DR400 120, aéroclub disposant de 2 salariés et comptant près de 350 membres.

[9] 38.7€ pour les valeurs de l'annexe 1, voir la figure 6, ordonnées de gauche.

deviendra déficitaire et/ou vendra à court ou moyen termes des actifs (hangar et/ou avions).

Sont déterminées à titre d'exemple les pertes par heure de vol puis les pertes annuelles pour un, deux et trois appareils DR400-120 que subirait un aéroclub de 150 membres qui alignerait le tarif de ses heures de vol sur le tarif horaire du seuil de rentabilité d'un aéroclub de 350 membres pour 400 heures. Les pertes par heure de vol, fixes quels que soient les types d'appareils considérés (pertes structurelles), et annuelles cumulées sont reportées sur la figure 6. Pour un DR400 120 et les conditions retenues par [4], la perte annuelle cumulée pour 400 heures de vol s'élève à 15480€, 30960€ pour 2 appareils et 46440€ pour 3 appareils (figure 6, ordonnées de droite).

Dans un contexte mondial inflationniste, l'augmentation des prix de l'essence aviation a et aura ainsi des conséquences sur le nombre de membres, dont certains[10] ne peuvent et ne pourront consacrer qu'une somme limitée à leur activité, et sur la capacité qu'auront les jeunes à se former en aéroclub (entre 7000 et 12000€ pour un PPL[11]). Cette augmentation aura également des conséquences sur la pérennité de certains aéroclubs qui devront ajuster leurs tarifs en dessous des tarifs de leurs seuils de rentabilité pour faire face à la concurrence des aéroclubs disposant d'un plus grand nombre de membres sur une même plateforme, sur la capacité des aéroclubs à entretenir et à renouveler les matériels, sur le nombre annuel d'heures de vol effectuées par chacun [4] et par suite sur la sécurité.

Des solutions existent encore pour les aéroclubs qui n'auraient pas anticipé les évolutions liées à la réglementation, à l'urgence climatique et au contexte politique mondial. Outre la perspective de rétrofiter les appareils équipés de moteurs Lycoming ou Continental, **le regroupement d'aéroclubs** pour accroître le nombre de membres, réduire le coût des charges fixes par heure de vol et ajuster les tarifs horaires au niveau des seuils de rentabilité représente une réelle nécessité. En parallèle, chaque aéroclub devra rechercher des solutions pour mutualiser ses moyens telles l'achat de simulateurs pour accélérer la formation et réduire les coûts d'obtention des brevets et de renouvellement des licences. Dans l'attente d'une généralisation de l'avion électrique (batteries et/ou PAC [5]) et du développement d'infrastructures dédiées [6], le recours à l'utilisation d'aéronefs ultralégers de type tubes et toiles pour la formation de base pourrait permettre de réduire de manière conséquente le coût de l'heure de vol (Skyranger [I], Quick Silver [J]). En parallèle, le retour à l'apprentissage sur planeur pourrait constituer une solution pour réduire les coûts tout en améliorant la sécurité des vols.

5. CONCLUSION

La reprise économique post-Covid de novembre 2021 suivie en février 2022 par l'agression russe en Ukraine engendre une augmentation des produits pétroliers qui se répercute sur le prix au litre de l'AVGAS plus élevé que le carburant automobile. L'évolution des prix de l'AVGAS analysée entre janvier 2015 et juillet 2022 ne permet pas d'identifier de variation saisonnière mais fait apparaître une augmentation constante depuis novembre 2021 dont le taux de variation s'accroît depuis le début de l'agression en Ukraine. Cette augmentation sans précédent associée à l'arrêt annoncé des approvisionnements des carburants sans plomb en 2025 contraint les aéroclubs à augmenter les tarifs des heures de vol et à envisager des adaptations de leur flotte aux nouvelles énergies, carbonées ou non.

Les conséquences de ces évolutions sont analysées pour des aéroclubs de 150 et 350 membres ayant recours aux services de deux salariés, un mécanicien et un secrétariat, pour des charges salariales identiques [4]. Pour deux appareils de puissance différente appartenant à un même aéroclub, le tarif horaire du seuil de rentabilité augmente avec la puissance du moteur et la différence des tarifs des seuils de rentabilité augmente avec le prix du litre. Pour deux aéroclubs différents et un même type d'appareil, les tarifs des seuils de rentabilité augmentent avec la réduction du nombre de membres mais la différence entre les deux tarifs reste constante quel que soit le prix du litre.

L'augmentation des prix des carburants fossiles utilisés par l'aviation légère a et continuera d'avoir des

[10] 1/3 des membres d'un même aéroclub effectuent moins de 6h/an [4], page 3.
[11] 40 heures de vol * 175€/heure = 7000€ et 60 heures de vol * 200€/heure = 12000€ : ordres de grandeur.

conséquences sur le nombre de membres, sur la formation des jeunes et la pérennité des aéroclubs. Les aéroclubs qui n'auraient pas encore anticipé les conséquences de ces augmentations et de la suppression prochaine de l'AVGAS doivent dès à présent rechercher des solutions pour s'affranchir des moteurs ne pouvant fonctionner qu'à partir de ce carburant. Les aéroclubs à fort effectif disposent déjà très souvent d'une flotte mixte, composée d'appareils fonctionnant à l'AVGAS et à l'essence automobile, et se sont déjà tournés vers des appareils de nouvelle génération. Quant aux autres, lorsqu'existe un aéroclub à fort effectif sur un même aérodrome, ceux-ci doivent penser à se regrouper, à mutualiser leurs services, à recourir à plus de bénévolat, à l'avion électrique et/ou l'ULM de faible puissance pour la formation et l'entretien des compétences au risque de disparaître sauf à se positionner sur un créneau innovant.

RÉFÉRENCES

[1] Hottin X. ; Les carburants aviation et leur intégration dans un monde moins carboné, Recueil 2019-2020 des conférences 3AF du groupe Ile-de-France, page 18-20, 2022.

[2] Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, rapport de Gérard Miquel et de Henri Revol, fait au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, n° 261 (2000-2001) - 5 avril 2001 : https://www.senat.fr/rap/l00-261/l00-26163.html

[3] Charron J.L. ; président de la Fédération Française Aéronautique (FFA), conférence du 17 novembre 2020, Recueil des Conférences du Groupe 3AF Ile-de-France 2020-2021, Comptes-rendus n°5, page 14, 2022 : https://www.3af.fr/groupe/ile-de-france-8/page/documents#8878

[4] Gilliéron P. ; Éléments de pilotage d'aéroclub, rapport technique, Indépendant. 2020, hal-02948783v4.

[5] Gilliéron P. ; Aviation Légère Électrique Pile à Combustible ou Batteries ? 2022, hal-03509424.

[6] Gilliéron P. ; Perspectives pour une aviation légère autonome, 2014-2015, hal-01216577v4.

LIENS INTERNET

[A] https://www.aopa.fr/interdiction-du-plomb-dans-lessence-aviation-un-pas-de-plus/

[B] https://www.tuv.com/regulations-and-standards/en/eu-five-more-substances-added-to-the-authorization-list-of-the-eu-reach-regulation.html

[C] https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000399371

[D] https://www.citepa.org/fr/2021_09_b05/

[E] https://www.aerobuzz.fr/breves-aviation-generale/la-faa-autorise-lutilisation-du-carburant-g100ul/

[F] https://www.carbone4.com/analysis-fit-for-55

[G] https://reporterre.net/Convention-pour-le-climat-seules-10-des-propositions-ont-ete-reprises-par-le-gouvernement

[H] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/chiffres_federaux.pdf

[I] https://avionetaprincipat.com/products/ulm-skyrangere-80-cv-cabine-elargie-radio-trig-8-33-tarif-ttc-france

[J] http://www.ulmag.fr/index.php?lire=mag2/mag_aff.php&rub=essais&file=quicksilver_sport_2S_070707

ANNEXE 1

RECHERCHE SEUIL RENTABILITE	AVION DR400 120		AVION DR400 180	
PARAMETRES CLUB				
Nb de membres actifs (qui payent) :	350	150	350	150
Nb de membres actifs / avion :	25	25	25	25
Nb élèves (20% du nb total de membres) :	70	30	70	30
Base nb heures/membre/an :	12	12	12	12
Base nb heures/élève/an :	15	15	15	15
Base horaire annuel vol :	**4200**	**1800**	**4200**	**1800**
Nb heures élèves :	**1050**	**450**	**1050**	**450**
Nombre instructeurs (1 inst /20 mbres) :	**17**	**7**	**17**	**7**
Tarif double élève € :	18	18	18	18
Coût essence en € :	2	2	2	2
Assurance RC + bâtiment(s) en € :	4000	4000	4000	4000
Surface hangar(s) en m2/avion :	100	100	100	100
Cout location ADP €/m2 :	11	11	11	11
Forfait taxe atterrissage / an en €/avion :	800	800	800	800
PARAMETRES AVION				
Nb heures avion mini à faire / an :	**400**	**400**	**200**	**200**
Prix HDV avion en € :	135	174	165	204
Consommation horaire € :	25	25	40	40
Assurance par AVION en €/an :	3500	3500	3500	3500
Nb avions aéroclub :	**14,0**	**6,0**	**14,0**	**6,0**
Nb heures amortissement hélice :	2000	2000	2000	2000
Nb heures amortissement moteur :	2000	2000	2000	2000
CHARGES FIXES :				
60 ACHATS	**10000**	**10000**	**10000**	**10000**
Fournitures, entretien club	5000	5000	5000	5000
Fournitures, fuel, eau, électricité	4000	4000	4000	4000
AVGAS (CHV pour Charges Variables)				
Fournitures administratives	1000	1000	1000	1000
Variation de stock				
61 SERVICES EXTERIEURS	**83800**	**38200**	**83800**	**38200**
Assurances avions, RC et hangars	**53000**	**25000**	**53000**	**25000**
Documentation technique (200€/avion) :	**2800**	**1200**	**2800**	**1200**
Entretien & réparation avions (CHV)				
Entretien des locaux (1€/m2/an) :	**1400**	**600**	**1400**	**600**
Location hangar(s), taxes atterrissage (ADP)	**26600**	**11400**	**26600**	**11400**
62 AUTRES SERVICES EXTERIEURS	**28400**	**12600**	**28400**	**12600**
Frais postaux, Internet, Tel, Aerogest (30€/mb) :	**10500**	**4500**	**10500**	**4500**
Services bancaires, commissions, ANCV	1000	1000	1000	1000
Frais instructions (ind. Kms, 500€/an/inst) :	**8500**	**3500**	**8500**	**3500**
Abondements, remises (3€/membre) :	**1050**	**450**	**1050**	**450**
Frais divers (entretien 5€/m2 hangar) :	**7000**	**3000**	**7000**	**3000**
Réceptions (1€/mb/an) ;	**350**	**150**	**350**	**150**
63 IMPOTS & TAXES	**4800**	**2400**	**4800**	**2400**
Taxes foncières (3€/m2) (club house 200 m2) :	**4800**	2400	**4800**	2400
64 CHARGES PERSONNELS	**95000**	**95000**	**95000**	**95000**
Cout annuel salaire secretariat chargé :	35000	35000	35000	35000
Cout annuel salaire mécanicien chargé :	60000	60000	60000	60000
Coût annuel salaire chef pilote chargé :	0	0	0	0
Coût horaire salaire secrétariat chargé :	***8,33***	***19,44***	***8,33***	***19,44***
Coût horaire salaire mécanicien chargé :	***14,29***	***33,33***	***14,29***	***33,33***
Coût horaire salaire chef pilote chargé :	***0,00***	***0,00***	***0,00***	***0,00***
65 INTERETS D'EMPRUNTS	0	0	0	0
66 DETTES (50€/membre) :	**17500**	**7500**	**17500**	**7500**
68 DOTATION RENOUVELLEMENT FLOTTE (50€/mbr) :	**17500**	**7500**	**17500**	**7500**
Total charges fixes à répartir :	**257000**	**173200**	**257000**	**173200**

CHARGES VARIABLES				
Coût hélice neuve € (si loué = 0€) :	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00
Coût moteur remanufacturé € (si loué = 0€) :	35000,00	35000,00	35000,00	35000,00
Coût imprévus (incidents divers…) € :	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Pièces, liquides, maintenance/avion/an :	8000,00	8000,00	8000,00	8000,00
Pièces, liquides, maintenance / an € :	**112000,00**	**48000,00**	**112000,00**	**48000,00**
Provision hélice €/h :	***1,00***	***1,00***	***1,00***	***1,00***
Provision moteur €/h :	***17,50***	***17,50***	***17,50***	***17,50***
Provision imprévus €/h :	***2,38***	***5,56***	***2,38***	***5,56***
Pièces, liquides, maintenance €/h :	***26,67***	***26,67***	***26,67***	***26,67***
Total horaire charges variables €/h :	***47,55***	***50,72***	***47,55***	***50,72***

RECETTES				
Cotisations + Assu casse brevetés :	235,00	235,00	235,00	235,00
Cotisations + Assu casse élèves :	185,00	185,00	185,00	185,00
Entretien compétences brevetés :	0,00	0,00	0,00	0,00
Recettes cot+ Ass Casse + Ent Compéte.	**78750,00**	**33750,00**	**78750,00**	**33750,00**
Tarif permanence (remboursable) :	0,00	0,00	0,00	0,00
Retour permanences (1 mb sur 2)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Vols "Découverte" :	0,00	0,00	0,00	0,00
Location emplacements hangar :	0,00	0,00	0,00	0,00
Retour formation élèves (€/h)	**18900,00**	**8100,00**	**18900,00**	**8100,00**
Retour maintenance extérieure :	0,00	0,00	0,00	0,00
Total recettes Fixes à répartir :	**97650**	**41850**	**97650**	**41850**

- Les valeurs retenues pour chaque item sont identiques à celles retenues pour l'article « Éléments de pilotage d'aéroclub » afin de permettre des vérifications et des comparaisons. De même, seuls les résultats obtenus pour un prix de l'essence AVGAS égal à 2€/l sont reportés dans cette annexe (voir la figure 5).
- Les items repérés en bleu varient linéairement en fonction du nombre de membres, du nombre d'avions et des surfaces de l'aéroclub.
- Les **montants des provisions pour les remplacements des appareils**[12], de l'ordre de 35€/h/appareil (base 250k€ à amortir sur 20 ans à raison de 350h/an) et fonctions de la situation de chaque aéroclub, sont **réduits à une dotation de 50€ par membre** pour minorer les seuils de rentabilité. Des montants supérieurs sont préconisés.
- Les **valeurs reportées** dans ce tableau sont des **ordres de grandeur** qui s'appuient sur des valeurs réelles relevées en 2020 dans un aéroclub installé sur un aérodrome dépendant du Groupe ADP. Ces valeurs sont à actualiser en fonction de la situation géographique de l'aérodrome et des charges des aéroclubs.

Évolutions par rapport à la version du 22 juillet 2022.

- Page 1, paragraphe 2 « Le carburant AVGAS », second paragraphe, 6ème ligne, correction 1er novembre 2023 au lieu de 1er mai 2023.
- Page 3, légende de la figure 3, « entre le 1er janvier 2016 » à la place de « entre le 1er janvier 2015 ».
- page 3, légende de la figure 4, « entre le 1er décembre 2020 » à la place de « entre le 1er janvier 2015 ».

[12] Provisions rarement intégrées au sein des petits aéroclubs qui disposent de peu de trésorerie et qui doivent maintenir des tarifs inadaptés à leur pérennité compte tenu de la présence d'aéroclubs comptant plus de membres et disposant de plus de moyens sur une même plateforme.