



Par **Michel Barry**,
pilote professionnel,
ingénieur aéronautique.

Circuit d'aérodrome Numéro 2, contact visuel impératif sur numéro 1!

Même en circuit de piste contrôlé, le pilote doit rester vigilant à l'égard des autres trafics.
Etude de deux cas récents, suivie de recommandations et conseils.

La collision en vol est un danger permanent pour notre activité. Malgré les équipements toujours plus élaborés destinés à l'éviter, nous assistons périodiquement à des abordages graves entre des appareils qui ne se sont pas vus. Dans notre numéro 786 de septembre 2021, nous examinons douze événements d'abordages survenus dans des circonstances variées (croisière, survol de sites, circuits d'aérodrome) et nous tirions des recommandations d'ordre général.

Depuis deux événements (une collision et une quasi-collision), très similaires quant à leurs circonstances, ont été rapportés par le BEA. Tous deux se sont déroulés en circuit d'aérodrome alors que les deux pilotes impliqués étaient en contact avec la tour. Tous deux ont comme point commun le fait que les appareils n'ont pas exécuté exactement le même circuit et que l'un d'eux, sans que son pilote n'en fût conscient, est venu perpendiculairement couper la route à l'autre :

- à Chambéry Aix-les-Bains, un Breezer 600 a coupé la route à un PA-28 qui était en fin de sa branche vent-arrière.
- La collision n'a pu être évitée et le pilote du Breezer a été tué ;
- à Lyon-Bron, un DR400 a convergé vers un PA-28 qui était établi en courte finale. L'intervention du contrôleur a permis d'éviter la collision.

Les rapports du BEA décrivent comment, dans les deux cas, des appareils en circuit d'aérodrome, se sont percutés ou ont failli se percuter. Aucun des pilotes n'a jamais pris conscience assez tôt de la réalité et de la cinématique des mouvements de l'autre avion dans le circuit d'aérodrome, bien qu'il en ait eu connaissance, qu'il soit « numéro 1 » ou « numéro 2 ». Dans un cas, pour le pilote, son statut de numéro 1 le positionnait vraisemblablement devant l'autre avion. Dans l'autre cas, son statut de numéro 2 lui a semblé suffisant, pour qu'en suivant ce qu'il pensait être la trajectoire correcte et qui en était très proche, il reste derrière le numéro 1, donc à l'abri de tout risque de collision.

Dans les deux événements, les facteurs humains, tels qu'ils se sont manifestés au cours des quelques minutes lors desquelles les deux situations sont devenues conflictuelles, expliquent les scénarios. En particulier comment les différentes charges techniques ou mentales liées au rôle du pilote pendant le circuit d'aérodrome peuvent l'empêcher de surveiller l'extérieur, notamment les autres appareils dans le circuit.

D'abord, la communication avec le contrôle. Pour des pilotes peu ou moyennement entraînés, il est difficile de se représenter l'ensemble du trafic à partir seulement des informations en provenance du

contrôleur. La volonté de bien les comprendre, afin de les exploiter correctement, génère souvent un stress qui engendre des questions. Mais le pilote ne les pose pas toujours au contrôleur. Il navigue alors dans une dangereuse incertitude au lieu de montrer qu'il a mal compris une information de trafic. Elle est pourtant souvent vitale. Ainsi il ne demande pas le lever du doute provenant la plupart du temps du fait qu'il ne voit pas l'autre avion. Il n'ose pas dire qu'il l'a perdu de vue. L'art subtil de s'imposer tout en respectant les consignes s'accroît avec l'expérience. Face à un contrôleur très à l'aise dans la conversation, parce que c'est son métier et qu'il le pratique tous les jours, un pilote exécutant quelques dizaines d'heures de vol dans l'année se sentira malhabile. Le changement de langue peut également jouer le même rôle. La peur de mal faire pourra cantonner le pilote dans l'exécution immédiate de la dernière consigne telle qu'il l'a perçue ou telle qu'il l'a comprise.

Dans les deux cas, les virages qui ont provoqué des situations conflictuelles ont été exécutés sans que les pilotes n'aient conscience d'aller couper la route à un autre avion, mais simplement car ils pensaient suivre une trajectoire correcte ou obéir à un ordre du contrôle. Du point de vue réglementaire, dans une étude des abordages couvrant une période de dix ans, le BEA pointait déjà une sorte de décharge apparente, hors respect des obligations du pilote VFR, concernant la responsabilité de certains quand ils évoluent en espace contrôlé. Pourtant en espace de classe D, la réglementation est formelle : le pilote assure les espacements et sa séparation avec les autres aéronefs. Dans les recommandations de l'étude destinées à réduire les risques d'abordage, on pouvait déjà en 1999 lire : « *La connaissance parfaite et régulièrement actualisée des espaces aériens est indispensable pour connaître obligations et services rendus, ainsi que les interactions avec les autres vols (à vue ou aux instruments).* » Traduisons : si les pilotes avaient su ici (et avaient appliqué) qu'en espace de classe D, le contrôle n'est pas chargé de la séparation des trafics mais seulement de la prévention des abordages dans la mesure du possible, ils auraient peut-être cherché plus activement à voir l'autre appareil en circuit d'aérodrome ; et non attendu de recevoir un ordre de séparation ou d'évitement.

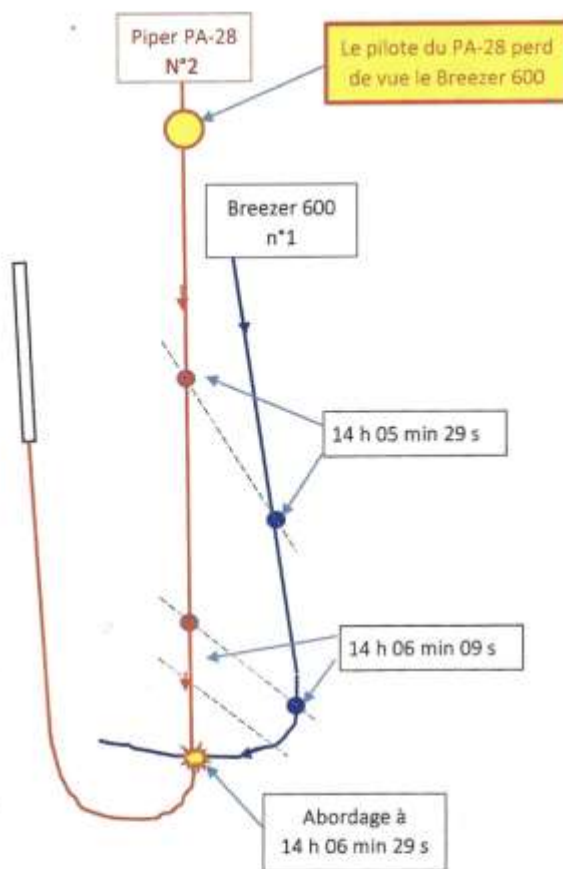
Alors comment réussir à faire en sorte que les connaissances théoriques réglementaires acquises par les pilotes dans leur formation et tout au cours des contrôles de vérification de compétences deviennent disponibles et s'appliquent concrètement une fois qu'ils sont aux commandes ? Nos recommandations finales tentent de répondre à la question.

En consultant les REX, nous trouvons huit incidents en circuit d'aérodrome, plus ou moins graves, en trois mois. Nous vous invitons à les consulter sur le site de la FFA.

[3NNOCFOA12Q](#) [3NNOCDCQOKW](#) [497Y96QWETS](#) [3FZ6MXKIKOD](#) [QJTV5WQZ65](#) [4FBQ3EX8FFP](#) [4C2QRH2JT4](#) [3FVM95MK5TA](#)

A. Deux évènements très semblables, collision ou quasi-collision, en circuit d'aérodrome

1. Collision de deux appareils (Piper PA-28 et Breezy 600) à Chambéry Aix-les-Bains (73) le 16/05/2017. **Figure 1.**
Voir lien #1 sur notre site.



Les pointillés montrent que le gisement sous lequel le PA-28 voyait le Breezy 600 a peu varié au cours des dernières secondes. Au contraire, en virant à droite le Breezy pouvait voir le PA-28 de plus en plus vers l'avant (gisement en diminution).

Deux appareils, un Breezy 600 (numéro 1) et un Piper PA-28 (numéro 2), sont dans le circuit de l'aérodrome de Chambéry Aix-les-Bains. La visibilité est bonne. Dès le début de la branche vent arrière pour la piste 36, le pilote du PA-28 perd de vue le Breezy 600. Mais d'après le dernier contact visuel, l'instructeur à bord du PA-28 (n°2) estime le Breezy (n°1) largement devant lui dans le circuit d'aéro-

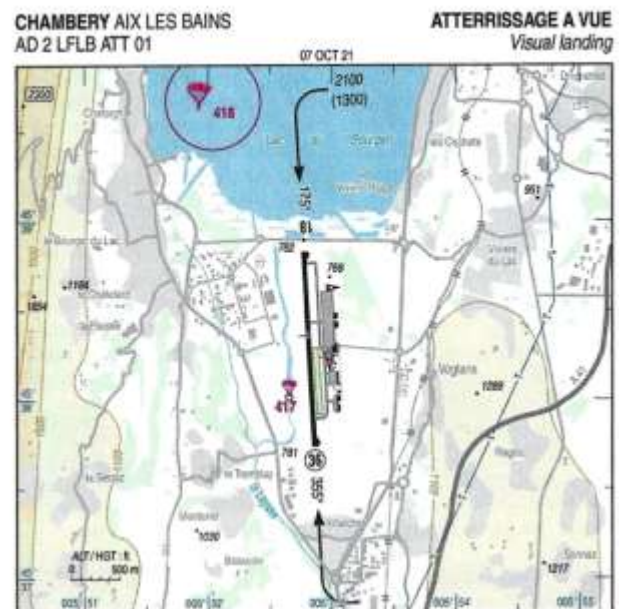


Figure 1. Trajectoires schématisées des deux appareils Piper PA-28 et Breezy 600, une minute avant la collision, issues du rapport du BEA. Les interprétations par les pilotes du circuit d'aérodrome tel que publié sur la carte VAC sont correctes pour les deux appareils. Pourtant elles sont très différentes ! Pas d'exigence de trajectoire pour la branche vent arrière. Peut-être une des raisons pour lesquelles les pilotes des deux appareils, qui connaissaient l'un et l'autre l'existence et la proximité de l'autre aéronef, n'ont pas réussi à établir le contact visuel avec l'autre appareil ? Sinon au tout dernier moment de la part du PA-28.

drome et il ne s'en préoccupe plus, poursuivant même un exercice avec son élève. Lorsque le PA-28 arrive vers la fin de la branche vent arrière, son équipage (instructeur + élève) recherche visuellement un appareil plutôt en étape de base, voire déjà peut-être en finale. Donc plutôt vers la droite, comme ce fut le cas lors d'un circuit précédent. Or dans ce nouveau circuit d'aérodrome, le Breezy a

effectué à 75 kt un circuit plus éloigné de la piste que le PA-28 (donc à gauche du PA28) qui vole à 106 kt. Ainsi, sans s'en apercevoir, le pilote du PA-28 a partiellement rattrapé son retard sur le Breezer – la différence de vitesse de l'ordre de 30 kt induisant un rapprochement de l'ordre de 1/2 NM par min de vol –, s'apprêtant à le dépasser par la droite à une altitude sans doute très voisine, sans toutefois le voir, donc sans être conscient que les deux appareils se rapprochaient. Après avoir obtenu la clearance, le pilote du Breezer, conscient de sa qualité ou de sa priorité de numéro 1, n'a pas hésité à virer en base. Le contrôleur lui avait demandé de rappeler en finale et lui avait confirmé sa place de n°1. Lors de cette manœuvre, le Breezer a coupé la route du PA-28 qui prolongeait sa finale. La collision a donc eu lieu entre le PA-28 en branche vent arrière et le Breezer, qui venait de virer en étape de base.

La situation est devenue dangereuse quand l'équipage du PA-28, qui en qualité de n°2 n'aurait pas dû perdre de vue le Breezer, a relâché son attention. Dans les secondes qui ont suivi, les deux pilotes ont alors construit mentalement une probable représentation de leur position qui était loin de la réalité :

- le pilote du PA-28 : « J'ai perdu l'autre appareil de vue. Mais il est devant moi et dès qu'il virera en étape de base, je le verrai sur ma droite. » En réalité en fin de vent arrière, le Breezer était à gauche du PA-28 ;

- le pilote du Breezer : « Aucune inquiétude, je suis devant, j'ai été confirmé n°1 et j'ai obtenu la clearance pour atterrir. » (Message de la tour : « Reçu Delta Fox numéro 1, rappelez finale 36 principale. »)

Bien entendu, la malchance a joué un rôle et une brève indisponibilité du contrôleur ne lui a pas permis de comprendre assez tôt que la situation devenait conflictuelle. Dans ce cas, comme dans celui qu'on va examiner ensuite, la priorité du pilote du PA-28 était de rechercher à tout prix l'appareil qu'il savait très proche et dont la disparition soudaine de son champ visuel était anormale et inquiétante. Tous les moyens auraient dû être mis en œuvre pour rétablir le contact visuel qui, de surcroît, n'aurait jamais dû être perdu. Quant au pilote du Breezer, bien que numéro 1, il aurait dû, comme à chaque fois que l'on se prépare à virer, vérifier qu'il ne coupait la route à aucun autre appareil, ce que permettait aisément son aile basse. Une éventualité à toujours envisager surtout dans un circuit d'aérodrome quand on sait qu'on n'est pas seul. Les bonnes vieilles règles du vol en régime VFR conservent toutes leurs vertus en espace aérien contrôlé.

En lisant en détail le rapport du BEA, on constate que les multiples systèmes (radar au sol, alarmes de proximité) se sont révélés inutiles : information radar trop imprécise, alarme de proximité souvent neutralisée pour cause de déclenchement intempestif, MFD (Multi-Function Display) incapable d'indiquer de quelle direction vient la menace. Ces informations confortent dans l'idée que « Voir et éviter » reste la règle maîtresse.

Sachez aussi qu'en cas d'urgence, personne ne vous fera grief d'avoir improvisé un message radio d'urgence hors de la phraséologie officielle. S'adresser directement à un autre avion pour lui demander où il se trouve, et s'il vous voit, n'est pas une infraction grave et fait gagner de précieuses secondes.

On notera qu'autour de beaucoup d'aérodromes, l'absence de repères fixes et impératifs, pour bien baliser les circuits, génère des trajectoires aux tracés très différents d'un pilote à l'autre. D'une part, il est ainsi plus difficile de détecter les avions dans le circuit, car ils peuvent se situer là où on ne les attend pas. D'autre part, le virage vers l'étape de base (tout comme les autres virages du circuit) peut devenir l'occasion de couper la route d'un appareil dont le pilote prolonge davantage sa branche vent arrière que le précédent.

2. Quasi-collision entre deux appareils (un DR400 et un Piper PA-28) à Lyon-Bron (69) le 11/12/2021. Figure 2.

Voir lien #2 sur notre site.

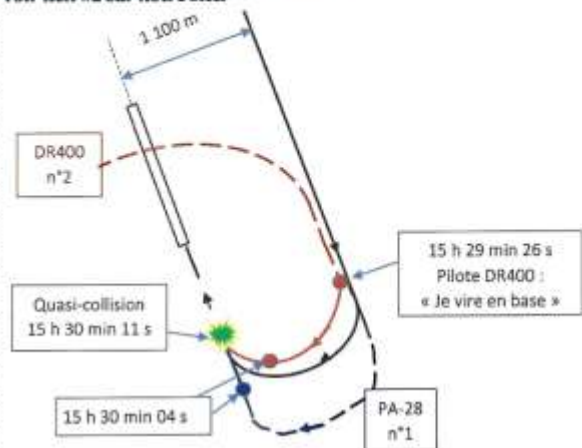


Figure 2. Reconstitution schématique des trajectoires des deux appareils DR400 et Piper PA-28 avant la quasi-collision. D'après les informations chronologiques du rapport du BEA reportées sur la carte VAC et du tracé de la trajectoire sur la tablette du pilote du DR400. Le DR400 a viré à 15 h 29 min 26 s en étape de base, « un peu court par rapport au PA-28 » d'après le contrôleur.

A noter que pour cet aérodrome, enserré entre les cercles bleus, la distance de seulement 1100 m entre la branche vent arrière et la piste ne permet pas de tracer une étape de base avec sa partie rectiligne. Ainsi le pilote dispose de moins de temps pour effectuer son arrivée et surveiller les autres trafics que sur les aérodromes habituels où la branche vent arrière est plutôt à 2 ou 3 km de la piste. De surcroît dès qu'il quitte la branche vent arrière, l'appareil est pratiquement toujours en virage, ce qui ne favorise pas une bonne surveillance de la finale en cours, quand il y en a une, notamment pour les appareils à aile basse comme le DR400. Sans oublier la difficulté accrue par l'exécution d'un circuit plutôt proche de l'exercice « circuit standard » que du circuit d'aérodrome normal plus courant. Voir figure 3.

Deux appareils, un Piper PA-28 (numéro 1) et un Robin DR400 (numéro 2) sont dans le circuit de l'aérodrome de Lyon-Bron. La visibilité est bonne. Dans le DR400, un pilote et un passager sont de retour d'un vol local. L'appareil vient de s'intégrer dans le circuit en milieu de branche vent arrière. Dans le PA-28, un instructeur et son élève effectuent des circuits d'aérodrome. Le pilote du DR400 s'annonce en fin de branche vent arrière et la tour, dès le premier contact, lui indique qu'il est numéro 2 derrière un PA-28 tout en lui demandant de rappeler en finale. En interprétant l'information comme « une invitation » à se diriger vers la finale, le pilote du DR400 en déduit une première fois que sa sécurité est assurée, notamment le risque d'abordage avec le numéro 1. Il vire vers la finale après en avoir informé le contrôleur, selon une trajectoire très proche de celle de la carte VAC, à laquelle il est accoutumé.

Il ouvre l'œil mais, malheureusement, pas dans la bonne direction car ce n'est pas à droite qu'il situe le PA-28 n°1 mais bien devant. Le contrôleur ne répond pas, donc le pilote considère sa manœuvre approuvée, ce qui le rassure une deuxième fois.

Attention ! Si vous êtes numéro 2 au moment des messages radio, et même sans réponse du contrôleur, rien ne garantit que vous ne rattraperez pas le numéro 1 en un point quelconque du circuit, notamment en finale si vous n'avez pas suivi la même trajectoire que lui. Le pilote du DR400 n'établit pas le contact visuel avec le PA-28 déjà en finale, mais il poursuit son virage :

- quasi certain qu'étant numéro 2, le PA-28 est devant lui, voire déjà posé ;
- probablement en étant en virage à droite continu.

En effet la distance de seulement 1100 m à Lyon-Bron entre la branche vent arrière et la finale se parcourt en un large virage de 550 m de rayon. Pas à proprement parler une étape de base contenant une partie rectiligne.

On remarque en effet qu'à 90 kt ($V = 45 \text{ m/s}$) incliné à 20° ($\alpha = 20^\circ$; $\text{tg } \alpha = 0,36$), on décrit un virage de rayon $R = 570 \text{ m}$ ($R = V^2/g, \text{tg } \alpha = 45^2/9,81 \times 0,36 = 570 \text{ m}$).

Ce qui ne laisse aucun répit pour placer un segment rectiligne à inclinaison nulle qui faciliterait pourtant la recherche d'un éventuel trafic en finale. Surtout à bord d'un appareil à aile basse comme le DR400. Cette particularité qui rapproche à Lyon-Bron le circuit d'aérodrome normal d'un circuit standard doit rendre les pilotes plus attentifs, car elle complique les arrivées en les accélérant, donc au détriment de leur disponibilité, notamment de ceux peu entraînés.

En général, on conseille d'adopter des procédures plutôt moins expéditives et surtout, ce qui est le thème de notre message Sécurité de ce mois-ci, de bien prendre le temps quand on est numéro 2 d'établir ou de rétablir à tout prix le contact visuel avec le numéro 1 avant toute manœuvre. Par tous les moyens :

- en se faisant assister du contrôleur s'il a une vue globale de la situation. Ce qui peut ne pas être toujours possible (information de trafic sollicitée par le pilote) ;
- en établissant un contact-radio direct avec le numéro 1 : « Ici numéro 2, numéro 1 je ne te vois pas, où te trouves-tu dans le circuit ? » Peu protocolaire, mais toujours efficace.

B. Conseils, recommandations en circuit d'aérodrome

1. Au numéro 2 qui peut perdre de vue le numéro 1.

- A caractère préventif : aérodrome sans radio, aérodrome en auto-information, aérodrome contrôlé, la règle est toujours la même en régime VFR : « Voir et éviter ». Chaque pilote ne progresse et ne

manœuvre dans le circuit d'aérodrome que s'il a établi le contact visuel avec les autres aéronefs supposés être devant lui. En partance vers les terrains non contrôlés, il est toujours prudent de téléphoner auparavant pour se renseigner, entre autres, sur l'activité en cours. En auto-information ou sur les aérodromes contrôlés, on utilisera la radio pour chercher à établir une image de la circulation au moment où l'on arrive. Une fois les autres appareils repérés, on ne les quittera plus des yeux.

- A caractère curatif : je suis numéro 2 (ou 3 ou 4), je viens de perdre le contact visuel avec l'avion qui me précède, donc qui ne me voit pas, même s'il est informé de ma présence dans le circuit. J'utilise tous les moyens pour rétablir le contact visuel. J'utilise l'information de trafic jusqu'à rétablir ce contact. En cas d'échec, je modifie sans brutalité ma trajectoire vers le secteur le plus probablement opposé à celui où je suppose que l'avion perdu de vue se trouve. Par exemple il était à gauche et un peu au-dessus de moi quand je l'ai vu pour la dernière fois, je m'écarte un peu à droite, sans monter, en prévenant par radio de mon intention et de la raison de ma manœuvre.

2. Au numéro 1.

Même si le numéro 1 peut se considérer en principe en avance et détenteur d'une certaine forme de « priorité » sur les autres appareils du circuit, il n'est pas, comme nos deux exemples le montrent, à l'abri d'un abordage dont il peut se sentir en partie responsable. Donc qu'il devrait pouvoir éviter. En particulier :

- il doit chercher à s'informer si les appareils qui le suivent sont plus rapides et risquent d'arriver à sa hauteur. En cas de doute, par la radio (auto-information ou aérodrome contrôlé), une question sur la fréquence obtiendra une réponse, soit rassurante (l'espacement est bien conservé), soit inquiétante, par exemple un appareil plus rapide est arrivé à ma hauteur. La tour prévenue de la situation réorganisera aussitôt l'ordre des finales respectives. En auto-information, les pilotes conviendront sans ambiguïté d'une stratégie simple et adapteront si c'est possible les branches du circuit d'aérodrome. Par exemple, le pilote dépassé rallongera sa branche vent-arrière pour mieux s'espacer ensuite avec l'appareil le dépassant lorsqu'il aura viré en étape de base. Il informera les autres appareils des raisons de sa manœuvre ;
- les risques essentiels associés au numéro 1 en circuit d'aérodrome sont illustrés par nos deux exemples :
 - couper la route en virant en étape de base à un appareil numéro 2 qui prolongerait sa branche vent arrière davantage que prévu. Cas de l'accident de Chambéry ;
 - être percuté en finale par un autre appareil qui aurait exécuté son étape de base plus près de l'aérodrome. Cas de la quasi-collision de Lyon-Bron.

3. A tous les appareils.

La plus grande densité de la circulation en circuit d'aérodrome accroît le risque d'abordage.

La meilleure garantie pour la sécurité consiste pour tous les appareils à suivre les mêmes trajectoires et à une altitude voisine. A nous de bien chercher à décoder la cinématique (trajectoires, vitesses) de la circulation, quitte à nous faire assister par le contrôle dès que nous ne la comprenons plus tout à fait.

Comme le rappelle le BEA à propos des deux événements ci-dessus : dans les espaces aériens de classe « D », la séparation des vols VFR n'est pas assurée. Le règlement d'exécution (UE) n° 923/2012, dit « SERA » (Règles de l'air européennes normalisées), aux paragraphes SERA.6001 et 5025 b, précise en effet que « le contrôle délivre des renseignements sur

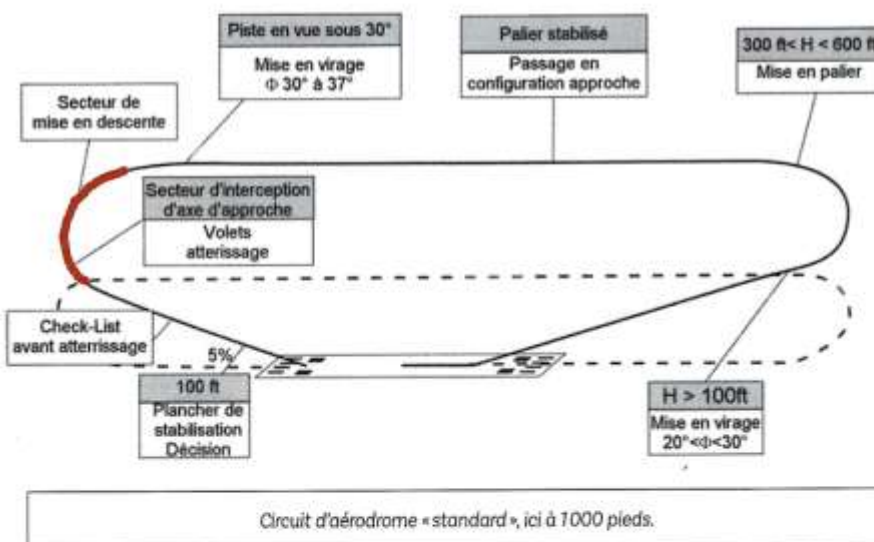
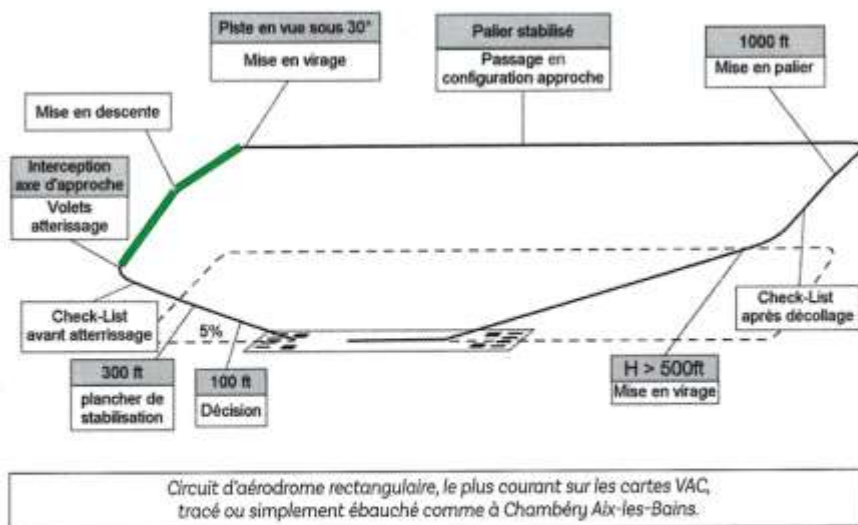


Figure 3. Différences entre circuit d'aérodrome rectangulaire et circuit standard à 1000 pieds. Figures extraites du « Guide de l'instructeur de l'ÉNAC ». L'étape de base du circuit normal, rectangulaire, est plus longue et présente un tronçon rectiligne avec mise en descente. Sa réalisation pour des pilotes moyennement entraînés est plus facile que celle du circuit standard en général plus court et qui exige une bonne calibration en trajectoire et en hauteur des deux virages de 180°.

la circulation des vols IFR/VFR et VFR/VFR ainsi que des suggestions de manœuvre d'évitement sur demande.»

Ainsi dans les espaces D (et a fortiori E et F), le contrôleur n'assure pas de jour la séparation des vols VFR. Il assure seulement l'information de trafic. Toutefois en cas d'urgence le contrôleur pourra donner un « ordre impératif » destiné à éviter un abordage, ce qui a parfaitement réussi à empêcher la collision à Lyon-Bron quand le contrôleur a demandé à un pilote de remettre les gaz. Autrefois, l'absence de radio obligeait les pilotes à une vigilance permanente. En circuit d'aérodrome, le travail à bord se résumait et se concentrait sur la surveillance des autres avions, tous obligés de respecter des circuits très stricts, avec des repères au sol quasi obligatoires à survoler. Depuis, les tracés de circuit sont devenus plus libres car le contrôle et l'auto-information ont réellement apporté une amélioration dans la sécurité autour des aérodromes. Cependant, on veillera toujours :

- à positionner le ou les phares sur ON ; bon moyen de faciliter la détection par ou des autres trafics ;
- à ne pas transférer au contrôleur ce qui reste notre devoir en régime VFR : prévenir les abordages. Même s'il est rassurant de se faire « coucouner » par un contrôleur le jour où il est disponible, on pourra vite se sentir perdu le jour où sa charge l'obligera à s'occuper d'une situation plus urgente. Les contrôleurs ont une bonne représentation de la circulation en circuit d'aérodrome, mais ils ne peuvent pas tout voir depuis la tour. La plupart du temps, les radars dont ils disposent ne fournissent pas une image exploitable comme ce serait le cas en IFR ;
- à ne pas trop s'écarter des circuits tels que préconisés (tracés, altitudes, procédures d'entrée) sur la carte VAC. Sur les trajectoires recommandées, on se situe en bonne position pour mieux observer la circulation. Et c'est sur ces trajectoires communes à tous que nous aurons le maximum de chances d'être vus, détectés ou retrouvés quand on nous perd de vue ;
- à éviter si possible de poursuivre, notamment en instruction, des exercices non indispensables à la poursuite du vol s'ils devaient trop accaparer l'attention au détriment de la surveillance extérieure. ●