



N° 3 / 2004

Des évolutions multiples et rapides caractérisent le milieu aéronautique. Les exigences de sécurité, parfois de rentabilité, s'accroissent. Le trafic devient globalement plus dense avec un espace aérien relativement limité. De ce fait, l'activité se déroule inévitablement dans un environnement de plus en plus compliqué. Dans ce contexte, le progrès technologique intervient sous deux aspects : d'abord, il apporte fiabilité et performance, ensuite il aide les acteurs à faire face à cette complexité croissante. Par exemple, l'emploi du transpondeur en aviation générale permet des transits plus sûrs et plus nombreux dans des espaces aériens encombrés tout en diminuant la fréquence des comptes rendus de position, assistant ainsi les pilotes et les contrôleurs.

Des instruments électroniques, indispensables ou complémentaires, renseignent le pilote et augmentent ses possibilités d'action. De plus, de nombreux aéronefs sont maintenant dotés de nouveaux systèmes électriques, tels que compensateurs, dispositifs de calage variable des pales d'hélice, etc. La qualité de fabrication de ces éléments a sensiblement progressé, mais ils restent alimentés par un unique réseau électrique extraordinairement ramifié. Pour ce dernier, la conception, la réalisation, les opérations d'entretien des systèmes de génération ou d'accumulation ont comparativement moins évolué. Ainsi, le défaut d'alimentation électrique de l'avion demeure plausible et se révèle plus pré-

occupant que la défaillance de l'un des éléments. Dans tous les cas, le pilote recherche la solution appropriée en se basant sur ses connaissances et sur les procédures du manuel de vol.

La confrontation en vol à une défaillance technique engendre plusieurs étapes. On peut en retenir trois :

- La détection : le pilote constate fréquemment la panne au moment où il a besoin de l'équipement.
- Le traitement : la procédure connue ou improvisée est appliquée dans une situation déjà dégradée.
- L'examen des conséquences pour la suite du vol : elles dépendent d'un grand nombre de facteurs. C'est probablement l'étape la plus délicate.

Quand il a lieu, l'entraînement à ces opérations mentales se fait au cours de simulations qui ne représentent pas toujours l'ensemble de la réalité.

Le pilote peut néanmoins trouver plusieurs recours : en révisant régulièrement les connaissances nécessaires, en s'inspirant de récits de situations inhabituelles survenues à d'autres acteurs (voir des études de cas dans REC info 1/2003 et 6/2003). C'est pourquoi vos comptes rendus sont particulièrement précieux. Continuez à alimenter le retour d'expérience par vos envois ! Ils profitent à la sécurité de tous !

Les conseils de sécurité qui résultent directement de la lecture des textes sélectionnés ne sont pas explicités. Seuls, quelques commentaires ou propositions de réflexions sont portés en italique.

1. Un retour mouvementé mais très enrichissant

Une panne électrique est apparue sur un monomoteur de voyage à train fixe. Les deux occupants de l'avion, âgés d'une vingtaine d'années, ont obtenu récemment leur licence de pilote privé. Face à une situation inhabituelle, la solution est apportée par un contrôleur. Soulagés, les occupants acceptent volontiers cette assistance, ce qui leur évite d'avoir à envisager eux-mêmes l'ensemble des possibilités et de réaliser des choix délicats.

« Nous terminons un circuit aérien en Europe méridionale vers notre destination dans le sud de la France avec un plan de vol VFR. Nous sommes en contact radio avec un organisme d'information de vol.

Comme nous en avons l'habitude, nous réalisons périodiquement ce que nous appelons une "check-list croisière". C'est au cours d'une telle série de vérifications que nous constatons que l'aiguille de l'indicateur de charge batterie est dans l'arc rouge. D'un coup d'œil, je passe immédiatement en revue tous les équipements électriques. Je ne constate aucune anomalie. Je coupe et remets en service le circuit électrique. Le GPS ne se rallume pas, l'affichage lumineux de la radio apparaît très lentement. Au moment où elle recommence à fonctionner, nous entendons un message nous informant que notre signal radar secondaire vient d'être perdu.



Par exemple, le cas de la panne survenant sur le transit littoral dans la région évoquée ci-dessus peut être étudié. (La documentation aéronautique est nécessaire).

Importance de la périodicité des vérifications systématiques.

Cette action précipitée peut présenter certains dangers.

L'avion avance cependant. Nous approchons d'un espace réglementé. Pendant que mon passager consulte le manuel de vol, je tente d'entrer en contact radio avec l'organisme militaire. J'explique alors notre situation et notre intention d'un déroutement. Le contrôleur nous propose immédiatement l'accès à son aérodrome de rattachement. Cette offre me décharge de quelques soucis. Située à une dizaine de kilomètres, c'est une base militaire en principe fermée aux VFR de moins de 5,7 t. Je décide d'effectuer une finale sans les volets, en émettant le moins possible en VHF et avec le moins possible d'équipements électriques en fonctionnement. L'atterrissage se passe sans autre difficulté.

Dès que la vitesse est contrôlée, une voiture de piste s'approche pour conduire l'avion vers un hangar. Grâce à la gentillesse des personnels de la base, nous pouvons rejoindre rapidement notre ville de résidence. Quelques jours plus tard, sur l'aérodrome militaire, un mécanicien du club découvrira un fil électrique détaché au niveau de l'alternateur. Le voyage de retour se terminera dans de bonnes conditions.

L'avion est très récent. De nombreux équipements sont électriques. Le manuel de vol ne propose pas de "reset" comme traitement de panne. Lorsque j'ai réalisé hâtivement cette opération, je n'avais pas préalablement commuté sur OFF l'ensemble des équipements. Par contre, mon passager a bien appliqué les préconisations du manuel de vol en ce qui concerne le délestage : nous n'avons conservé que le feu anti-collision et une VHF. Nous avons emporté un petit récepteur radio VHF 118 – 136 MHz et nous possédions un téléphone cellulaire. »

Extraits du manuel de vol d'un avion léger récent. La situation inhabituelle appelle des procédures relativement complexes.

Conséquences pour la réalisation de l'approche et la distance d'atterrissage (voir REC info 1/2003).

Le téléphone cellulaire est-il utilisable ? Les numéros d'appel répondent-ils toujours ?

MANUEL DE VOL procédures anormales

4. INDICATIONS DE PANNES ELECTRIQUES SUR LE PANNEAU ANNONCIATEUR

4.1. Tension réseau de bord faible (voyant LOW VOLT)
Ce voyant s'allume lorsque la tension du réseau de bord (14 V) descend en dessous de 12,6 V.

Cas a : voyant LOW VOLTAGE au sol :

Cas b : Voyant LOW VOLTAGE pendant le vol :

1. Breakers vérifier
2. Equipements électriques éteindre les équipements non nécessaires à la poursuite du vol
3. Si le témoin LOW VOLTAGE ne s'éteint pas, suivre la procédure Panne d'alternateur comme décrit au chapitre 4.4.

Cas c : voyant LOW VOLTAGE pendant l'atterrissage :

4.A. Défaut d'alternateur (voyant ALTERNATOR)
La panne d'alternateur est annoncée par un voyant fixe ou clignotant ALTERNATOR au panneau annunciateur d'alarmes. La batterie peut alimenter les différentes ressources pendant au moins 30 minutes

1. Breakers Vérifier si tous les breakers sont enfoncés, si défaut constaté, passer à l'étape 2
2. ESSENTIAL BUS ON
3. Equipements électriques Couper tous les équipements électriques non nécessaires à la poursuite du vol
4. Atterrir sur l'aérodrome le plus proche

MANUEL DE VOL procédures d'urgence

3. DEFAUT DANS LE SYSTEME ELECTRIQUE

a) Panne totale du système électrique

1. Disjoncteurs vérifier si tous les breakers sont enfoncés
2. BUS ESSENTIEL sur ON

Si aucune ressource électrique n'est disponible :

3. Contacteur EMERGENCY sur ON, si installé
4. Eclairage instruments sur ON
5. Puissance se repérer à la position manette de puissance et bruit du moteur
6. Préparer un atterrissage volets rentrés (chapitre 4...)
7. Atterrir sur l'aérodrome le plus proche

ATTENTION
Les équipements et accessoires qui ne sont pas nécessaires pour une utilisation sûre de l'avion et un atterrissage en sécurité, peuvent être coupés avec le contacteur du bus essentiel (si installé). Quand le bus essentiel est sur marche (ON) seuls les éléments suivants sont alimentés :

NAV/COM 1	Panneau d'alarme
Transpondeur (XPDR)	GPS 1 (si installé)
Eclairage d'ambiance	Plaque d'atterrissage
Horizon artificiel	Réchauffage Pitot
Instruments moteur	Volets

Ces équipements peuvent être alimentés pendant 30 minutes par la batterie. Une utilisation économique, en particulier du réchauffage Pitot, et la coupure des équipements non nécessaires, augmente la disponibilité des autres équipements. Pendant 30 minutes, l'avion peut rejoindre un terrain d'atterrissage.

2. Une arrivée bien sombre

C'est souvent au moment où on en a le plus besoin que l'on constate que l'équipement est en panne. On a alors peu de disponibilité pour réaliser la procédure de secours.

« A la mi-janvier, vers 16 h 30, je décolle en IFR de mon aérodrome de rattachement en Aquitaine pour un vol d'environ une heure et quart vers un aéroport important. Au départ, les conditions météorologiques sont VMC sous une couche nuageuse soudée.

Au bout d'une vingtaine de minutes de vol, le pilote automatique se déclenche. J'observe alors que l'aiguille du galvanomètre de charge de la batterie est en dessous de zéro. Le voyant OFF est également apparu sur l'un des indicateurs VOR. L'écran du boîtier électronique VHF (2) VOR GPS reste éteint. Je coupe et j'engage l'alternateur, sans résultat. Il s'agit bien d'une panne d'alternateur. C'est à ce moment que le contrôleur

Le commandant de bord a détecté la panne longtemps après sa survenue, c'est-à-dire lorsque la batterie a donné des signes de faiblesse.

m'informe : "... je vous perds au radar secondaire.

- Je vous rappelle, j'ai un problème électrique...

- ... est-ce que vous êtes en détresse ?

- Non, pas encore, je dispose d'une VHF de secours ..."

Je branche la VHF de secours sur une antenne extérieure. Je suis rassuré et j'apprécie l'efficacité de l'assistance du contrôleur. Il m'annonce qu'il peut me suivre grâce au radar primaire. Une couche nuageuse soudée compromet un déroutement vers l'aérodrome le plus proche de moi. Par contre, le ciel est clair à destination. Je poursuis mon vol en orientant l'avion grâce au compas magnétique selon les indications des organismes de contrôle. La plupart des équipements électriques sont maintenant coupés. L'éclairage diurne diminue fortement. Sur l'aéroport, le balisage de piste éclairé à haute intensité me permet de distinguer les installations à plus de 10 NM. Le voltmètre indique encore 20 V. Le train d'atterrissage sort lentement, les trois lumières vertes s'éclairent. Je braque ensuite les volets. J'atterris sans autre difficulté.

Le lendemain, je fais recharger la batterie par un atelier d'entretien aéronautique. Après l'utilisation d'un groupe de parc pour la mise en route, je rejoins mon aérodrome de rattachement en VFR en utilisant le minimum d'équipements. Au sol, le mécanicien remarque alors que le fil d'excitation de l'alternateur est rompu.

Sur le trajet de retour, la batterie a tenu plus d'une heure alors que, pour l'aller, elle semble s'être épuisée plus rapidement. A quel instant est exactement survenu le défaut d'alimentation électrique ? Je n'ai pas observé le voyant lumineux rouge sensé m'avertir. Il devait être pourtant éclairé. A ce moment-là, les phares et les feux à éclats étaient arrêtés mais le réchauffage Pitot était en fonctionnement. Je n'ai pas eu le temps nécessaire pour rechercher la procédure de secours dans le manuel de vol.

A la suite d'une précédente panne électrique, j'avais fait installer l'antenne de secours sur l'avion et je m'étais résolu à l'emport d'une VHF portable avec un accumulateur de rechange. A portée de main étaient rangés une torche électrique, un GPS portatif et un téléphone cellulaire que je n'ai pas utilisés. »

L'observation au radar primaire par le contrôle n'est pas toujours possible.

Un indicateur de charge à aiguille montre avec précision l'état électrique du réseau de bord. Il faut cependant le surveiller attentivement pour découvrir une panne d'alternateur. Pour ce genre d'anomalie, un voyant lumineux se révèle plus efficace. Pour une tension nominale de charge de 14 V, il s'éclaire au-dessous d'un seuil de tension variant entre 12 et 13 V selon le réglage. Un seuil de détection bas retarde l'annonce de la panne d'alternateur. La batterie peut avoir déjà commencé à se décharger.

3. Le jour se lève opportunément au moment où les lumières s'éteignent

Les caractéristiques des aéronefs comme celles des équipements sont très diverses. Chaque lecteur peut rechercher les informations pertinentes dans les manuels des aéronefs qu'il utilise habituellement. Il peut ensuite réfléchir sur la conduite à tenir en vol dans telle ou telle circonstance. L'aide d'un instructeur peut se révéler fort utile.

« Je dispose d'un monomoteur classé IFR, à train fixe et aux ailes non dégivrées. Le jour de l'événement, je l'utilise pour un déplacement d'environ deux heures vers un aéroport où un rendez-vous professionnel est pris. En ce matin d'hiver, la température au sol est de 4 °C et une couche nuageuse fragmentée encombre le ciel vers 5 000 pieds. La mise en œuvre de l'avion et les différentes check-lists liées au départ en IFR ne révèlent aucune anomalie. Lorsque je décolle, il fait encore nuit noire.

Après avoir traversé la couche nuageuse, je constate que l'éclairage du tableau de bord faiblit. L'indicateur de charge m'indique que l'alternateur ne fonctionne plus. J'applique en vain les vérifications de la check-list. Je coupe une radio VHF et le GPS. J'informe de l'anomalie le centre de contrôle régional avec lequel je suis en contact radio et je lui demande une clairance pour revenir sur mon aérodrome de rattachement ou sur un aéroport plus important. J'obtiens la clairance pour le trajet retour vers mon aérodrome de rattachement. Je passe au-dessous de la couche nuageuse. Je perds toute alimentation électrique environ 25 minutes après la détection de la panne. Fort heureusement, le jour est en train de se lever et je ne suis plus très loin de mon aérodrome familier. Cinq minutes plus tard, j'atterris à vue sans autre difficulté que des volets restés à zéro degré.

A l'atelier d'entretien, un mécanicien observe le desserrage de l'écrou d'une cosse de l'alternateur.

Si l'altitude du terrain est de 500 pieds, quelle peut être la température au niveau des nuages, quelles sont les conséquences pour le vol ?

Etude de la panne radio en IFR ou en VFR : les règles générales et les règles particulières ne sont jamais faciles à appliquer.

J'ai appris que, dès l'annonce de la panne, une "alerfa" avait été déclenchée, transformée en "détresfa" quelques minutes plus tard, la "fin de détresfa" intervenant après l'atterrissage.

Au début de la montée vers le niveau de croisière, j'avais coupé les phares et les feux à éclats, ne conservant que le réchauffage Pitot et l'anticollision. Pour le vol retour, j'avais en plus délesté le circuit d'une VHF et du GPS. Je ne suis pas sûr que les instruments de contrôle moteur ont fonctionné jusqu'au bout. »

L'intensité du courant électrique absorbé par les équipements des aéronefs est très variable. Elle est très grande pour ceux qui agissent par effet joule (ej), elle reste importante pour une VHF en émission ou un appareil comprenant une fonction émission. Voici quelques ordres de grandeur pour une tension d'alimentation de 14 V :

- | | |
|--|---|
| - Phare : 7 A (ej). | - DME : 0,5 A. |
| - Réchauffage Pitot : 7 A (ej). | - VOR : 0,3 A. |
| - Feu anticollision : 7 A (ej). | - Boîtier VHF GPS : réception 1,3 A émission : 4 A. |
| - Feux de navigation : 5 A (ej). | - Pompe carburant : 3 A. |
| - Eclairage radio et instruments : 2 A (ej). | - Démarreur : plus de 100 A. |
| - Feux à éclats : 4 A. | - Ventilateur : 2 A. |
| - VHF : réception 0,3 A ; émission 3 A. | - Commande de volets : 5 à 15 A, variable en fonction des efforts aérodynamiques. |
| - Transpondeur : 1 A. | |

4. Panne radio en vol

Une panne radio est intervenue en vol. L'origine est inconnue. Il semble intéressant de l'évoquer pour appeler l'attention des usagers sur un des aspects du contact radio. Celui-ci se présente comme un genre de contrat qui impose des droits et des obligations de la part des deux intervenants, pilote et contrôleur. Alors, en cas d'interruption des radiocommunications, quelle conduite tenir en vol, puis au sol après l'atterrissage ?

« Mon ULM est basé sur une plate-forme U située dans le Sud-Est de la France, non loin de plusieurs zones à statut particulier R. Je décolle pour un vol local sans but précis. Cap à l'ouest, je contacte l'organisme militaire en précisant ma provenance pour demander un transit dans la zone à l'altitude de 2 000 pieds vers le point de report X. Sur ce point, j'annonce mon intention de faire demi-tour. Le contrôleur me demande alors de rappeler sur le point Y pour quitter.

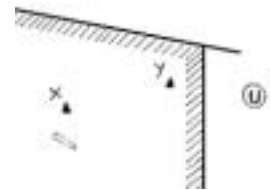
J'arrive bientôt sur le point Y. "... arrivant Y, pour quitter ?" Pas de réponse.

Je renouvelle : "... arrivant Y, pour quitter ?" Toujours rien.

J'indique alors : "... je passe Y et je quitte la fréquence, au revoir." La radio reste silencieuse. Le contrôleur considère-t-il qu'il est inutile de répondre puis que je quitte la zone ? Comme il est dix huit heures, l'organisme est-il fermé ? Est-on passé en auto-information ?

J'atterris et je range mon ULM dans le hangar. Deux gendarmes arrivent alors sur le terrain : "Les militaires viennent de nous téléphoner. Ils avaient un ULM en transit et ils n'ont plus de nouvelle !". J'explique mon vol et je présente mes excuses pour un tel dérangement. Nous concluons que je devais avoir une panne fortuite de la radio. Les militaires sont avertis immédiatement de mon atterrissage.

La panne reste mystérieuse car nous ne parvenons pas à la reproduire. Pour l'absence de réponse à la radio, mes suppositions me semblent maintenant irréalistes. »



Pour beaucoup de personnes en situation inhabituelle, la première solution acceptable est souvent celle qui est retenue.

REC info est aussi disponible sur le site internet du BEA dans les pages REC à l'adresse www.bea-fr.org/rec.

Un courrier électronique peut être envoyé au REC à l'adresse : rec@bea-fr.org

Ce document est destiné à être reproduit, diffusé, affiché. Des extraits peuvent être utilisés dans d'autres publications à condition que le but poursuivi soit la prévention des accidents et que l'origine de l'extrait soit précisée.

Le REC a été créé en concertation avec le SFACT, la FNA, la FFV, la FFPLUM, l'ANPI, l'AOPA, le SNIPAG, le GFH-SNEH, France Voltige ainsi que divers regroupements de pilotes professionnels de l'aviation générale.