



Pannes d'essence en aviation générale

ÉTUDE

Table des matières

GLOSSAIRE	3
CONTEXTE DE L'ETUDE	4
1 - PRESENTATION CHIFFREE DES PANNES D'ESSENCE	4
1.1 Répartition annuelle	4
1.2 Répartition saisonnière	5
1.3 Événements étudiés	5
2 - ANALYSE DES ACCIDENTS/INCIDENTS	6
2.1 Défaillances survenant lors de la préparation du vol	6
2.2 Défaillances survenant lors de la mise en oeuvre de l'avion	7
2.3 Défaillances concernant le déroulement du vol	8
2.4 Interruption volontaire du vol	8
3 - CONCLUSION	10
4 - EVITER LA PANNE D'ESSENCE	10
LISTE DES ANNEXES	11

Glossaire

BKN	Nuages morcelés (5 à 7 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
CAVOK	Visibilité, nuages et temps présent meilleurs que valeurs ou conditions prescrites
FEW	Nuages rares (1 à 2 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
FL	Niveau de vol
ft	Pied(s)
IFR	Règles de vol aux instruments
ITT	Instructeur de pilote privé avion
JAR	Règlements des autorités européennes de l'aviation civile
kt	Nœud
Notam	Avis aux navigateurs aériens
NM	Mile marin
PP	Licence de pilote professionnel avion
SCT	Nuages morcelés (5 à 7 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
TT	Licence de pilote privé avion
ULM	Ultra-léger motorisé
VFR	Règles de vol à vue

CONTEXTE DE L'ETUDE

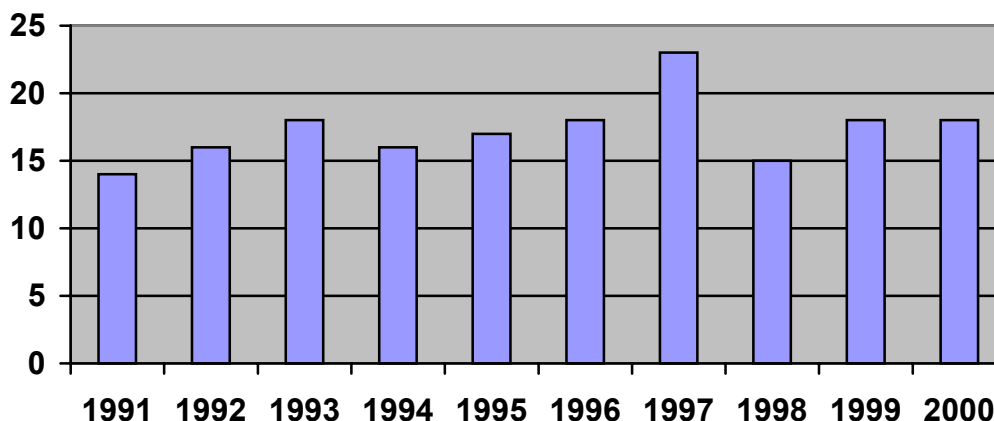
Une étude effectuée par le BEA en 1995¹ avait montré qu'entre 1991 et 1995, 79 accidents étaient dus à des pannes d'essence et avaient fait cinq morts et 24 blessés. Entre 1996 et 2000, 51 accidents de même nature ayant fait quatre morts et 22 blessés et 41 incidents ont été recensés : soit un total de neuf morts et 46 blessés entre 1991 et 2000.

1 - PRESENTATION CHIFFREE DES PANNES D'ESSENCE

1.1 Répartition annuelle

Le nombre d'accidents liés directement à une panne d'essence n'évolue pas significativement au cours des dix dernières années. Chaque année, la moyenne s'établit à dix-sept accidents.

Pannes d'essence enregistrées par le BEA

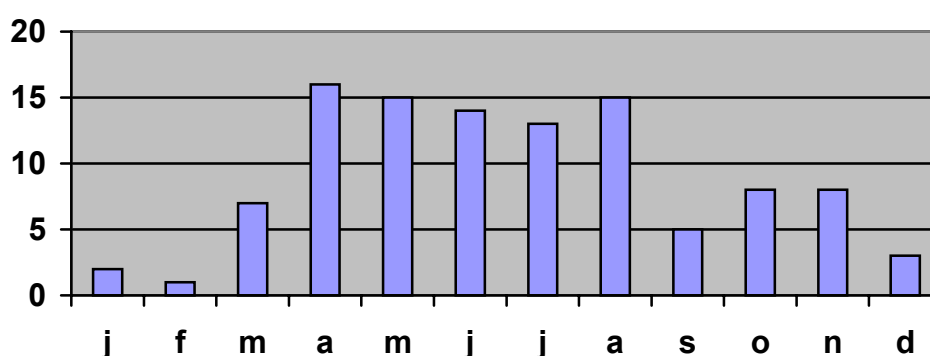


¹ L'étude a été publiée par le BEA dans le bulletin de décembre 1995.

1.2 Répartition saisonnière

L'aviation générale est une activité à caractère saisonnier marqué. Le nombre de pannes d'essence subit parallèlement ces fluctuations saisonnières. Ces variations sont cependant modulées par des facteurs tels que le manque d'entraînement, notamment lors de la reprise de l'activité au printemps, ou la forte volonté de réaliser un vol de voyage au début de la belle saison, même si les conditions météorologiques sont dégradées.²

**Répartition mensuelle des pannes d'essence
période 1995 - 2000**



1.3 Événements étudiés

Dans la suite de ce document, nous analyserons plus particulièrement les pannes d'essence survenues ces trois dernières années.

En 1998, 1999 et 2000, trente et un accidents et vingt incidents ont été portés à la connaissance du BEA³. A l'exception de cinq ULM et d'un hélicoptère, il s'agit d'événements survenant à des avions légers. Il existe une très forte incertitude quant au report des événements survenus aux hélicoptères et ULM du fait que les atterrissages forcés avec ces catégories d'aéronefs n'occasionnent généralement que des dégâts limités. Les événements ayant fait l'objet d'une notification au BEA sont des accidents ou des incidents aux conséquences très visibles. Ainsi cette étude se concentrera sur l'examen des quarante-cinq événements survenus à des avions légers entre 1998 et 2000.

² L'étude intitulée "Objectif destination" publiée par le BEA en décembre 1998 montre que :

"Cent personnes ont trouvé la mort, en aviation générale, au cours de la période 1991-1996, dans des accidents survenus alors que l'objectif du pilote était d'atteindre la destination qu'il s'était fixé. Ces pilotes ont dû faire face à plusieurs obstacles :

- panne d'essence,
- conditions météorologiques défavorables,
- conditions d'éclairage marginales."

³ Depuis 1997 le BEA établit ses statistiques en se fondant sur la définition internationale de l'accident reprise par la directive 94/56/CE. Certains événements classés accidents avant 1997 sont dorénavant qualifiés d'incidents. C'est notamment le cas des dommages matériels affectant uniquement le moteur ou l'hélice.

2 - ANALYSE DES ACCIDENTS/INCIDENTS

Entre 1998 et 2000, seuls deux cas de fuite ont été retenus comme facteur descriptif d'un accident et aucune consommation excessive n'a été déterminante lors de la survenue d'une panne d'essence.

Il existe par contre de nombreux facteurs récurrents dans ce type d'événement, pouvant souvent se cumuler. Ces facteurs causaux interviennent lors de la préparation du vol et au cours du vol.

2.1 Défaillances survenant lors de la préparation du vol

Une **préparation du vol incomplète** se retrouve dans au moins 75 % des cas.

La prise en compte insuffisante des données météorologiques (vent, phénomènes dangereux...) est citée dans sept événements. Les pilotes, n'ayant pas consulté les prévisions météorologiques aéronautiques, ont rencontré de forts vents de face et/ou des conditions météorologiques les obligeant à se dérouter. Le retard dû à un vent de face, même de faible intensité, est particulièrement important pour un aéronef lent.

La consultation des Notams en vigueur pour le vol projeté est aussi importante ; un pilote, qui ne s'était pas informé de l'accessibilité de l'aérodrome de destination sur lequel se déroulait une manifestation aérienne, n'a pas demandé la priorité à l'atterrissage. Il a été contraint d'exécuter un atterrissage en campagne à proximité de l'aérodrome.

La préparation du vol peut aussi être incomplète ou erronée, avec un bilan carburant calculé au plus juste⁴. Ainsi un pilote, tombé en panne sèche, a dû exécuter un atterrissage forcé : la quantité nécessaire pour entreprendre son vol, selon ses calculs, était de 92,59 litres, alors que la quantité utilisable pour le type d'aéronef est de 93 litres⁵.

⁴ L'article 5.6, relatif à l'avitaillement et aux réserves de carburant, de l'arrêté du 24 juillet 1991 précise notamment que : "Le commandant de bord doit s'assurer avant tout vol que les quantités de carburant, de lubrifiant et autres produits consommables lui permettent d'effectuer le vol prévu avec une marge acceptable de sécurité.

En aucun cas ces quantités ne doivent être inférieures à celles nécessaires pour :

- atteindre la destination prévue compte tenu des plus récentes prévisions météorologiques, du régime et de l'altitude prévus, ou à défaut, les quantités nécessaires sans vent majorées de dix pour cent ;
- de plus, en I.F.R., si un ou plusieurs aérodromes de dégagement sont prévus au plan de vol, rejoindre le plus éloigné de ces aérodromes ;
- et poursuivre le vol au régime de croisière économique :
- en vol V.F.R. de jour pendant vingt minutes, excepté les U.L.M. et les aérostats ;
- en vol I.F.R. et V.F.R. de nuit, pendant quarante cinq minutes, quel que soit le type d'aéronef.

Nul ne peut entreprendre un vol local au voisinage de son lieu de départ si ne sont embarquées les quantités de carburant nécessaires pour voler :

- en V.F.R. de jour, pendant trente minutes ;
- en I.F.R. et V.F.R. de nuit, pendant quarante cinq minutes.

Nul ne peut poursuivre un vol au voisinage d'un site d'atterrissage approprié si ne subsistent à bord les quantités de carburant nécessaires pour voler pendant quinze minutes."

⁵ Accident survenu le 18 mai 1999 à un F 152 (extrait du bulletin de mai 1999).

Ce dernier exemple souligne aussi des problèmes de **connaissance de la machine utilisée**. La quantité de carburant utilisable est toujours inférieure à la contenance des réservoirs complètement pleins.

Dans cet exemple le pilote n'avait pas non plus ajusté la richesse en fonction de l'altitude : les données du manuel de vol concernant la consommation ne correspondaient plus à la consommation réelle. Un autre pilote a vu son moteur s'arrêter par manque de carburant ; il effectuait du tractage de banderole et la consommation horaire retenue dans son calcul d'autonomie était celle de l'appareil seul.

Dans au moins cinq accidents, l'élément commun concerne une prise en compte insuffisante des possibilités d'avitaillement sur l'aérodrome de destination : vols à l'étranger sans devises, escale pour un ravitaillement sur un terrain non pourvu de pompe à carburant, carburant réservé aux avions basés ou impossibilité de paiement par carte bancaire.⁶

2.2 Défaillances survenant lors de la mise en oeuvre de l'avion

Dans plusieurs cas les enquêtes ont montré que le pilote avait une représentation erronée de la situation. Bien qu'ayant l'intention d'**effectuer un plein complet**, il n'avait pas, à son insu, rempli complètement les réservoirs. En effet, si le pistolet d'avitaillement est enfoncé dans l'orifice de remplissage, l'arrêt automatique intervient alors que le niveau maximum n'est pas atteint. Ce problème est amplifié lorsque le pilote doit remplir les réservoirs d'un appareil à ailes hautes, sans escabeau.

De plus, sur certains appareils, il existe une position du sélecteur carburant permettant d'alimenter le moteur avec les deux réservoirs en communication (position BOTH) ; si, lors de l'avitaillement du réservoir d'une des ailes, le sélecteur est sur BOTH, une partie du carburant de cette aile se transfère automatiquement dans l'autre. Le pilote ne parvient pas à obtenir le plein complet si l'avion est stationné sur une surface en dévers. Ces facteurs liés au remplissage des réservoirs ont été identifiés dans plusieurs accidents.

Dans ce domaine, un incident de 1996 se révèle riche d'enseignements. Un pilote avait dû se poser en campagne car la personne ayant effectué l'avitaillement avait rajouté 88 francs de carburant et non les 88 litres demandés. Le pilote n'avait pas pu faire de vérification visuelle car il s'agissait d'un plein partiel⁷.

Dans de très nombreux cas, **les renseignements concernant l'avitaillement ne sont pas portés sur les carnets de route ou sont entachés d'erreurs**. Ce report est pourtant une des principales défenses contre la panne d'essence. Ces indications doivent être confrontées aux indications des jauges⁸ et à un examen visuel du niveau de carburant dans les réservoirs lorsque cela est possible.

⁶ Accident survenu le 28 avril 2000 à un Cessna 336 (extrait du bulletin d'avril 2000).

⁷ Bulletin de novembre 1996.

⁸ Le règlement JAR 23.1337 mentionne que les jauges de carburant sont étalonnées pour indiquer une valeur nulle en vol en palier à vitesse stabilisée lorsque la quantité restante de carburant est égale à la quantité inutilisable.

Dans sept cas, des **jaugeurs défectueux ou imprécis** ont été identifiés. La quantité de carburant embarquée ne saurait être déterminée avec certitude sur la seule base des indications fournies par les jaugeurs.

2.3 Défaillances concernant le déroulement du vol

Sept événements sont dus à des problèmes de **sélection de réservoir**. En cas d'arrêt moteur à basse hauteur, le changement de réservoir après les premiers ratés ne permet pas toujours un redémarrage en vol. Lors de trois pannes d'essence, toutes sur Jodel, les pilotes n'étaient pas en mesure de dire si le sélecteur était sur le réservoir avant ou arrière, la position du sélecteur étant difficilement interprétable⁹.

Certains pilotes utilisent le totalisateur intégré au tachymètre pour décompter le temps de vol¹⁰. Or, les indications de ce totalisateur ne reflètent pas exactement le temps effectif de vol (en volant par exemple sur un DR 400 avec un régime moteur inférieur à 2 566 tr/min, le totalisateur minore le temps de vol).

Plusieurs événements se sont également produits lors d'un déroutement entrepris tardivement, l'autonomie restante ne permettant plus d'atteindre l'aérodrome de destination ni celui de déroutement.

Entre 1998 et 2000, une panne d'essence est survenue avec un instructeur à bord à la suite d'une prolongation du vol sans bilan carburant.

2.4 Interruption volontaire du vol

Lors de onze événements au moins, dont trois avec des élèves pilotes en solo, le facteur **obstination** a été retenu. Les pilotes étaient conscients de la faible quantité de carburant restante mais n'ont pas pris la décision d'interrompre le vol.

En revanche, pour deux autres pilotes qui ont pris cette décision, l'atterrissage en campagne s'est terminé sans dommage.

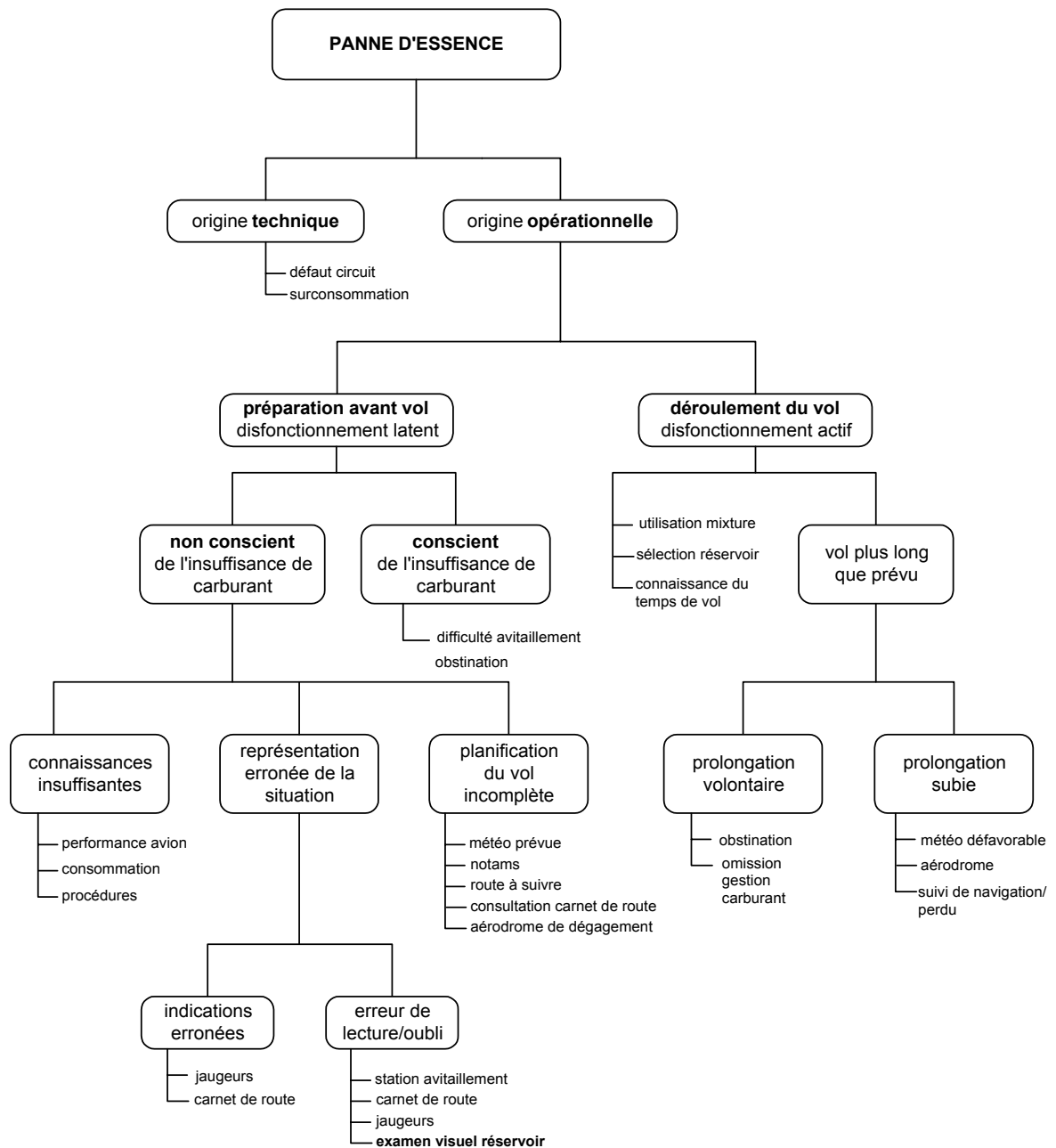
* *
*
*
*

L'arbre des causes ci-après résume les situations menant aux pannes d'essence.

⁹ Incident survenu le 17 janvier 1998 à un Jodel D 113 (extrait du bulletin de janvier 1998 en annexe).

¹⁰ Accident survenu le 28 mars 1999 à un DR 400-120 (extrait du bulletin de mars 1999 en annexe).

Arborescence des séquences factuelles conduisant aux accidents



Ce schéma résulte des événements étudiés. On ne peut pas exclure le développement d'autres branches à l'occasion de nouveaux événements

3 - CONCLUSION

Une bonne connaissance des performances et des caractéristiques de la machine, ainsi que la confrontation des informations du carnet de route, des jaugeurs et l'examen visuel du niveau des réservoirs sont nécessaires pour éviter la panne d'essence. Ces éléments font partie de la préparation du vol et sont essentiels. La gestion du carburant en vol doit ensuite permettre de prendre la bonne décision au bon moment : se dérouter ou poursuivre le vol.

4 - EVITER LA PANNE D'ESSENCE

Voici, au vu des événements de cette étude, une série de défenses que peut utiliser un pilote pour éviter la panne d'essence. La chronologie d'un vol a été retenue comme architecture de cette liste de défenses/vérifications.

❖ Préparation du vol

➤ **Préparation de la navigation/trajet**

- étude de la route, temps de vol, possibilité d'avitaillement en escale
- étude du dossier météo
- étude des Notams
- bilan carburant
- prise en compte des aérodromes de dégagement

➤ **Connaissance avion**

- performances, consommations
- particularités appareil (particularités liées à l'avitaillement, quantité utilisable, sélecteurs ...)

➤ **Actualisation des informations, visite prévol**

- actualisation météo
- quantité de carburant restante
- quantité de carburant rajoutée
- quantité totale embarquée
- comparaison des données du carnet de route, examen visuel, informations des jaugeurs

❖ Gestion du vol

➤ **Suivi carburant**

- connaissance précise du temps de vol écoulé
- sélection réservoirs

➤ **Replanification du vol**

- choix de l'aérodrome de déroutement
- nouveau bilan carburant

❖ En cas de situation critique

➤ **Décision d'interrompre le vol avant la panne sèche**

➤ **Atterrissage de précaution**

Liste des annexes

Extraits du Bulletin d'information sur les accidents et incidents d'aviation générale

- 1) - Incident survenu le 17 janvier 1998 à un Jodel D 113
- 2) - Accident survenu le 28 mars 1999 à un DR 400-120
- 3) - Accident survenu le 18 mai 1999 à un F 152
- 4) - Accident survenu le 28 avril 2000 à un Cessna 336

Événement (incident) :	panne moteur, atterrissage en campagne forcé.
Causes identifiées :	gestion carburant inadaptée. gestion de l'arrêt moteur inadaptée.

Conséquences et dommages :	aucun.
Type d'aéronef :	avion Jodel D 113 (construction amateur).
Date et heure :	samedi 17 janvier 1998 à 15 h 00.
Exploitant :	club.
Lieu :	La Roche- Blanche (63).
Nature du vol :	local.
Personnes à bord :	pilote + 1.
Titres et expérience :	pilote 29 ans, TT de février 1984, 282 heures de vol dont 115 sur type.
Conditions météorologiques :	vent 100°/04 kt, CAVOK.

Circonstances

L'avion décolle avec 25 litres de carburant dans le réservoir arrière et 40 litres dans le réservoir avant. Après environ 55 minutes de vol le moteur s'arrête. L'appareil évolue alors à la hauteur de 3 000 pieds au cap retour vers son aérodrome de départ peu avant l'intégration dans le circuit d'aérodrome. Le pilote réussit à remettre le moteur en route mais celui-ci s'arrête à nouveau quelques secondes plus tard. Après avoir tenté vainement d'autres mises en route, le pilote pose l'appareil dans un champ ensemené et dégagé d'obstacles.

Au sol, il est constaté que le sélecteur carburant est positionné sur le réservoir arrière qui est vide.

Le pilote a expliqué qu'il était persuadé que le sélecteur carburant était positionné sur le réservoir avant depuis la mise en route au départ. Il a également expliqué qu'il volait sur trois Jodel appartenant au club et qu'aucun n'avait un sélecteur carburant identique à l'autre.

Remarque : Au cours de la descente il a alerté l'organisme du contrôle avec lequel il était en contact et les pompiers ont été mis en alerte. Une fois posé, il a demandé à un appareil en tour de piste d'informer le contrôle que l'atterrissage s'était déroulé sans problème.

Événement :	panne d'essence, atterrissage d'urgence en campagne manqué.
Cause identifiée :	gestion carburant inadéquate.

Conséquences et dommages :	aéronef fortement endommagé.
Aéronef :	avion Robin DR 400-120.
Date et heure :	dimanche 28 mars 1999 à 16 h 34.
Exploitant :	club.
Lieu :	Carneville (50).
Nature du vol :	voyage.
Personnes à bord :	pilote + 2.
Titres et expérience :	<ul style="list-style-type: none"> - pilote 60 ans, TT de 1990, 148 heures de vol dont 35 minutes dans les trois mois précédents. - passager avant, TT de 1985, 734 heures de vol. - passager arrière, TT de 1995.
Conditions météorologiques :	vent 230°/09 kt , rafales 17 kt, visibilité supérieure à 10 km, FEW à 3 900 pieds, SCT à 9 800 pieds, température 13 °C, température du point de rosée 2 °C. vent à 500 m : 210°/15 kt ; à 1 000 m : 210°/20 kt.

Circonstances

L'appareil décolle pour un vol Cherbourg – Old Sarum (G-B) – Kemble (G-B) – Cherbourg. Chaque personne présente à bord doit effectuer une étape. Deux autres appareils participent au voyage. De retour vers Cherbourg, le pilote contacte la tour de contrôle et demande la priorité à l'atterrissage pour effectuer une semi-directe. En étape de base, le moteur s'arrête et le pilote pose l'appareil dans un champ. Le réservoir de 110 litres est trouvé vide.

Le pilote indique que la durée estimée du vol était de trois heures environ. Les temps de vol reportés sur le carnet de route pour les deux premières étapes sont respectivement de 1 h 10 et 55 minutes. Le pilote indique que la durée du vol sur la troisième branche est de 1 h 42 (temps déduit après la lecture du compteur).

Or, ce compteur, présent sur le compte-tours, est directement lié au nombre de tours moteur et réglé pour être juste à un régime de 2 566 tr/min. A un régime inférieur, ce compteur sous estime les temps de vol. Il ne reflète donc pas directement le temps effectif de vol.

Lors de ce vol les pilotes ont volé en croisière à un régime de 2 400 tr/min puis 2 200 tr/min après que le voyant bas niveau se soit allumé.

La consommation horaire à 2 400 tr/min est d'environ 24 litres par heure.

L'avitaillement avant le vol n'a pas été réalisé par le pilote. Bien que 78 litres de carburant aient été rajoutés, il n'est pas possible d'affirmer que le réservoir était plein au départ.

L'enquête a montré que l'appareil avait décollé de Cherbourg avec une surcharge de 18 kg.

Événement :	panne d'essence, atterrissage en campagne.
Causes identifiées :	préparation du vol erronée et non ajustement de la richesse en croisière.

Conséquences et dommages :	aéronef endommagé.
Aéronef :	avion Reims Aviation F 152 Conforme.
Date et heure :	mardi 18 mai 1999 à 13 h 45.
Exploitant :	club.
Lieu :	Pissos (40).
Nature du vol :	voyage.
Personnes à bord :	pilote.
Titres et expérience :	pilote, 43 ans, TT de 1993, 151 heures de vol dont 31 sur type et 9 dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques :	évaluées sur le site de l'accident : vent sud-sud-est 6 à 12 kt, visibilité supérieure à 10 km, BKN à 2 500 pieds, localement orageux . La carte des vents au FL 50 indique en possession du pilote un vent moyen de 15 kt de secteur sud sur le trajet.

Circonstances

Le pilote décolle à 10 h 20 de Toussus-le-Noble à destination de Mimizan. A environ 15 NM de sa destination, il perçoit une baisse de puissance suivie de ratés moteur. Il décide de se poser dans un champ. Le moteur tourne encore à l'atterrissage. La roue du train avant s'enfonce dans le sol meuble et l'avion passe sur le dos.

Le réservoir de l'aile gauche de l'avion est retrouvé vide, le droit contient quelques litres. L'horamètre indique un temps de fonctionnement de 3 h 30 depuis la mise en route.

Le manuel de vol de l'avion donne les informations suivantes :

- capacité totale des réservoirs 98 litres, carburant utilisable 93 litres,
- consommation 23 litres par heure pour une vitesse de 100 kt, à 4 000 ft à 2 450 tr/mn, avec une température standard. Pour obtenir cette consommation, un mélange appauvri est recommandé.

Le pilote explique qu'il a préparé son vol en tenant compte d'une consommation de 23 litres par heure. Le délestage calculé pour une distance de 318 NM est de 73 l, pour un temps de vol de 3 h 11. Il a ajouté à cette quantité 10% du délestage soit 7 litres, ainsi qu'une réserve supplémentaire de 20 minutes de vol, soit 7,59 litres selon son plan de vol. En tenant compte d'un forfait de 5 litres pour le roulage, le pilote avait retenu une quantité de carburant minimum réglementaire de 92,59 litres.

Événement :	panne de carburant, atterrissage en campagne.
Cause identifiée:	connaissance de l'avion insuffisante provoquant une confusion dans la sélection des réservoirs.

Conséquences et dommages : hélice avant, saumon de l'aile gauche et empennage horizontal endommagés, train avant effacé.

Type d'aéronef : avion Cessna 336 "Skymaster".

Date et heure : vendredi 28 avril 2000 à 17 h 48.

Exploitant : Société.

Lieu : AD Montpellier Méditerranée (34).

Nature du vol : vol de contrôle, suite au changement des moteurs.

Personnes à bord : pilote + 1.

Titres et expérience :

- pilote, 38 ans, PP de 1988, ITT de 1992, 5 840 heures de vol dont 8 sur type et 141 dans les trois mois précédents. Excepté les étapes effectuées le jour de l'accident aucun vol sur type depuis 13 mois.
- passager, 29 ans, TT de 1997, PP d'octobre 1999, plus de 300 heures de vol.

Conditions météorologiques : vent 030°/12 kt, visibilité 5 km, BKN à 4 000 pieds

Circonstances

Le pilote atterrit à Montpellier Candillargues pour effectuer un avitaillement en carburant. Faute de moyen de paiement approprié, cet avitaillement s'avère impossible. Le pilote contrôle alors visuellement le niveau de carburant dans les quatre réservoirs. Les deux réservoirs extérieurs sont vides mais les deux réservoirs intérieurs contiennent suffisamment de carburant pour effectuer le vol de retour prévu sur Béziers (situé à 65 km). Néanmoins, le pilote décide de décoller pour Montpellier Méditerranée (situé à 9 km) afin d'avitailler. En fin de l'étape de base à Montpellier Méditerranée, à une hauteur d'environ 500 pieds, les moteurs perdent de la puissance. Le pilote effectue un atterrissage forcé dans une zone marécageuse. Au cours du roulement, le train avant s'efface, l'avion bascule vers l'avant puis touche le sol de l'aile gauche et entame un cheval de bois.

Le pilote a indiqué avoir positionné le sélecteur sur "réservoirs principaux", pensant que ces derniers étaient les réservoirs intérieurs.