



**Accident** survenu au Piper PA30  
immatriculé **F-BPIR**  
le lundi 4 décembre 2023  
à Villejuif (94)

Heure	À 17 h 13 <sup>1</sup>
Exploitant	Trimaille Aéro Formation <sup>2</sup>
Nature du vol	Instruction
Personnes à bord	Pilote en formation, instructeur et un passager
Conséquences et dommages	Avion détruit, pilote en formation et instructeur blessés

**Désamorçage du circuit carburant, extinction non  
commandée des moteurs, atterrissage forcé en milieu  
urbain de nuit**

1	Déroulement du vol .....	- 2 -
2	Renseignements complémentaires .....	- 4 -
2.1	Renseignements sur l'aérodrome de Toussus-le-Noble .....	- 4 -
2.2	Renseignements météorologiques .....	- 4 -
2.3	Renseignements sur l'avion .....	- 5 -
2.4	Renseignements sur le site et l'épave .....	- 8 -
2.5	Renseignements sur les personnes à bord .....	- 10 -
2.6	Témoignages.....	- 11 -
2.7	Procédures applicables au PA30.....	- 13 -
2.8	Analyse du vol.....	- 16 -
3	Conclusions .....	- 19 -

<sup>1</sup> Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

<sup>2</sup> *Approved Training Organisation (ATO)*.

## 1 DÉROULEMENT DU VOL

*Note : les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des radiocommunications, des données radar ainsi que des données du système GNSS<sup>3</sup> de bord de l'avion.*

Le pilote en formation prépare l'avion en vue d'un vol d'instruction sous régime de vol IFR dans le cadre de l'obtention de la qualification de vol aux instruments sur avions multimoteurs (IR/ME). Un passager pilote (voir § 2.5.3) le rejoint à la fin de la visite prévol. Prêt pour le départ, le pilote en formation débute la mise en route. Lors de la demande de mise en route à 15 h 07, le contrôleur l'informe d'une CTOT<sup>4</sup> à 15 h 12. L'instructeur rejoint les deux personnes à bord.

Le pilote en formation décolle de l'aérodrome de Toussus-le-Noble<sup>5</sup> (78) à 15 h 22, en limite du créneau de la CTOT. Après une croisière au FL 070, il effectue une approche RNP sur l'aérodrome Rouen - Vallée de Seine (76) et atterrit à 16 h 10. En raison d'une CTOT à 16 h 25 au départ de Rouen, l'attente au sol est réalisée moteurs tournants.

Le pilote en formation décolle de Rouen à 16 h 22 à destination de Toussus-le-Noble. Il anticipe une approche RNP pour atterrir sur la piste 25R. La croisière est réalisée au FL 080. À 16 h 54 min 08, il demande au contrôleur à commencer la descente en raison d'un « début de givrage ». Le contrôleur d'approche d'Orly l'autorise à descendre au FL 070 puis à 5 000 ft<sup>6</sup>, altitude que l'avion atteint peu avant la verticale du VOR TSU<sup>7</sup> à 17 h 01 min 53. Le contrôleur d'approche d'Orly demande au pilote en formation de s'éloigner depuis la verticale de TSU (voir **Figure 1**, point ①) en direction du repère intermédiaire (IF) IN25R et de descendre à 4 000 ft, selon la radiale 070°. L'avion passe la verticale d'IN25R à 17 h 05 min 30 (point ②).

Pendant la descente vers 4 000 ft, l'alarme de décrochage de l'avion se déclenche<sup>8</sup> et reste active jusqu'à la fin du vol.

À 17 h 07, le contrôleur demande au pilote en formation de virer à droite pour rejoindre IN25R en vue de commencer l'approche finale. Quarante-cinq secondes plus tard, le contrôleur lui demande de descendre vers 3 000 ft, altitude que l'avion atteint deux minutes plus tard avec une vitesse verticale d'environ -500 ft/min.

À 17 h 09 min 43 (point ③), environ 2 NM avant IN25R, le pilote en formation ne stabilise pas l'altitude à 3 000 ft et l'avion continue de descendre. La vitesse verticale de l'avion est alors de -200 ft/min. À 17 h 11 min 19, à 2 650 ft, le pilote en formation annonce qu'il est établi en réponse à la demande du contrôleur. Le contrôleur l'invite à contacter le contrôleur d'approche

<sup>3</sup> Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

<sup>4</sup> Afin d'organiser et de séquencer le trafic à l'arrivée sur un aérodrome, des heures de décollage appelées CTOT (*Calculated Take Off Time*) sont attribuées par le CFMU (*Central Flow Management Unit*) d'Eurocontrol. Ces CTOT sont assorties d'une tolérance de cinq minutes avant et dix minutes après, définissant un « créneau ». En cas de dépassement du créneau, une nouvelle CTOT doit être demandée, ce qui peut générer un temps d'attente important.

<sup>5</sup> Également appelé aérodrome Paris-Saclay-Versailles.

<sup>6</sup> QNH = 996 hPa, impliquant un écart de 476 ft entre l'altitude AMSL et l'altitude 1 013.

<sup>7</sup> Le VOR TSU est implanté sur l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

<sup>8</sup> L'alarme de décrochage est entendue sur l'ensemble des communications sol-bord à partir du message émis à 17 h 06 min 46. Au cours du message précédent émis à 17 h 03 min 37, l'alarme n'est pas perçue.

de Villacoublay. Au cours de cette séquence, le passager, le pilote en formation et l'instructeur constatent l'arrêt successif des deux moteurs. L'instructeur, avec le pilote en formation, tente de redémarrer le moteur droit en vain. L'instructeur reprend les commandes. Le pilote en formation annonce une situation d'urgence à la fréquence.

À 17 h 11 min 40 (point 4), à la verticale d'IN25R et à 2 400 ft, la trajectoire de l'avion s'oriente au sud. La vitesse verticale est de -1 400 ft/min lors de la descente. Une minute et trente secondes plus tard, l'instructeur tente d'atterrir dans la cour d'un immeuble. L'avion s'immobilise contre un muret, les occupants évacuent l'avion.

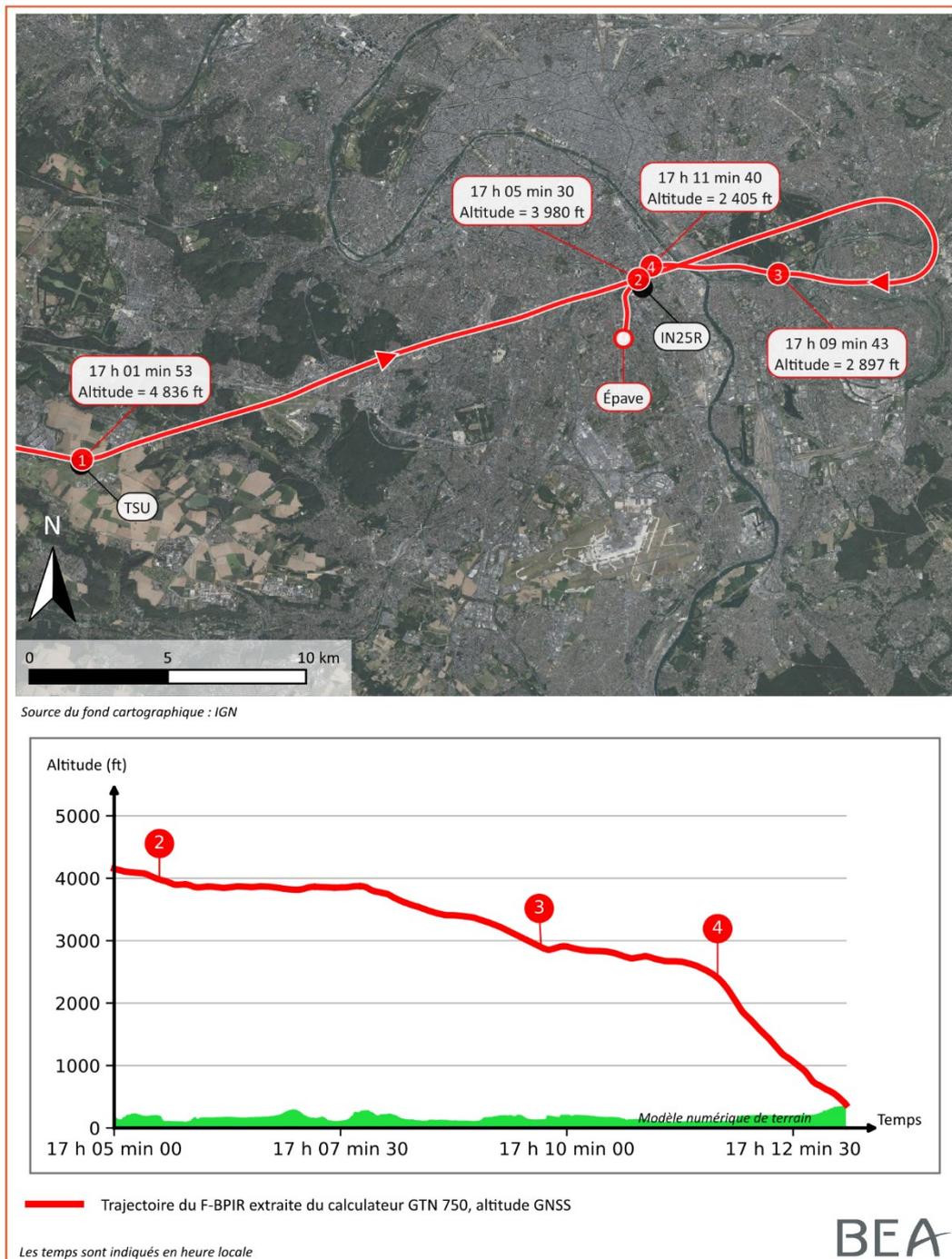


Figure 1 : trajectoire de la fin du vol

## 2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Renseignements sur l'aérodrome de Toussus-le-Noble

L'aérodrome de Toussus-le-Noble dispose de deux pistes parallèles 07L/25R et 07R/25L.

En configuration « face à l'ouest » et pour une approche RNP 25R, les contrôleurs autorisent généralement les pilotes à rejoindre la verticale de TSU à 5 000 ft, puis à suivre la radiale 070°. Après le point IN25R, le virage à droite est demandé par les contrôleurs, à une altitude minimale de 4 000 ft afin de ne pas interférer avec les trafics à destination de l'aérodrome de Toussus-le-Noble et ceux à destination de l'aérodrome Vélizy–Villacoublay (78). Les pilotes sont ensuite autorisés à descendre à 3 000 ft et à rejoindre l'IF IN25R. L'approche finale débute ensuite au FAF FN25R distant de 4,5 NM de l'IF IN25R.

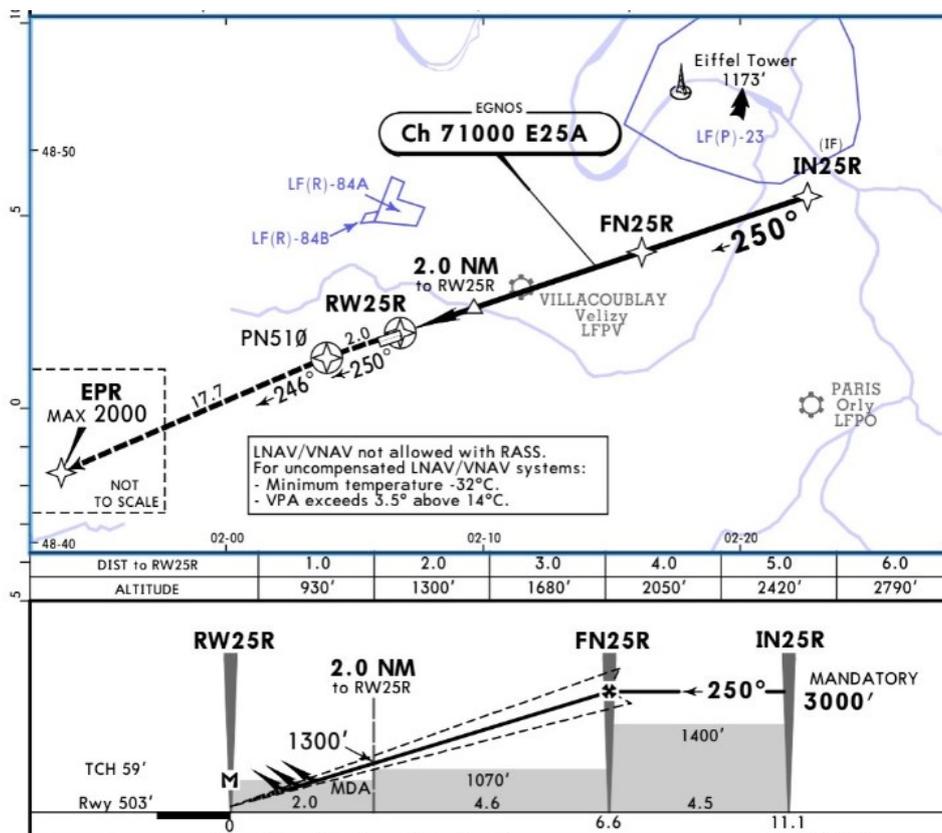


Figure 2 : extrait de la procédure RNP 25R (Source : Jeppesen)

### 2.2 Renseignements météorologiques

Le lundi 4 décembre 2023, l'heure de coucher du soleil était 16 h 55.

Dans la zone de l'accident, la carte TEMSI de 16 h (utilisée par le pilote en formation lors de la préparation du vol) prévoyait :

- une visibilité supérieure à 8 km, localement réduite, comprise entre 5 km et 8 km, voire entre 1,5 km et 5 km ;
- de la pluie ;
- des stratus, localement morcelés (BKN), dont la base se situait entre 700 et 1 000 ft et le sommet à 1 500 ft ;
- des nuages en couche, morcelés (BKN), et localement un ciel couvert (OVC), dont la base se situait entre 1 500 et 4 000 ft et le sommet à plus de 15 000 ft ;

- l'isotherme 0 °C à 5 500 ft ;
- du givrage modéré à partir de 5 500 ft jusqu'à plus de 15 000 ft ;

Le METAR de l'aéroport Paris-Orly<sup>9</sup> (94) de 17 h indiquait :

- vent 190° / 9 kt ;
- visibilité de 8 km ;
- de la pluie ;
- un ciel couvert (OVC) à une hauteur de 900 ft ;
- température 9 °C ;
- température du point de rosée 8 °C.

Météo-France indique que, dans le secteur de Villejuif (altitude de 350 ft), des colonnes convectives noyées dans la masse d'air favorisaient des pluies irrégulières en intensité, associées à des plafonds bas, autour de 1 000 ft de hauteur. Hors des nuages et sous les pluies les plus marquées, les visibilité ont pu descendre temporairement en dessous de 5 km.

## 2.3 Renseignements sur l'avion

### 2.3.1 Généralités

Le F-BPIR, mis en service en 1967, était équipé de deux moteurs Lycoming IO 320 B1A, délivrant chacun une puissance de 160 ch. L'avion totalisait 5 350 heures de vol et les moteurs 360 h depuis leur dernière révision générale. L'avion était utilisé exclusivement par l'ATO dans le cadre des formations.

Le F-BPIR était doté de systèmes EADI (horizon) et EHSI (plateau de route) avec affichage digital, d'une instrumentation classique à aiguilles, et d'un système GNSS de bord Garmin GTN 750 doté d'une fonction de suivi carburant<sup>10</sup>.



Figure 3 : photos de la planche de bord (Source : BEA)

<sup>9</sup> Altitude = 289 ft. Le site de l'accident est distant d'environ 7 km de l'aéroport Paris-Orly.

<sup>10</sup> Le système n'est pas connecté au circuit carburant de l'avion.

## 2.3.2 Conditions givrantes

L'avion n'est pas certifié pour voler en conditions givrantes connues.

Le dirigeant responsable de l'ATO précise qu'en cas de risque de givrage, le principe général est de s'assurer avant le vol que l'isotherme 0 °C se situe au-dessus de l'altitude de sécurité, par exemple 3 000 ft en région parisienne. La pratique de l'ATO consiste ainsi « à ne pas rester au niveau où un début de givrage est constaté, en demandant un niveau de vol plus haut ou plus bas en fonction de l'observation de la nébulosité et de la température ». Le dirigeant responsable de l'ATO ajoute qu'en plus de trente années d'utilisation de cette classe d'avion, il n'a jamais été confronté à des conditions givrantes pouvant altérer la sécurité du vol.

## 2.3.3 Circuit carburant

Le F-BPIR dispose de six réservoirs de carburant, situés dans les ailes :

- deux réservoirs principaux MAIN, de contenance 30 gallons US<sup>11</sup> chacun (27 gal US utilisables) ;
- deux réservoirs auxiliaires *outboard* AUX, de contenance 15 gal US chacun (15 gal US utilisables) ;
- deux réservoirs auxiliaires de bout d'aile TIP, de contenance 15 gal US chacun (15 gal US utilisables).

---

<sup>11</sup> Unité de volume anglo-saxonne, de symbole gal US. Un gallon US équivaut à 3,78 l environ.

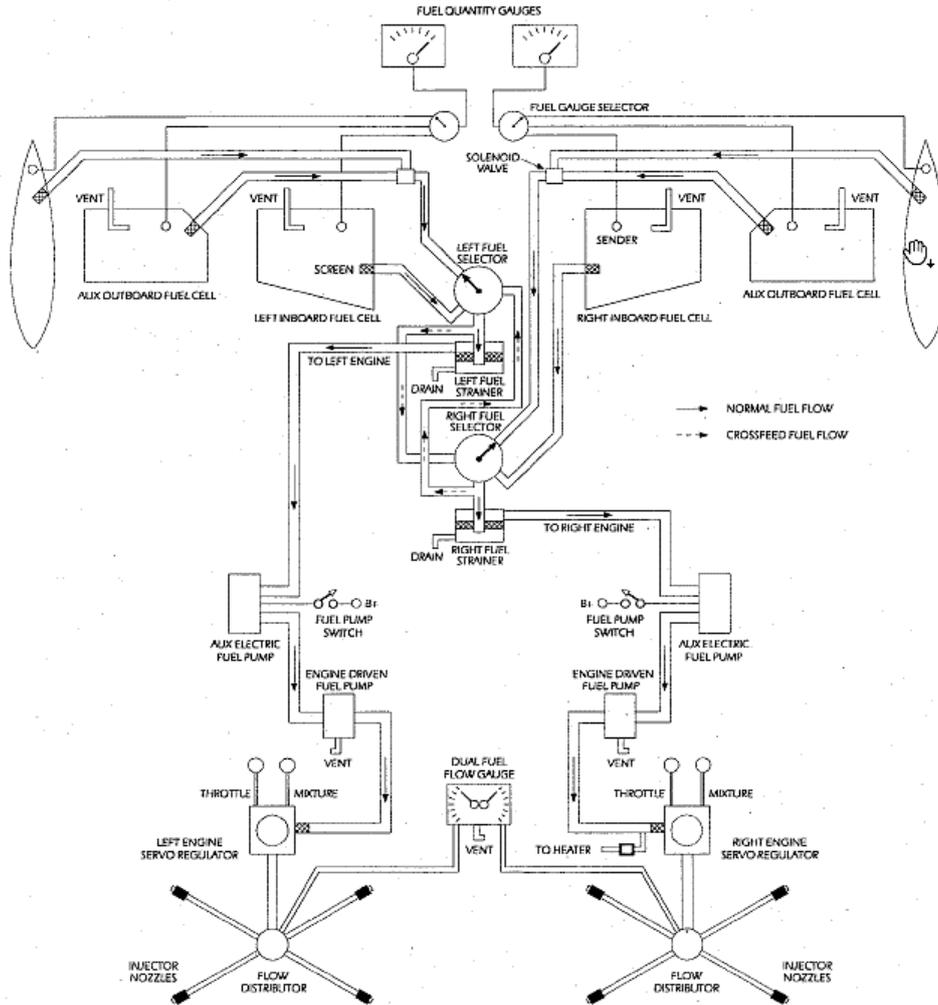


Figure 4 : circuit carburant du PA30 (Source : Piper Aircraft)

Les sélecteurs des réservoirs de carburant sont situés entre les deux sièges avant. Ils permettent de sélectionner la position OFF, auxiliaire (AUX ou TIP), MAIN ou CROSSFEED. De chaque côté, lorsque la position auxiliaire est sélectionnée, un interrupteur permet de basculer du réservoir auxiliaire AUX au réservoir auxiliaire TIP.



Figure 5 : sélecteurs des réservoirs du F-BPIR, positionnés sur OFF (Source : BEA)

Il est à noter que certaines indications MAIN, AUX, TIP, OFF sont absentes. Elles n'ont pas été endommagées ni lors de l'accident ni lors des examens. Ce constat a également été fait sur deux autres PA30 de la flotte de l'ATO.

Des poignées situées entre les sièges, derrière les sélecteurs des réservoirs, permettent de purger les réservoirs. C'est le réservoir sélectionné qui est purgé.

L'avion n'est pas doté de voyant bas niveau carburant. Deux jauges, une pour chaque côté, sont situées sur la planche de bord, en face du siège droit (position instructeur). Chaque jauge donne une estimation de la quantité de carburant contenue dans le réservoir sélectionné.



Figure 6 : jauges des réservoirs de carburant (Source : BEA)

## 2.4 Renseignements sur le site et l'épave

L'avion est entré en collision avec le sol en configuration lisse (train d'atterrissage et volets rentrés), avec un cap sud, à proximité d'un arbre d'environ dix mètres de hauteur, au milieu de la cour intérieure d'un immeuble de plusieurs étages. De nuit, cette cour n'est pas éclairée.



Figure 7 : trajectoire finale (Source : drone GTA, annotations BEA)

Les examens du site d'accident et de l'épave indiquent que l'avion avait une vitesse verticale assez faible lors du contact avec le sol. L'aile gauche a coupé quelques branches de l'arbre. L'extrémité de l'aile droite de l'avion est ensuite entrée en contact avec la façade de l'immeuble, provoquant la séparation du réservoir de bout d'aile, de l'hélice, et d'une partie de l'aile. La cellule de l'avion a alors pivoté d'environ 180°, avant de s'immobiliser contre un muret constituant l'arrière d'une rangée de garages. L'arrière de la cellule de l'avion a absorbé l'énergie en se comprimant contre le muret. L'extrémité arrière, encore solidaire des empennages, s'est détachée de la cellule et s'est immobilisée sur le toit des garages.



Figure 8 : vue aérienne du site d'accident (Source : drone GTA, annotations BEA)

L'épave de l'avion était complète et regroupée. Aucun signe de puissance des moteurs n'a été observé sur les éléments du site ou sur les hélices.

Les examens réalisés sur le circuit carburant ont montré que l'intégralité du système était fonctionnelle sur l'avion. Les quantités de carburant retrouvées dans chacun des réservoirs et le témoignage des premiers secours ayant sécurisé l'avion sont cohérents avec un positionnement des sélecteurs des réservoirs de carburant sur la position auxiliaire AUX avant l'accident.

Réservoir		État	Remplissage estimé
Gauche	MAIN	<b>Fonctionnel</b>	Plein ou presque plein
	AUX	<b>Fonctionnel</b>	Vide
	TIP	<b>Déformé et percé</b>	Contenait du carburant
Droite	MAIN	<b>Fonctionnel</b>	Plein ou presque plein
	AUX	<b>Fonctionnel</b>	Vide
	TIP	<b>Déformé et percé</b>	Retrouvé vide, le réservoir a pu se vider à l'impact ou pendant la nuit précédant l'examen de l'épave

Figure 9 : tableau récapitulatif de l'état des réservoirs et du carburant qu'ils contenaient sur l'épave

Le réservoir de bout d'aile TIP gauche était coincé entre le sol et le reste de l'aile gauche, une observation visuelle n'a donc pas été possible avant le relevage de l'épave, pendant lequel du carburant a coulé de ce réservoir.

Enfin, les examens effectués sur la partie terminale du circuit carburant, juste en aval des moteurs, permettent de conclure à un assèchement en carburant du mélange injecté dans les moteurs, ayant entraîné leur arrêt complet.

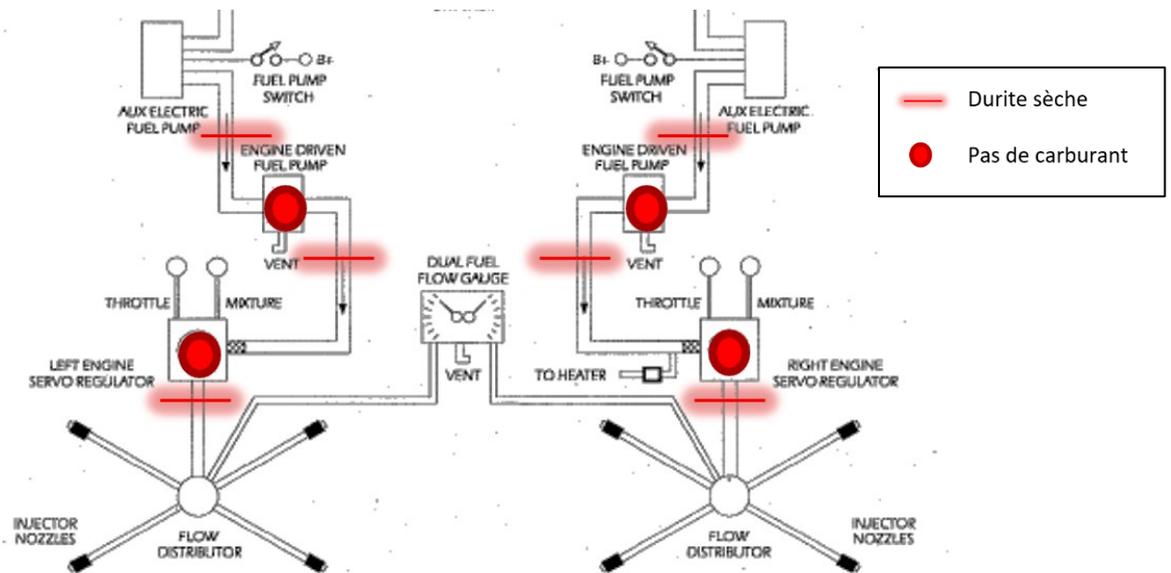


Figure 10 : partie terminale du circuit où l'absence de carburant a été constatée  
(Source : Piper PA30 Service Manual, annotations BEA)

## 2.5 Renseignements sur les personnes à bord

### 2.5.1 Pilote en formation

Le pilote en formation, âgé de 29 ans, était titulaire d'une licence CPL(A) obtenue en août 2023. Il avait obtenu un PPL(A) en 2020. Il totalisait environ 210 heures de vol. Il avait cumulé 30 h 48 sur simulateur<sup>12</sup> et 15 h 16 sur avion bimoteur PA30, dont 9 h 34 en IFR, dans le cadre de la formation aux qualifications MEP<sup>13</sup> et IR/ME au sein de l'ATO. Le vol de l'accident était son seizième vol sur PA30.

Il a été suivi uniquement par l'instructeur présent à bord pour la formation aux qualifications MEP et IR/ME. C'est un autre instructeur de l'ATO qui a supervisé la formation CPL. Initialement commencée dans un autre ATO, cette formation CPL a été transférée en raison des difficultés financières de l'organisme d'origine.

<sup>12</sup> Le pilote en formation indique que le sélecteur carburant du simulateur était différent de celui de l'avion et qu'il ne l'a pas manipulé lors des séances de simulation.

<sup>13</sup> Le pilote en formation ne détenait pas encore cette qualification. Ses connaissances techniques sur l'avion n'ont pas fait l'objet d'une évaluation.

## 2.5.2 Instructeur

L'instructeur, âgé de 82 ans, était titulaire d'une licence CPL(A) obtenue en 1971, assortie notamment de la qualification IR/ME. Il avait obtenu un PPL(A) en 1962. Il était instructeur depuis 1975, il était également examinateur. Il totalisait plus de 40 000 heures de vol.

L'instructeur exerçait plusieurs fonctions au sein de l'ATO :

- dirigeant responsable ;
- responsable pédagogique ;
- responsable du SGS ;
- instructeur et examinateur.

Il indique qu'il n'avait pas de difficulté particulière pour assurer les différentes charges qui lui incombaient et pour lesquelles il considère être efficacement secondé. La DSAC, autorité chargée de la surveillance de l'ATO, précise que le cumul de fonctions est une pratique courante et réglementaire dans ce genre d'organisation. Cependant, selon la DSAC, un tel cumul de fonctions est rare pour un ATO de cette taille. La charge de travail de l'instructeur associée à ces tâches n'a pas fait l'objet d'une évaluation dans le cadre de l'enquête.

L'instructeur se trouvait dans une tranche d'âge où une diminution des capacités cognitives et physiques liée au vieillissement est communément observée. L'enquête a pris en compte cet aspect et n'a pas mis en évidence ce phénomène au cours du vol.

## 2.5.3 Passager

Le passager, âgé de 27 ans, était titulaire d'une licence CPL(A) obtenue au Canada en 2022. Elle était assortie des qualifications MEP et IR/ME. Il avait obtenu un PPL(A) en 2018, également au Canada. Il totalisait environ 210 heures de vol. Il s'était rapproché de l'ATO à l'automne 2023 en vue d'obtenir une licence européenne. Il avait été autorisé par l'ATO à venir observer des vols d'instruction dans l'attente du début de sa formation.

## 2.6 Témoignages

L'instructeur indique que la fin de la formation du pilote approchait et que le vol était un vol de vérification des connaissances. L'instructeur indique qu'il avait détecté un manque de motivation et d'implication chez le pilote en formation et qu'il lui avait associé un autre pilote en formation pour les vols d'instruction, pour tenter d'augmenter sa motivation par émulation mutuelle. Le jour de l'accident, ce pilote était malade, donc absent. Sur ce sujet, le pilote en formation précise que l'instructeur ne lui a jamais fait de retour quant à un éventuel manque de motivation et d'implication<sup>14</sup>. Par ailleurs, le pilote en formation a fourni au BEA le courrier du chef pilote et responsable pédagogique adjoint de son précédent ATO au cours de l'enquête. Ce courrier fait part de sa motivation et de son intérêt pour la formation au métier de pilote de ligne.

Le pilote en formation indique que le plan de vol avait été déposé la veille au soir. Il précise qu'il n'y a pas eu de briefing formel avec l'instructeur avant le vol car l'instructeur était occupé. Le pilote en formation avait cependant pu discuter avec l'instructeur des menaces qu'il avait identifiées peu avant qu'il se rende à l'avion pour faire la visite prévol. Selon lui, les menaces identifiées pour ce vol étaient les conditions givrantes indiquées sur la carte TEMSI et les CTOT pour les vols aller et retour. Il avait également partagé ces informations avec le passager. Il ajoute qu'au sujet du givrage,

---

<sup>14</sup> Le livret de progression du pilote en formation n'était pas renseigné par l'instructeur. Toutefois, sa progression semblait standard car il n'avait pas eu besoin de séance de réentraînement.

l'instructeur a indiqué qu'ils s'adaptent en vol. L'instructeur, quant à lui, précise qu'il n'avait pas connaissance de la CTOT au départ de Toussus-le-Noble.

Le pilote en formation avait prévu une trentaine de minutes pour faire la visite prévol et notamment la préparation du poste de pilotage. Il a notamment vérifié visuellement que les deux réservoirs MAIN et les deux réservoirs AUX contenaient le plein en carburant, et il a purgé les deux réservoirs MAIN puis les deux réservoirs AUX. Lors de ces actions, il indique qu'il n'a pas été distrait. Il a fait ces actions de mémoire puis a parcouru les « *check-lists* » de l'ATO (voir § 2.7). A posteriori, il pense qu'il a pu omettre un item, ou le lire sans effectuer réellement la vérification. Ce n'était pas la première fois qu'il agissait ainsi. Il précise que cette technique permet de gagner du temps dans la préparation. Une fois prêt, l'heure de la CTOT approchant, il est allé chercher l'instructeur à son bureau<sup>15</sup>. Ce dernier lui a demandé de débiter les actions avant mise en route de l'avion. L'instructeur indique qu'il a vérifié visuellement la présence de carburant dans les deux réservoirs MAIN avant de monter dans l'avion.

Le pilote en formation indique qu'au roulage, le moteur droit a calé. L'instructeur lui a expliqué que le régime moteur était probablement trop faible. Le moteur a été rallumé. Les essais moteurs ont ensuite été effectués sans problème.

Le pilote en formation précise qu'au cours de la croisière entre Toussus-le-Noble et Rouen (vol aller), une faible couche de givre s'est déposée sur les ailes. L'instructeur a estimé que cela n'avait pas d'impact sur la sécurité du vol et ils ont poursuivi comme autorisés.

Le pilote en formation explique qu'à Rouen, il a fait un atterrissage complet, puis est revenu au point d'attente pour décoller. Il n'a pas arrêté les moteurs de l'avion.

Le pilote en formation précise qu'au cours de la croisière entre Rouen et Toussus-le-Noble (vol retour), une faible couche de givre s'est déposée sur les ailes, un peu plus épaisse qu'à l'aller. L'instructeur a également estimé que cela n'avait pas d'impact sur la sécurité du vol et ils ont poursuivi comme autorisés. Le pilote en formation a demandé la descente un peu plus tard.

Après la verticale de TSU, en direction de IN25R, le pilote en formation et le passager indiquent que l'alarme de décrochage s'est déclenchée, lorsque l'avion a quitté les conditions givrantes. Elle est restée active jusqu'à la fin du vol. Ils expliquent que l'instructeur leur a indiqué que de l'eau ou de la glace pouvait coincer la palette de l'avertisseur de décrochage. Le pilote en formation explique qu'en effet, le givre commençait à disparaître des ailes à ce moment-là. L'instructeur indique dans son témoignage qu'il n'a pas le souvenir du déclenchement de l'alarme de décrochage ni de ces explications.

Le pilote en formation et le passager indiquent qu'après le virage pour rejoindre IN25R, le moteur droit a commencé à avoir des ratés, suivis d'une perte partielle de puissance. L'hélice était entraînée par le vent relatif. Le pilote en formation indique qu'il a instinctivement corrigé le mouvement en lacet, il a pensé à un exercice de simulation de panne moteur. Il s'est rapidement aperçu que ce n'était pas le cas, car l'instructeur semblait inquiet. Le passager indique que l'instructeur a évoqué une possible ingestion d'eau. L'instructeur indique dans son témoignage qu'il n'a pas le souvenir de cette affirmation. Une trentaine de secondes plus tard, le moteur gauche a

---

<sup>15</sup> Cet élément de témoignage rejoint celui du passager, mais est contredit par l'instructeur qui explique qu'il s'est rendu à l'avion avant le départ sans que le pilote en formation soit venu le chercher.

présenté les mêmes symptômes. Le pilote en formation a transféré les commandes à l'instructeur. Ils ont tenté de redémarrer le moteur droit. À la demande de l'instructeur, le pilote en formation a mis les pompes carburant sur ON et resélectionné les interrupteurs d'allumage, puis l'instructeur a poussé les commandes des moteurs vers l'avant. L'instructeur indique qu'il a placé le sélecteur des réservoirs de carburant du moteur droit de la position MAIN sur la position AUX<sup>16</sup>. Le pilote en formation pense que l'instructeur a bien réalisé cette action, mais le passager indique qu'à aucun moment du vol ni lors du traitement de la panne, il n'a vu les pilotes agir sur les sélecteurs des réservoirs de carburant. Le pilote en formation précise qu'au cours de sa formation, il n'avait jamais eu à manipuler les sélecteurs en vol, d'ailleurs il ne connaissait pas les interrupteurs qui permettent de sélectionner les réservoirs TIP. L'instructeur précise sur ce point que les pilotes en formation disposent du manuel de vol de l'avion.

L'instructeur indique qu'ils étaient en vue du sol lors de l'arrêt des moteurs. Le pilote en formation et le passager indiquent quant à eux qu'ils étaient dans la couche nuageuse. Le passager estime la sortie de la couche nuageuse vers 1 500 ft. Il faisait nuit depuis une vingtaine de minutes.

L'instructeur rapporte qu'il a vu une petite plate-forme vers laquelle il s'est dirigé. Il visait une zone dégagée, pour éviter des dommages supplémentaires. Il n'a sorti ni les volets ni les trains d'atterrissage afin de planer au maximum. Il n'a pas passé les hélices en drapeau car il espérait un redémarrage des moteurs. L'avion est resté contrôlable jusqu'à la collision avec le sol.

Après l'atterrissage, le passager a rapidement pu sécuriser l'avion puis contacter les secours.

## 2.7 Procédures applicables au PA30

Ce paragraphe contient les détails relatifs à la gestion du carburant, des extraits de procédures du manuel de vol du constructeur et de celles de l'ATO. À ce titre, l'ATO met à disposition des pilotes, dans ses avions, notamment le F-BPIR, des « *check-lists* » comprenant les actions à réaliser et à vérifier. Pour les procédures normales, les « *check-lists* » sont les suivantes :

- *Preflight inspection* / 74 items ;
- *Before start-up* / 13 items ;
- *Cold engine start-up* / 12 items ;
- *Hot engine start-up* / 14 items ;
- *After start-up* / 9 items ;
- *Departure briefing* ;
- *Taxi* / 4 items ;
- *Engine run-up* / 11 items ;
- *Before take-off* / 10 items ;
- *Safety briefing* ;
- *Line up* (surlignée en jaune, à faire de mémoire) / 7 items ;
- *After take-off* (surlignée en jaune, à faire de mémoire) / 7 items ;
- *Climb* / 2 items ;
- *Cruise* / 7 items ;
- *Arrival briefing* ;
- *Descent* / 3 items ;

---

<sup>16</sup> Cette information n'a pas été corroborée par les éléments observés sur le site de l'accident (voir § 2.4). Pour le côté droit, si l'instructeur tourne le sélecteur de la position MAIN vers AUX sans regarder, si le sélecteur est initialement sur la position AUX, la position finale est OFF.

- *Approach* / 5 items ;
- *Before landing* (surlignée en jaune, à faire de mémoire) / 8 items ;
- *Go around* (surlignée en jaune, à faire de mémoire) / 10 items ;
- *After landing* / 8 items ;
- *Parking* / 17 items ;
- *Aircraft leaving* / 10 items.

Il est à noter que le contenu de ces « *check-lists* » n'est pas vérifié par la DSAC.

Le dirigeant responsable de l'ATO indique avoir établi ses procédures et ses « *check-lists* » dans les années 80, à partir d'une documentation en anglais, sans support du constructeur.

## 2.7.1 Extraits des procédures mentionnant les réservoirs de carburant

Le manuel de vol prévoit plusieurs vérifications et actions liées au système carburant avant le décollage :

- vérifier les jauges carburant de chaque réservoir (*Preflight check, section cabin*) ;
- vérifier le remplissage de chaque réservoir (*Walk around inspection*) ;
- purger chaque réservoir (*Before starting engines*) ;
- placer les sélecteurs sur la position MAIN (*Before starting engines* et *Before takeoff*).

Les « *check-lists* » de l'ATO prévoient sur le même sujet :

- purger les réservoirs en plaçant d'abord les sélecteurs sur la position MAIN puis sur la position AUX, et repasser les sélecteurs sur la position MAIN (*Preflight inspection, section Fuel drain procedure*) ;
- vérifier le remplissage de chaque réservoir (*Preflight inspection, sections Left wing et Right wing*) ;
- vérifier que les sélecteurs sont sur la position MAIN (*Before start-up, uniquement*).

Le manuel de vol prévoit que l'approche et l'atterrissage soient réalisés sur les réservoirs MAIN. Cette disposition n'est pas reprise dans les « *check-lists* » *Descent, Approach* et *Before landing* de l'ATO.

## 2.7.2 Gestion du carburant en croisière

Le manuel de vol prévoit, pour la croisière, la possibilité d'utiliser les réservoirs auxiliaires AUX et TIP, uniquement en vol en palier, et d'utiliser en premier le carburant contenu dans les réservoirs auxiliaires TIP.

En croisière, la « *check-list* » de l'ATO contient l'item *Fuel tank .... Managed*.

Le manuel d'exploitation de l'ATO précise pour la gestion du carburant en vol :

- « *calcul de la jauge restante aux points tournants* ;
- *calcul de la consommation réelle* ;
- *comparaison entre consommation réelle et consommation prévue et carburant restant* ;
- *révision des réserves de carburant prévues en fonction de la consommation réelle.* »

Pour la gestion du carburant, les pratiques de l'ATO sont dans les faits les suivantes :

- avitaillement complet des réservoirs MAIN et AUX avant le vol ;
- dans la plupart des cas, utilisation exclusive des réservoirs MAIN pour le vol, ces derniers disposant d'une autonomie de 3 h 30, suffisante pour la majorité des vols d'une moyenne de 2 h environ ;
- dans le cas d'un vol plus long, les réservoirs auxiliaires sont utilisés en croisière avec un décalage de cinq minutes entre les sélecteurs gauche et droite afin de prévenir un éventuel oubli de retour vers les réservoirs MAIN. Le retour normal vers les réservoirs MAIN est réalisé avant la descente finale ;
- débit carburant de 8,5 gal US /h par moteur (croisière 65 %) ;
- absence d'utilisation des jauges des réservoirs de carburant, jugées « non fiables » par le dirigeant responsable de l'ATO ;
- utilisation du système GTN 750 pour le suivi du carburant en vol et pour déterminer la quantité de carburant restante (item *Fuel tank* de la « *check-list* »), les paramètres quantité totale à bord et consommation étant insérés initialement. Le GTN 750 n'est pas connecté au circuit carburant, le suivi est ainsi théorique. Le dirigeant responsable de l'ATO précise que le suivi via ce système est fiable.

Sur ce dernier point, l'examen du GTN 750 a montré que les réglages du vol étaient :

- quantité totale à bord avant le décollage = 83 gal US ;
- débit carburant = 15 gal US /h soit 7,5 gal US /h par moteur. Il est à noter que cette valeur diffère de celle indiquée comme étant utilisée en pratique. Le pilote en formation a indiqué dans son témoignage qu'il n'avait pas touché au réglage du débit carburant avant le vol.

Avec un débit carburant de 8,5 gal US/h, les réservoirs AUX permettent une durée de vol de l'ordre de 1 h 45.

### 2.7.3 Panne moteur en vol

Le manuel de vol contient plusieurs procédures relatives à la panne moteur :

- identification du moteur ne délivrant pas de puissance (*Determining inoperative engine*) ;
- perte de puissance moteur en vol (*Engine power loss during flight*) ;
- sécurisation du moteur, mise en drapeau (*Engine securing procedure, feathering procedure*).

Cette dernière procédure demande, avant de sécuriser effectivement le moteur défaillant, de notamment :

1. « sélectionner un réservoir qui contient du carburant ;
2. faire un transfert de carburant, si nécessaire ;
3. mettre la pompe carburant sur ON ;
4. vérifier les interrupteurs d'allumage sur ON ;
5. mettre la mixture sur plein riche ;
6. activer l'arrivée d'air alternative (*alternate air*) ;
7. vérifier les jauges/indicateurs liées au moteur pour déterminer la cause de la perte de puissance. »

La « *check-list* » *Engine failure in flight* de l'ATO (surlignée en jaune, à faire de mémoire) ne contient que l'item *Throttles & props .... Full power* en plus des actions pour sécuriser le moteur défaillant. Cette « *check-list* » ne contient pas les éléments cités ci-dessus. Une autre « *check-list* », afin de redémarrer un moteur en vol (*Air start*), contient uniquement les items 2, 3 et 4.

Enfin, l'ATO n'a pas repris dans ses « *check-lists* », la procédure d'atterrissage avec les deux moteurs arrêtés (*Power off landing, both engines out*), décrite dans le manuel de vol.

## 2.8 Analyse du vol

### 2.8.1 Préparation du vol

Le plan de vol déposé la veille n'avait pas été modifié par le pilote en formation ni par l'instructeur pour mentionner l'absence d'une personne à bord (l'autre pilote en formation). Il avait été déposé pour quatre personnes à bord. Dans le cadre des opérations de sauvetage SAR menées après l'accident, des vérifications supplémentaires ont dû être réalisées par les services de secours afin de confirmer qu'il n'y avait en effet que trois personnes à bord.

Il n'y a pas eu de briefing formel avant le vol, cependant le pilote en formation avait évoqué les menaces pour le vol avec l'instructeur quand il s'est rendu à l'avion pour faire la visite prévol.

Il avait identifié une menace liée aux conditions givrantes prévues sur la carte TEMSI à une altitude inférieure à celle prévue pour la croisière. L'altitude associée étant supérieure à l'altitude de sécurité prévue pour le vol, la marge était considérée comme suffisante pour réaliser le vol au regard des pratiques de l'ATO. L'instructeur avait prévu d'adapter l'altitude de croisière en fonction des conditions réellement rencontrées en vol. Dans le cadre de l'enquête, le BEA n'a pas analysé les pratiques de l'ATO en matière de départ en vol, avec des conditions givrantes prévues.

Le pilote en formation indique avoir également mentionné à l'instructeur les deux CTOT, au départ de Toussus-le-Noble et au départ de Rouen. Cependant, l'instructeur indique qu'il n'avait pas conscience de la CTOT pour le départ, et ainsi d'un potentiel départ sous contrainte temporelle.

### 2.8.2 Visite prévol et préparation du poste de pilotage

Le pilote en formation avait prévu environ trente minutes pour cette étape. Il a considéré qu'il pouvait réaliser les actions de mémoire. Ce n'était pas la première fois qu'il procédait de cette manière et il avait un niveau de confiance élevé en sa capacité à réaliser correctement ces actions.

Il avait conscience de la différence entre les actions à réaliser : *do-list* et les vérifications : *check-list*, cependant les « *check-lists* » de l'ATO ne faisaient pas la différence entre les actions et les vérifications. Les *do-lists* sont les listes d'actions généralement faites de mémoire sous la forme de circuits visuels simples appelés « *flow* ». Les *check-lists* ont vocation à garantir que les actions critiques requises pour assurer la sécurité du vol ont été faites correctement. Dans un souci d'efficacité, le nombre de *check-lists* est généralement limité, ainsi que le nombre d'items qui les composent. La documentation de l'ATO ne fait pas apparaître de telles *check-lists*.

Le pilote en formation précise qu'il a vérifié les actions réalisées de mémoire avec les « *check-lists* » de l'ATO, mais qu'il a pu omettre un item, ou le lire sans effectuer réellement la vérification. Ainsi, l'action critique de la bonne sélection du réservoir carburant MAIN n'a probablement pas été vérifiée à l'issue de cette étape.

### 2.8.3 Mise en route, supervision des actions par l'instructeur

L'instructeur a demandé au pilote en formation de commencer les actions avant mise en route. Il considérait cette phase, et les phases précédentes, comme acquises par le pilote en formation. La confiance de l'instructeur accumulée au cours de ses années d'expérience d'instruction a pu le conduire à adapter sa supervision du pilote en formation.

Lorsque l'instructeur s'est installé à bord, il n'avait pas conscience des actions qui avaient été réalisées par le pilote en formation avant son arrivée et sous contrainte de la CTOT (rappelée par le contrôleur lors de la demande de mise en route). Il n'a pas vérifié que les sélecteurs des réservoirs de carburant étaient positionnés sur MAIN. La vérification de cet item était prévue dans la « *check-list* » *Before start-up*, seule « *check-list* » de la documentation de l'ATO qui la prévoit.

#### 2.8.4 Gestion du carburant en vol

La quantité de carburant embarquée pour le vol, réservoirs MAIN et AUX pleins, était suffisante. Elle incluait le temps d'attente et de dégagement. Par ailleurs, la préconisation de l'ATO de n'utiliser que les réservoirs MAIN pour les vols similaires à celui de l'accident constituait une solution jugée suffisamment robuste par l'ATO pour éviter que la gestion du carburant en vol ne soit considérée comme une menace. Cette préconisation permettait ainsi selon l'ATO d'insister sur l'objectif principal de la formation IR/ME, à savoir la gestion du vol et des procédures IFR avec l'un des deux moteurs en panne (n-1).

Les pratiques de l'ATO amènent ainsi les pilotes du PA30 à une gestion carburant comparable à celle d'un avion équipé d'un seul réservoir. Le suivi carburant en vol est mené au travers du système GNSS de bord. Il s'agit cependant d'un suivi théorique, basé sur des valeurs de quantité totale et de consommation insérées initialement dans le système.

Compte tenu des pratiques de l'ATO, les sélecteurs des réservoirs de carburant ne pouvaient pas être, dans l'esprit de l'instructeur et du pilote en formation, sur une autre position que sur la position MAIN. La nature des vols en formation MEP et IR/ME n'amène pas à entreprendre des vols longs nécessitant une gestion du carburant. Les vols courts entrepris, de type POGO<sup>17</sup> par exemple, n'incitent ainsi pas les pilotes à faire une gestion carburant en vol ni à consulter les jauges des réservoirs de carburant. Le dirigeant responsable de l'ATO considère ces jauges « peu fiables ».

Des éléments recueillis par le BEA montrent que ces jauges peuvent être peu précises pour déterminer un volume de carburant, cependant elles permettent d'identifier si un réservoir est vide ou pas.

Ces pratiques en matière de gestion du carburant, destinées à simplifier les opérations et alléger la charge de travail, diminuent la conscience de la situation sur ce sujet et ne permettent pas, par exemple, de détecter une fuite de carburant<sup>18</sup>.

En l'absence d'arrêt des moteurs à Rouen, les procédures de l'ATO ne permettaient pas d'identifier une erreur de sélection de réservoir carburant : la vérification explicite de la position des sélecteurs des réservoirs de carburant sur MAIN n'est demandée qu'avant la mise en route dans les « *check-lists* » de l'ATO.

Dans sa rubrique [Enseignements de sécurité Aviation légère](#), le BEA mentionne que le risque « gestion inadéquate du carburant » est récurrent et qu'il apparaît chaque année dans plusieurs événements.

---

<sup>17</sup> Vol de très courte distance en régime IFR.

<sup>18</sup> Sur ce sujet, le dirigeant responsable de l'ATO indique qu'en plus de trente d'ans d'exploitation, ils n'ont jamais constaté de fuite carburant en vol.

### 2.8.5 Extinction non commandée des deux moteurs

Au cours de la séquence de l'accident, les commandes ont rapidement été transférées à l'instructeur. À la suite des premiers ratés moteur, selon le témoignage du passager, l'instructeur a évoqué une possible ingestion d'eau. Espérant un redémarrage du moteur, l'instructeur n'a pas positionné les hélices en drapeau, ce qui a augmenté le taux de chute et réduit le temps disponible pour analyser la panne. Il a choisi la configuration lisse pour l'atterrissage, ce qui a entraîné une vitesse plus élevée.

L'instructeur n'a pas envisagé que la sélection des réservoirs était erronée ; l'enquête n'a pas permis de déterminer s'il a réellement manipulé le sélecteur de réservoirs de carburant au moment de l'extinction. Il n'a pas vérifié les jauges des réservoirs de carburant situées en face de lui, celles-ci n'étant pas dans son circuit visuel habituel et étant jugées « non fiables ». Cette vérification n'est pas non plus mentionnée dans la « *check list* » *Engine failure in flight* de l'ATO.

Par ailleurs, la vétusté des indications des sélecteurs des réservoirs de carburant, combinée à une visibilité réduite de nuit, a pu rendre difficile la vérification de leur position correcte, à la fois pour l'instructeur et aussi pour le pilote en formation qui disposait d'une expérience limitée sur l'avion et de connaissances insuffisantes sur le circuit carburant.

Enfin, la « *check-list* » de l'ATO *Engine failure in flight* ne contient pas d'item relatif à l'identification de la défaillance et au redémarrage d'un moteur en vol. L'ATO avait fait le choix de se concentrer sur l'entraînement au pilotage de l'avion lors d'une simulation de panne d'un des moteurs. Ce choix ne permettait ainsi pas de réagir de façon efficace en cas de désamorçage du circuit carburant.

### 3 CONCLUSIONS

*Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête.*

#### Scénario

Au cours de la visite prévol, le pilote en formation a probablement omis de repositionner les sélecteurs des réservoirs de carburant sur MAIN après avoir purgé les réservoirs MAIN puis AUX. La « *check-list* » *Before start-up* a été effectuée sous pression temporelle, face à l'imminence de la fin du créneau de la CTOT pour le décollage et sans supervision de l'instructeur. L'item de la « *check-list* », qui consiste à s'assurer que les sélecteurs des réservoirs de carburant étaient correctement positionnés sur MAIN, n'a pas été vérifié.

Par la suite, les vols aller et retour ont été réalisés en consommant le carburant des réservoirs AUX, sans que les occupants n'en soient conscients. Le pilote en formation et l'instructeur pensaient faire le vol en utilisant le carburant des réservoirs MAIN, conformément aux pratiques de l'ATO qui préconise leur usage exclusif, pour ce type de vol. Les jauges des réservoirs de carburant n'étaient jamais utilisées en vol et au sol.

Au cours de la descente pour rejoindre le repère intermédiaire (IF) IN25R de Toussus-le-Noble, dans la couche nuageuse, le circuit carburant de chacun des deux moteurs s'est désamorcé en raison de l'épuisement du carburant des réservoirs AUX. Les deux moteurs n'ont plus délivré de puissance. L'instructeur a alors repris les commandes et a tenté de redémarrer le moteur droit. Il n'a pas sélectionné un réservoir qui contenait du carburant lors de ses actions. Il n'a pas passé les hélices en drapeau en espérant un redémarrage des moteurs et il a conduit un atterrissage forcé en configuration lisse, de nuit en milieu urbain.

L'enquête n'a pas permis de déterminer l'origine du déclenchement intempestif de l'avertisseur de décrochage, pendant les six à neuf dernières minutes du vol, lorsque l'avion était en descente pour débiter l'approche. Cette alarme a probablement généré une situation stressante et une charge de travail supplémentaire, impliquant une surveillance accrue des paramètres, notamment lors de la conduite de l'atterrissage forcé.

Dans le cadre des formations IR/ME dispensées par l'ATO, la gestion du carburant a été simplifiée pour les vols courts afin de permettre aux pilotes en formation de se concentrer sur les aspects jugés prioritaires de la formation, tels que la gestion des procédures IFR et la maîtrise du vol avec un moteur en panne. Cette simplification reposait sur l'utilisation exclusive des réservoirs MAIN dans le but d'alléger la charge de travail en vol. Les « *check-lists* » de l'ATO, qui diffèrent des procédures du manuel de vol, étaient cohérentes avec cette pratique. Cette approche simplifiée a pu cependant induire une diminution des connaissances du pilote en formation sur le circuit carburant ainsi qu'une vigilance réduite concernant certains aspects de la gestion du carburant.

#### Facteurs contributifs

La perte de puissance des moteurs est liée à une erreur de sélection des réservoirs de carburant, non détectée lors des vérifications avant le décollage et en vol. Ont pu y contribuer :

- la réalisation par le pilote en formation des actions de mémoire, au cours de la visite prévol et de la mise en route, dans un contexte de pression temporelle, avec une vérification imparfaite réalisée à l'aide des « *check-lists* » de l'ATO ;

- des vérifications insuffisantes par l'instructeur avant chacun des deux décollages et en vol avec le pilote en formation ;
- l'absence d'évaluation par l'ATO des risques associés à la simplification de la gestion du carburant mise en place et de ses procédures (voir § 2.7.1). L'ATO s'est ainsi privé de moyens permettant la détection et la récupération d'une erreur de sélection des réservoirs avant le décollage, y compris en cas d'arrêt des moteurs.

## Mesures prises par l'ATO

Au titre de son Système de Gestion de la Sécurité (SGS), l'ATO établit une cartographie des risques dans son manuel d'organisation qu'il met à jour périodiquement. La version de la cartographie des risques en vigueur au moment de l'accident ne faisait pas apparaître de risque spécifique aux PA30/39.

Un risque relatif aux PA30/39, lié à la réalisation des purges qui doivent être faites dans un ordre précis, en commençant par les réservoirs AUX puis les réservoirs MAIN, a été introduit dans la mise à jour du manuel d'organisation de l'ATO fin décembre 2023.

Un « rappel sur les purges » a également été édité par l'ATO. L'ATO demande désormais de débiter la purge par les réservoirs AUX et de terminer par les réservoirs MAIN. L'ATO a ainsi mis à jour ses procédures liées à la visite prévol et à la purge des réservoirs.

L'ATO a également ajouté dans sa « *check-list* » *Descent*, l'item *Fuel selectors .... MAIN*. En revanche, les « *check-lists* » *Before take-off*, *Approach*, *Before landing* et *Engine failure in flight* n'ont pas évolué.

Enfin, l'ATO indique qu'il a modifié l'un de ses avions avec un système qui permet d'afficher les niveaux de carburant sur les instruments électroniques et qu'il évalue cette modification avant de l'intégrer à la flotte entière.

***Les enquêtes du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou responsabilités.***