



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Domaine aviation

Rapport final n° 2274 du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

concernant l'accident de l'avion
Piper PA-28-181, HB-PMR,

survenu le 13 août 2015

à l'aérodrome d'Ecuvillens (LSGE),
commune de Hauterive / FR

Ursachen

Der Unfall ist auf eine Kollision mit einem Hangar aufgrund einer horizontalen Kursabweichung zurückzuführen, weil bei dem nach einem Rückprall (*rebound*) eingeleiteten Durchstart bei der Landung die Kontrolle verloren ging.

Folgende Faktoren haben zur Entstehung des Unfalls beigetragen:

- Anflug mit Energieüberschuss;
- Unklarheit über auszuführende Massnahmen nach einem *rebound*;
- Ablenkung beim Manipulieren der Landeklappen.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) relatives aux circonstances et aux causes de cet accident.

Conformément à l'article 3.1 de la 10^e édition de l'annexe 13, applicable dès le 18 novembre 2010, de la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'article 24 de la loi fédérale sur la navigation aérienne, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Toutes les informations contenues dans ce rapport, sauf indication contraire, se réfèrent au moment où s'est produit l'accident.

Pour assurer la protection des données, le rapport fait usage du masculin générique.

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) qui au moment où s'est produit l'accident correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et l'heure universelle coordonnée (*coordinated universal time* – UTC) est : LT = CEST = UTC + 2 h.

Rapport final

Type d'aéronef	Piper PA-28-181	HB-PMR
Exploitant	Air Fribourg Service SA, route de l'aérodrome 20, 1730 Ecuwillens	
Propriétaire	Air Fribourg Service SA, route de l'aérodrome 20, 1730 Ecuwillens	

Pilote	Citoyen français, année de naissance 1946			
Licence	Licence de pilote d'avions légers (<i>light aircraft pilot license</i> – LAPL(A)) selon l'Agence européenne de la sécurité aérienne (<i>European Aviation Safety Agency</i> – EASA), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)			
Heures de vol et atterrissages	total	155:44 h	au cours des 90 derniers jours	9:15 h
	atterrissages	368	atterrissages	15
	sur le type en cause	21:29 h	au cours des 90 derniers jours	6:22 h
	atterrissages	47	atterrissages	4

Lieu	Aérodrome d'Ecuwillens (LSGE)		
Coordonnées	---	Altitude	--- m/M
Date et heure	13 août 2015, 11 h 30 min		

Type de vol	Règles de vol à vue (<i>visual flight rules</i> – VFR) de jour, privé
Phase de vol	Remise des gaz
Nature de l'accident	Collision avec un hangar

Personnes blessées

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	0	0	0	0
Graves	1	1	2	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	0	0	0	Sans objet
Total	1	1	2	0

Dommages à l'aéronef Détruit

Autres dommages Portes de hangar détruites et dommages aux aéronefs stationnés à l'intérieur du hangar, légère pollution due aux hydrocarbures

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

Les informations contenues dans ce rapport sont basées sur les dépositions du pilote, d'instructeurs de vol, de divers observateurs, ainsi que sur les relevés radar.

1.1.2 Faits antécédents

Le 25 mai 2015, le pilote a effectué un vol d'Ecuvillens (LSGE) à Bressaucourt (LSZQ) à bord d'un Cessna 172. Il était accompagné d'un instructeur de vol.

La veille de l'accident, le pilote a consulté les prévisions météorologiques dans le but d'effectuer un vol similaire à bord du Piper PA-28-181 immatriculé HB-PMR.

1.1.3 Le vol au cours duquel s'est produit l'accident

Le 13 août 2015 en début de matinée, le pilote se rend au bureau C de l'aérodrome d'Ecuvillens afin de compléter la préparation du vol à destination de l'aérodrome de Bressaucourt. Il consulte les informations aéronautiques et dépose un avis de vol. Il procède aux vérifications extérieures de l'avion, sans l'avitailer. Le pilote monte à bord, suivi d'un passager qui prend place sur le siège avant droit. Tous deux attachent leur ceinture ventrale. La mise en marche du moteur, le roulage et les contrôles précédant le décollage se déroulent normalement.

Vers 10 h 20 min, l'avion HB-PMR décolle de la piste 27 d'Ecuvillens. Après avoir quitté le circuit de l'aérodrome, il prend la direction du nord. Il survole la région du Chasseral puis se dirige vers le nord-ouest. Arrivé au travers ouest de l'aérodrome de Bressaucourt, il renonce à y atterrir en raison de son appréciation des conditions météorologiques. Il prend alors la direction du sud-est dans le but de rejoindre l'aérodrome d'Ecuvillens.

Peu avant le survol du VOR¹ de Fribourg à l'altitude d'environ 4000 ft, le pilote effectue les vérifications d'approche. Après le passage du VOR, il prend la direction du Mont-Gibloux. Il voit la piste, réduit la vitesse indiquée à environ 100 kt et positionne les volets de courbure (*flaps*) au premier cran. Il débute la descente et annonce par radio son intention d'atterrir. Il est informé que la piste 27 est en service ainsi que de la présence d'un faible vent de dos. Le pilote décide alors d'effectuer une approche directe de la piste 27.

L'approche directe débute à environ 3.6 NM du seuil de la piste 27 à l'altitude de 3800 ft. La vitesse sol est de 100 kt. Le pilote voit une lampe rouge et une lampe blanche sur l'indicateur de pente APAPI², indiquant que l'avion se trouve sur une pente d'environ 4°. En finale, peu avant de survoler la Sarine, le HB-PMR se trouve sur un plan de descente de 5° par rapport au seuil de la piste 27. Sa vitesse sol est de 97 kt. En finale, le pilote observe la manche à air, qui lui confirme la présence d'un faible vent de dos.

En phase finale de l'approche, le dernier relevé radar indique une vitesse sol de 88 kt. Selon le pilote, les *flaps* sont complètement sortis, soit au troisième cran, la commande de profondeur est compensée et la commande du réchauffage

¹ VOR : *very high frequency omnidirectional range*, radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence.

² APAPI : *abbreviated approach path indicator*, indicateur de trajectoire d'approche de précision simplifié.

carburateur est en position « *OFF* ». Le pilote réduit complètement les gaz et cabre l'avion. Ce dernier touche le sol et rebondit.

Le pilote est surpris par ce rebond. Ne comprenant pas la situation il hésite et, dans l'incertitude, effectue une procédure de remise des gaz. Il avance rapidement la commande de puissance et agit sur le palonnier droit. Toutefois, il est étonné par la réaction tardive du moteur. Tout en gardant une assiette cabrée, il rentre complètement les *flaps* puis les positionne sur le premier cran. L'avion ne prend pas de hauteur.

Le pilote ne perçoit pas que le HB-PMR dévie vers la gauche de l'axe de piste. L'avion, toujours cabré et lent, survole à faible hauteur le tarmac situé devant le hangar n° 3. Soudainement le pilote voit le hangar de maintenance devant lui. Il ne peut éviter la collision avec les portes coulissantes (voir figure 1). Le HB-PMR s'immobilise dans le hangar de maintenance. Le pilote et son passager sont grièvement blessés.

Le personnel de l'aérodrome intervient rapidement et répand de la mousse d'extinction. Aucun incendie ne se déclare. Les services sanitaires ainsi que les pompiers interviennent peu de temps après.

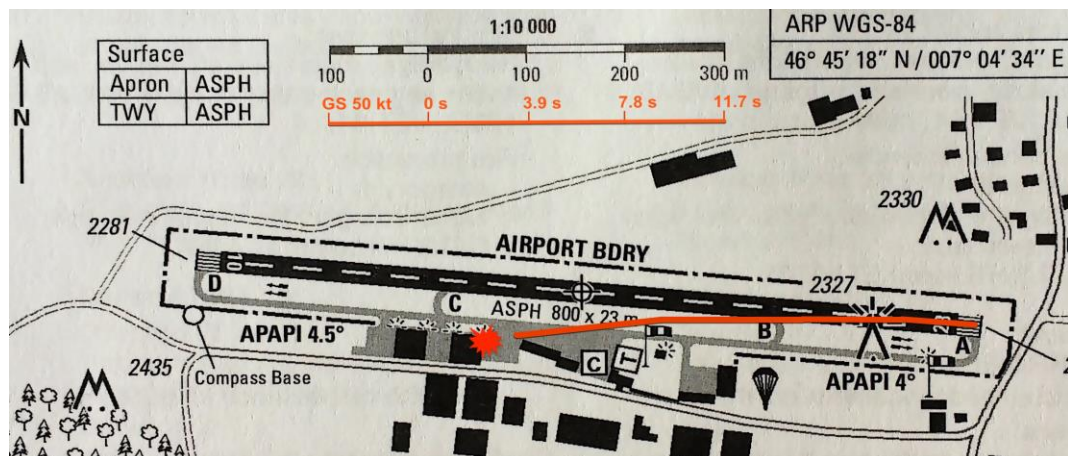


Figure 1 : lieu d'impact et trajectoire estimée du HB-PMR avec échelle temporelle basée sur une vitesse sol estimée de 50 kt (source : VFR Manual du 12 décembre 2013)³.

1.2 Aspects de survie

1.2.1 Personnel présent dans le hangar et risque d'incendie

Au moment de l'accident, plusieurs avions contenant du carburant se trouvaient dans le hangar pour des travaux de maintenance. Certains de ces avions ont été fortement endommagés. De l'essence s'écoulait du HB-PMR. L'impact aurait pu provoquer un incendie.

Les personnes travaillant dans ce hangar ont été averties du danger par un collègue, ce qui leur a permis de réagir. Aucune d'elles n'a été blessée lors de l'impact. Elles ont porté assistance aux occupants de l'avion. Le personnel de l'aérodrome est arrivé rapidement sur place et a dispersé de la mousse anti-incendie à titre préventif, avant l'arrivée des secours.

³ En raison du changement de la variation magnétique, le numéro de piste au moment où s'est produit l'accident était 09/27 ; cependant, ce changement n'a été publié dans le VFR Manual que le 20 août 2015.

1.2.2 Evacuation des occupants

Le modèle Piper PA-28-181 n'a qu'une seule porte située du côté droit. Ceci a rendu plus difficile le travail des secouristes, nécessitant une découpe partielle de la partie supérieure du cockpit afin d'évacuer les blessés.

Ce modèle ne dispose d'aucune autre issue de secours que la porte d'accès.

1.2.3 Ceintures de sécurité

Les deux places avant de l'avion sont équipées de ceintures à trois points. Les deux occupants n'avaient attaché que leur ceinture ventrale. Ces dernières ont résisté aux efforts subis lors de l'accident.

1.3 Renseignements sur le lieu de l'accident

La structure des quatre portes coulissantes du hangar était constituée de profilés métalliques. Les parties inférieures et supérieures étaient recouvertes de plaques de tôle fixées sur les structures portantes et la partie centrale était pourvue de trois rangées de panneaux en verre fixés sur des cadres (voir figure 2). Les quatre portes étaient équipées de roues permettant de les faire coulisser sur des rails, indépendamment les unes des autres. La porte n° 1 était la plus intérieure au hangar et la porte N° 4 la plus extérieure à celui-ci.

Lors de l'accident, le HB-PMR a percuté quasi perpendiculairement les portes n° 3 et n° 4 qui étaient superposées l'une à l'autre (voir figure 3). Elles ont été projetées à l'intérieur du hangar. La porte n° 2, qui n'était que partiellement superposées aux portes n° 3 et n° 4, a été partiellement arrachée de ses supports. Alors que les deux occupants du HB-PMR étaient encore à bord, les personnes présentes sur les lieux de l'accident ont sécurisé la zone afin de prévenir un suraccident. Peu après, la porte n° 2 est tombée sur l'aile gauche de l'épave.

La zone d'impact entre le HB-PMR et les portes coulissantes se trouvait à une hauteur de 4 m environ. Une grande quantité de verre a été projetée dans le hangar lors du choc.

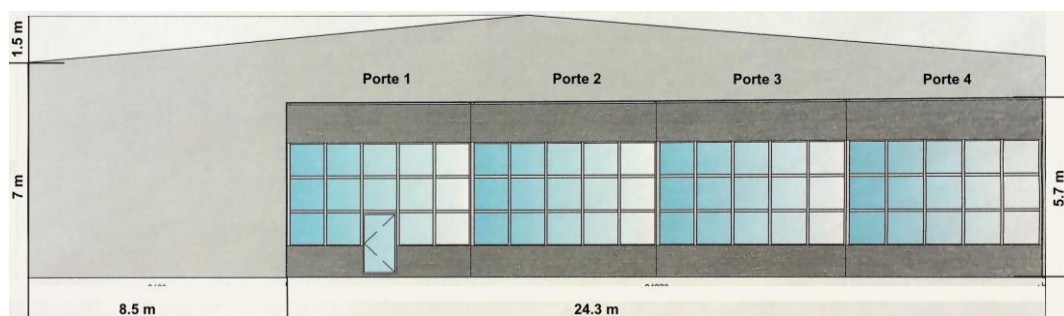


Figure 2 : croquis du hangar avec les quatre portes coulissantes déployées.

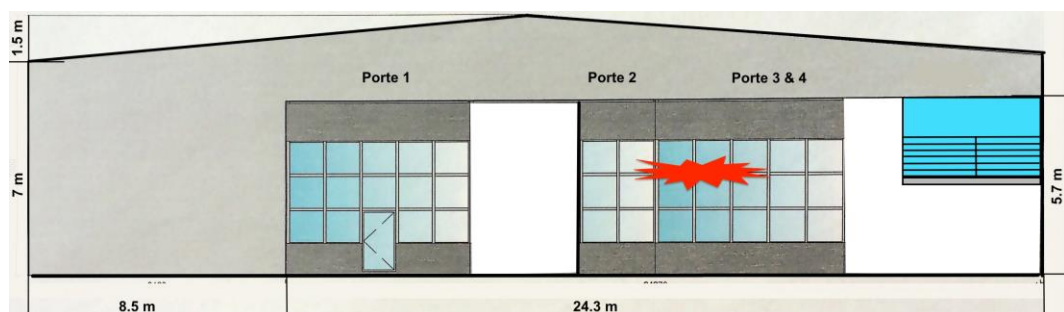


Figure 3: croquis du hangar et localisation estimée de l'impact. La porte n° 2 est partiellement superposée aux portes n° 3 et n° 4.



Figure 4 : détail de la porte n° 1 et position finale de l'avion HB-PMR.

1.4 Renseignements sur l'aéronef

1.4.1 Renseignements généraux

Immatriculation	HB-PMR
Type d'aéronef	PA-28-181, « Archer II »
Caractéristiques	Avion léger en métal, monomoteur à pistons, à aile basse, à train tricycle fixe et muni d'une seule porte du côté droit
Constructeur	Piper Aircraft Corporation, Vero Beach / USA
Année de construction	1989
Propriétaire et exploitant	Air Fribourg Service SA, route de l'aérodrome 20, 1730 Ecuwillens
Exploitant	Air Fribourg Service SA, route de l'aérodrome 20, 1730 Ecuwillens
Moteur	Lycoming O-360-A4M, 4 cylindres boxer, puissance 180 HP (134 kW à 2700 RPM), certifié avec carburateur sans pompe de reprise
Hélice	Bipale métallique, à pas fixe
Heures d'exploitation cellule	7883:18 h TSN ⁴
Masse maximale autorisée	2250 lb (1157 kg)
Masse et centre de gravité	La masse et le centre de gravité étaient dans les limites prescrites par le manuel de vol de l'aéronef (<i>aircraft flight manual – AFM</i>).
Entretien et contrôle technique	Le dernier contrôle de 100 h a été effectué le 6 août 2015 à 7877:52 h TSN.
Carburant	La quantité de carburant emportée était d'environ 27 US gal, ce qui était suffisant pour le vol projeté.

⁴ TSN: *time since new*, temps d'utilisation depuis neuf.

1.4.2 Pompe de reprise du carburateur

Le carburateur du HB-PMR n'était pas équipé d'une pompe de reprise. Certains carburateurs sont équipés d'une pompe de reprise, connectée mécaniquement au papillon du carburateur. Celle-ci injecte momentanément de l'essence additionnelle au mélange air-essence lorsque le pilote augmente rapidement la puissance.

1.4.3 Volets de courbure

Les volets de courbure (*flaps*) sont maintenus en position rentrés par un système à ressorts. Ils sont actionnés à l'aide du levier de sélection des *flaps*.

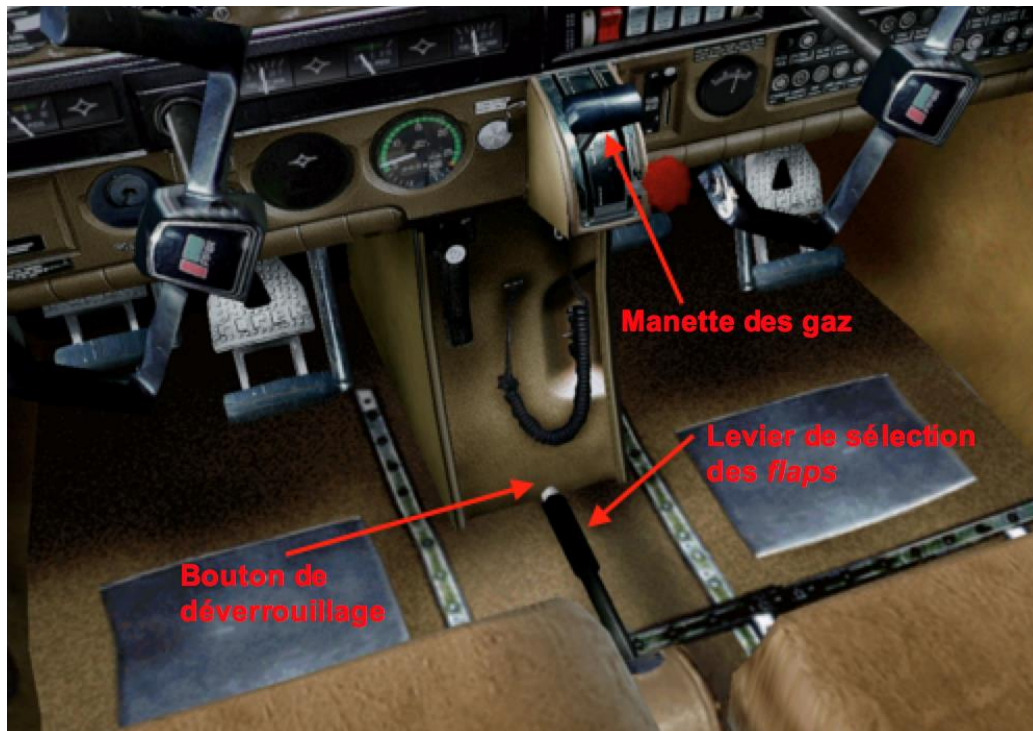


Figure 5 : levier de sélection des *flaps* sur le type Piper PA-28-181.

Le levier des *flaps* décrit un arc de cercle lorsqu'il est manipulé. Il permet de choisir les diverses positions discrètes des *flaps* qui sont : rentrés, position 1 (10°), position 2 (25°) ou position 3 (40°). Ces positions sont déterminées par des crans mécaniques. Le levier est maintenu dans chacun des crans à l'aide d'un système à ressorts. La position angulaire du levier indique la position correspondante des *flaps*.

Pour sortir les *flaps*, le pilote peut tirer le levier à travers ces positions discrètes sans avoir à libérer le système à ressorts. Cependant, pour rentrer les *flaps*, il doit actionner le bouton de déverrouillage (voir figure 5) pour permettre la manipulation du levier. Une fois que celui-ci quitte l'un des crans, le pilote peut relâcher sa pression sur le bouton et continuer à actionner le levier vers la position suivante. Lorsque celle-ci est atteinte, le système à ressorts maintient le levier dans le cran correspondant. Une nouvelle pression sur le bouton de déverrouillage est alors nécessaire pour abaisser le levier. Si le pilote garde le bouton de déverrouillage enfoncé, il peut manœuvrer librement le levier.

1.4.4 Vitesse d'approche

Le manuel de vol de l'aéronef recommande, en condition normale, une vitesse indiquée de 66 kt pour une approche finale effectuée avec les *flaps* sortis à 40°.

1.5 Renseignements sur l'épave

1.5.1 Relevé dans le cockpit

Après l'intervention des premières personnes, le relevé des différentes commandes du cockpit se présentait comme suit :

- sélecteur des magnétos sur « *OFF* », la clé a été retirée après l'accident ;
- sélecteur de carburant sur le réservoir gauche ;
- interrupteur de la pompe à essence électrique sur « *OFF* » ;
- commande de la pompe d'amorçage (*primer*) poussée et verrouillée ;
- commande des gaz tout en avant ;
- commande de mixture sur « *RICH* » ;
- réchauffage du carburateur sur « *OFF* » ;
- friction des commandes du moteur serrée ;
- tous les interrupteurs de commandes électriques sur « *OFF* » ;
- disjoncteur de l'avertisseur sonore de décrochage sorti ;
- levier des *flaps* sur la position 1 ;
- indicateur de *trim* de direction centré ;
- indicateur de *trim* de profondeur sur neutre.

1.5.2 Déformation de la cellule

L'avion a pénétré entièrement à l'intérieur du hangar. L'avant et les bords d'attaque des ailes ont été fortement endommagés lors de la collision avec les portes. Les déformations de l'hélice indiquent que le moteur fournissait de la puissance lors de l'impact.

L'arrière du fuselage et l'empennage n'ont pas subi de déformation.



Figure 6 : avant de l'avion et structure métallique des portes du hangar.

1.5.3 Essais et vérifications

Le pilote a déclaré que l'avion n'avait pas de problème technique.

L'examen des commandes de vol n'a pas mis en évidence de défauts préalables ayant pu provoquer ou contribuer à l'accident.

L'avertisseur sonore de décrochage a été testé, il fonctionnait correctement. Le déclenchement de son disjoncteur s'est probablement produit lors de l'accident.

1.5.4 Système anémométrique et indicateur de vitesse de vol

Le système du tube de Pitot et les conduites associées ont été examinés. Il n'y avait pas de défectuosité ou d'obstruction des conduites.

Les indicateurs de vitesse de vol du Cessna 172 et du PA-28-181 ont une graduation et une présentation similaire. A titre d'exemple, pour une vitesse indiquée de 70 kt, l'aiguille de chaque indicateur est horizontale, soit sur une position horaire à trois heures.

1.6 Conditions météorologiques

1.6.1 Situation générale

La Suisse se trouvait à l'avant d'une dépression centrée sur la Bretagne.

1.6.2 Conditions météorologiques au moment et sur le lieu de l'accident

Le temps était ensoleillé et sec, le vent était faible.

Temps	ensoleillé
Nuages et visibilité	CAVOK ⁵
Vent	variable 2 kt
Température et point de rosée	27 °C / 17 °C
Pression atmosphérique QNH	1016 hPa
Danger	aucun

1.6.3 Données astronomiques

Position du soleil	azimut 130°	hauteur 49°
Conditions d'éclairage naturel	jour	

1.7 Approche directe et relevés radar

Le pilote a débuté une approche directe peu après avoir passé le VOR de Fribourg. Les relevés radar ont permis de reconstituer la trajectoire et de déterminer la vitesse sol de l'avion. La trajectoire finale est illustrée par les figures 7 et 8.

Les relevés radar indiquent que l'approche finale a été effectuée quelque peu au-dessus du plan de descente de l'APAPI de 4°, avec une diminution progressive de vitesse. Les deux derniers montrent que la vitesse sol du HB-PMR était de 88 kt (voir figure 8).

⁵ CAVOK : *ceiling and visibility* OK, acronyme signifiant qu'il n'y a pas de nuages en-dessous de 5000 ft mesurés à partir de l'altitude de l'aérodrome, pas de cumulonimbus ou de cumulus congestus, que la visibilité est égale ou supérieure à 10 km et qu'il n'y a pas de temps significatif prévu.

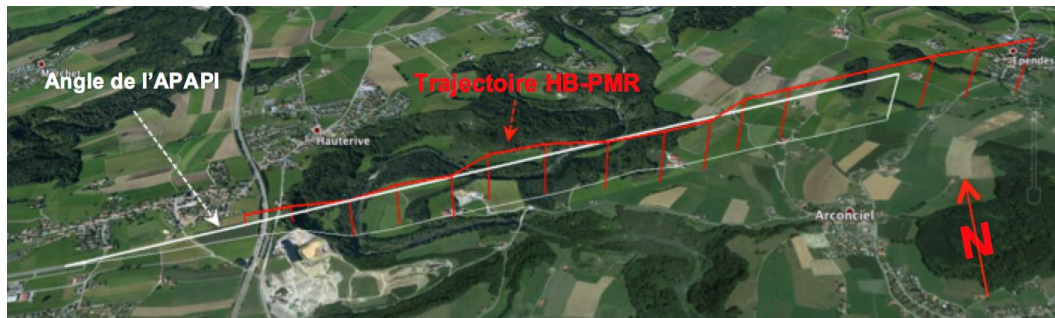


Figure 7 : trajectoire de l'approche directe visualisée à l'aide de Google Earth.

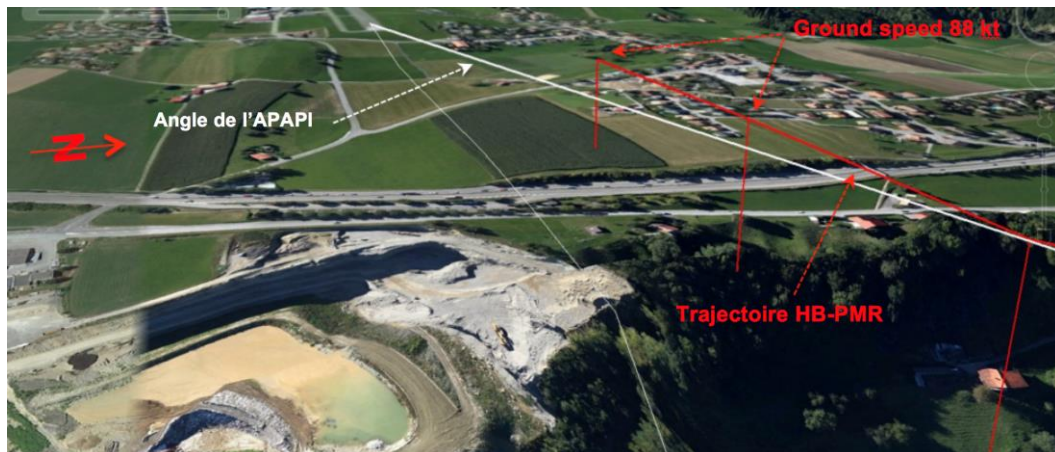


Figure 8 : phase finale de l'approche visualisée à l'aide de Google Earth.

1.8 Formation du pilote

1.8.1 Formation pratique de base

La formation pratique de base du pilote a débuté le 10 septembre 2012 et a été effectuée exclusivement sur Cessna 172, un monomoteur de construction métallique à aile haute, avec train d'atterrissage tricycle fixe et volets de courbure à commande électriques. La licence LAPL(A) a été établie le 20 août 2014 par l'OFAC.

Les avions sur lesquels le pilote a effectué sa formation disposaient d'un moteur pourvu d'un système à injection.

La formation de base a été dispensée en totalité par le même instructeur. Les relations élève-instructeur étaient bonnes. Selon l'instructeur, la principale difficulté d'apprentissage du pilote a été un certain manque d'anticipation.

Lors d'exercices de remise des gaz à basse hauteur (*low go-around*) la procédure enseignée consistait à :

- corriger l'assiette, mettre plein gaz et agir sur le palonnier droit selon nécessité ;
- positionner le sélecteur de *flaps* sur « UP », immédiatement suivi d'une sélection sur la position 10° ;
- vérifier la vitesse minimale de 60 kt et initier le vol de montée ;
- une fois les obstacles franchis, vérifier la vitesse de 60 kt et sélectionner les *flaps* sur « UP » ;
- poursuivre le vol de montée.

Les cas de rebond à l'atterrissage ont été discutés. En cas de faible rebond le pilote pouvait poursuivre l'atterrissage. En cas de rebond plus important, l'élève devait effectuer une remise des gaz. Selon l'instructeur un rebond important ne s'est produit qu'une seule fois alors qu'il était à bord, ce qui a été confirmé par le pilote.

A la fin de la formation de base, les heures de vol étaient réparties de la manière suivante :

Heures *dual* 87 h 17 min

Heures PIC⁶ 15 h 13 min

1.8.2 Familiarisation et expérience sur l'avion HB-PMR

A l'exception de trois séances de vol, la familiarisation sur l'avion HB-PMR a été dispensée par le même instructeur que pour la formation de base. Le pilote a effectué deux vols en tant que PIC sur Cessna 172 durant cette familiarisation. Selon l'instructeur, le manque d'anticipation constaté lors de la formation de base était encore présent. La difficulté principale a été la manipulation du levier des *flaps* (voir chapitre 1.4.3). Cette manipulation s'est parfois faite au détriment de l'attention vers l'extérieur.

Les *low go-around* ont été effectués avec la séquence suivante lorsque les *flaps* étaient en position 3 (40°) :

- corriger l'assiette, mettre plein gaz et agir sur le palonnier droit selon nécessité ;
- positionner le levier des *flaps* sur la position 2 (25°) ;
- vérifier la vitesse minimale de 60 kt et initier le vol de montée ;
- une fois les obstacles franchis, vérifier la vitesse et positionner le levier des *flaps* sur la position 1 (10°), puis sur la position « *UP* » ;
- poursuivre le vol de montée.

De même que dans le cadre de la formation de base, les cas de rebond à l'atterrissage ont été discutés. En cas de rebond plus important, l'élève devait effectuer une remise des gaz. Selon l'instructeur, le pilote n'a pas vécu de situation de rebond seul à bord du HB-PMR. Ceci a été confirmé par le pilote.

Selon le deuxième instructeur ayant effectué trois séances de vol lors de la familiarisation, le pilote n'a pas été confronté à un rebond lors de l'atterrissage.

A la fin de la familiarisation, les heures de vol et les atterrissages étaient répartis de la manière suivante :

Heures *dual* 5 h 42 min Atterrissages *dual* 27

Heures PIC 0 h 20 min Atterrissages PIC 2

Au moment de l'accident, l'expérience totale du pilote sur le HB-PMR y compris la familiarisation était de :

Heures *dual* 7 h 09 min Atterrissages *dual* 29

Heures PIC 14 h 20 min Atterrissages PIC 18

⁶ PIC : *pilot in command*.

1.8.3 Utilisation des volets de courbure sur modèle Cessna 172

Lors de sa formation de base, le pilote a utilisé un avion de type Cessna 172 équipé de volets de courbure. Sur ce modèle, ces derniers sont positionnés par un moteur électrique, commandé par un levier de sélection, installé sur la partie inférieure droite du tableau de bord et permettant de choisir la position désirée. Cette position est choisie à l'aide du levier de sélection pouvant se déplacer verticalement dans une encoche ayant une découpe crantée sur le côté gauche. Un index indique le déplacement et la position des *flaps* sur une graduation allant de « UP » à « FULL ».

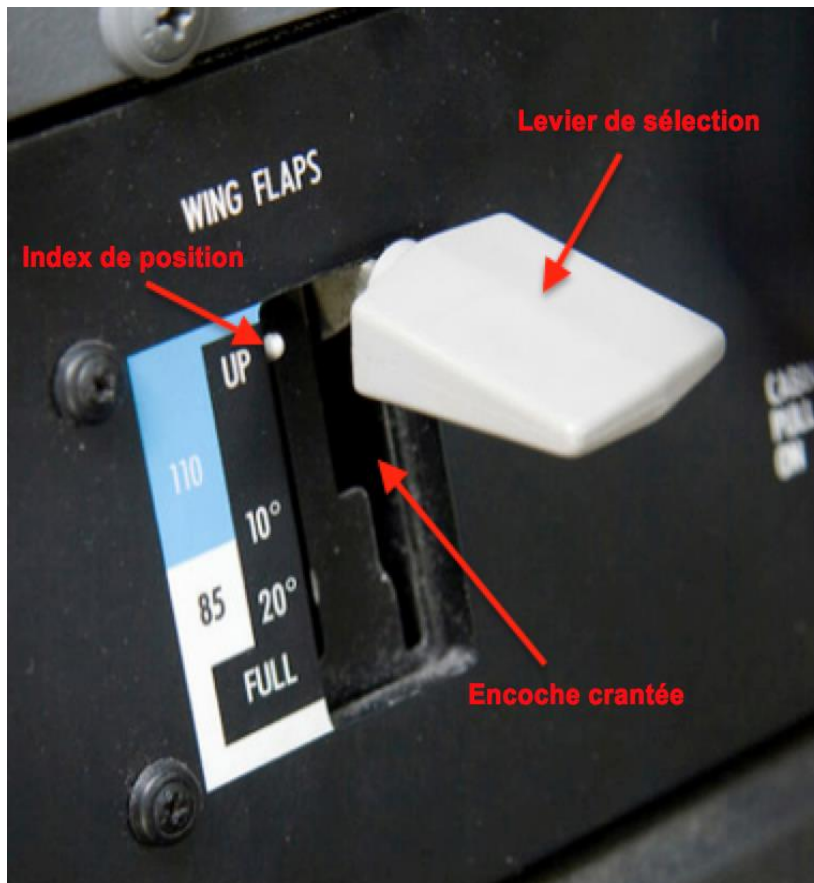


Figure 9 : levier de sélection des volets de courbure sur Cessna 172.

La vitesse de déplacement des *flaps* est fixe et indépendante de la rapidité de la sélection. Sans action latérale sur le levier de sélection, celui-ci est maintenu en appui sur le côté gauche de l'encoche au moyen d'un ressort.

Pour sortir les *flaps* à partir de la position « UP », le pilote abaisse le levier de sélection jusqu'à la butée du premier cran (voir figure 9). Le moteur électrique entraîne les *flaps* et l'index jusqu'à atteindre la graduation 10°. Pour sortir les *flaps* au-delà de 10°, le pilote doit déplacer le levier de sélection vers la droite avant de pouvoir l'abaisser.

Pour rentrer les *flaps*, à partir de n'importe quelle position, le pilote peut pousser librement le levier de sélection vers le haut jusqu'au sommet de l'encoche. Les *flaps* et l'index sont entraînés jusqu'à la rentrée complète en position « UP ».

Lors d'une remise des gaz effectuée avec les *flaps* sortis au-delà de 10°, le pilote peut revenir à la position 10° en poussant le levier de sélection jusqu'au sommet de l'encoche crantée puis en l'abaissant immédiatement jusqu'au premier cran. Les *flaps* viennent se positionner sur 10° sans passer par une position inférieure.

à 10°. Cette manipulation ne requiert en principe pas d'attention visuelle du pilote sur le sélecteur. Le pilote du HB-PMR utilisait cette manière de faire lors de *go-around* sur Cessna 172.

1.8.4 Utilisation des volets de courbures sur l'avion HB-PMR

Lors de sa familiarisation avec l'avion HB-PMR, le pilote a dû apprendre l'utilisation des volets de courbure à commande manuelle (voir chapitre 1.4.3). Pour changer la position des *flaps*, il devait actionner, avec sa main droite, le levier installé entre les deux sièges.

Lors de *low go-around* effectués avec les *flaps* en position 3 le pilote devait, selon la séquence enseignée (voir chapitre 1.8.2), ramener le levier à la position 2. Si le bouton de déverrouillage n'est pas relâché, le pilote peut rentrer les *flaps* au-delà de la position 2 sans s'en apercevoir. Il doit alors réaliser ce fait, relâcher le bouton de déverrouillage et manipuler le levier dans la bonne direction jusqu'au verrouillage automatique du cran de la position 2.

1.8.5 Efficacité des volets de courbure

Plusieurs instructeurs ont confirmé le fait que les volets de courbure du Cessna 172 utilisé en écolage de base sont « *plus efficaces* » que ceux du HB-PMR. En effet, ils freinent plus efficacement l'avion lorsque le pilote effectue une réduction de la vitesse de vol ou lorsqu'il corrige la pente d'approche vers le bas.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'enquête n'a pas mis en évidence de défauts préalables ayant pu provoquer l'accident ou contribuer à son déclenchement. Le pilote a également confirmé que l'avion n'avait pas de problème technique.

2.2 Aspects opérationnels et humains

2.2.1 Formation et expérience

La formation de base du pilote a été effectuée sur Cessna 172. L'expérience du pilote sur le Piper PA-28-181 était moindre que celle sur Cessna 172 (voir chapitre 1.8.2). En outre, le pilote a effectué deux vols sur ce modèle pendant la familiarisation sur le HB-PMR. Dans ces conditions, les automatismes acquis sur Cessna 172 étaient prépondérants sur ceux acquis lors de la familiarisation sur le HB-PMR.

2.2.2 Vitesse en approche finale

Le pilote a opté pour une approche directe de la piste 27. Ce choix impose la difficulté de gérer la réduction de vitesse sans les références habituelles disponibles lors d'une approche effectuée selon le circuit d'aérodrome.

Le manuel de vol de l'aéronef recommande, en condition normale, une vitesse indiquée de 66 kt pour une approche finale effectuée avec les *flaps* sortis à 40°. Le jour de l'accident, cette valeur correspondait à une vitesse vraie (*true air speed* – TAS) de 70 kt.

Les relevés radar indiquent une diminution progressive de vitesse. Les deux derniers montrent que la vitesse sol du HB-PMR était encore de 88 kt (voir figure 8). Avec un vent de dos estimé à 5 kt et une TAS de 70 kt, la vitesse sol aurait dû être d'environ 75 kt.

En phase finale de l'approche, la pente plus raide que celle de l'APAPI à 4° ainsi que le vent de dos ont contribué à une vitesse trop élevée du HB-PMR.

Ceci peut s'expliquer par la traînée moindre des *flaps* du PA-28-181, en comparaison avec ceux du Cessna 172 (voir chapitre 1.8.5), à laquelle était habitué le pilote. L'avion est arrivé en phase finale de l'approche avec un excédent d'énergie qui a contribué au rebond lors de la manœuvre d'arrondi et de toucher des roues.

Le cas présent démontre qu'il est important d'établir les paramètres d'approche suffisamment tôt, afin que l'atterrissage puisse s'effectuer d'une manière habituelle. Si tel n'est pas le cas, une remise des gaz doit être envisagée.

2.2.3 Situation de rebond

Le pilote avait été confronté à une situation de rebond important à l'atterrissage sur Cessna 172 avec un instructeur à bord. Par contre, il n'avait pas vécu une telle situation seul à bord. La manière d'agir en cas de rebond avec le PA-28-181 a été uniquement discutée.

Le rebond ainsi que l'assiette cabrée près du sol ont surpris et perturbé le pilote. Ceci a provoqué une confusion quant à sa manière de réagir. N'étant plus à même d'analyser la situation, il a effectué une remise des gaz. Toutefois, par habitude, il a appliqué la procédure apprise sur le Cessna 172 (voir chapitre 1.8.3). Celle-ci consistait initialement à appliquer la puissance maximum et à corriger l'effet du

souffle hélicoïdal (*slipstream*) à l'aide du palonnier, puis à remonter complètement le sélecteur de *flaps* pour ensuite le placer en position 10°.

L'action sur la manette des gaz a été rapide, ce qui explique le léger retard avant l'apparition de la puissance maximale. Ceci a surpris le pilote qui avait l'habitude de voler à bord d'avions pourvus d'un système de carburation différent, équipés d'une pompe de reprise ou d'un système d'injection.

Le pilote a placé rapidement le levier de *flaps* sur complètement rentrés, puis sur la position 1, par analogie avec la séquence apprise sur le Cessna 172. Cette action a engendré un changement d'assiette.

2.2.4 Manipulation des volets de courbure

Lors de la remise des gaz, la commande des *flaps* sur le HB-PMR a davantage mobilisé l'attention du pilote que sur le Cessna 172 (voir chapitre 1.8.2). La manipulation des *flaps* avec la main droite, de même que l'action musculaire sur le levier, ont pu engendrer une réaction dans le bras gauche et provoquer un mouvement sur le volant de contrôle. Une manipulation incorrecte du bouton de déverrouillage, tel que de le maintenir enfoncé, peut entraîner une hésitation sur la position des *flaps* et également une distraction pour le pilote. En outre, contrairement au Cessna 172, le passage très rapide de la position complètement sortis à complètement rentrés est possible. Une telle action déstabilise l'assiette de l'avion et modifie les efforts de pilotage nécessaires à son contrôle.

2.2.5 Perte de contrôle

La surprise due au rebond, la confusion sur la manière de réagir, le léger retard dans la réponse du moteur, le changement de l'assiette lors de la manipulation rapide du levier des *flaps* ont engendré une situation de stress intense pour le pilote. Sa perception de la trajectoire a été absente pour quelques secondes et la vision vers l'avant masquée par l'assiette de l'avion maintenue cabrée. Le fait que l'avion n'ait ni pris de hauteur ni accéléré peut s'expliquer par l'arrivée tardive de la puissance alors que l'assiette était fortement cabrée, plaçant l'avion au point d'équipuissance du second régime de vol (voir annexe 1).

Le second régime de vol est la partie du domaine de vol qui se situe aux incidences supérieures à l'incidence pour laquelle l'excédent de puissance est maximum, jusqu'au décrochage. Il se caractérise par l'augmentation de la puissance nécessaire au vol et par la diminution de la puissance disponible à mesure que la vitesse décroît. Entre le point d'équipuissance et le décrochage, la puissance nécessaire devient supérieure à la puissance utile. Le palier ne peut être stabilisé.

Dans ces conditions, il est vraisemblable qu'une action insuffisante sur le palonnier droit ait conduit à la déviation non remarquée de la trajectoire vers la gauche.

2.3 Impact, aspect de survie et risque d'incendie

Les cadres des portes ont constitué une barrière d'arrêt, déformable, pour l'avion en vol. La déformation des portes et leur déplacement ont absorbé une partie de l'énergie cinétique de l'avion. Sans cette barrière, l'avion aurait percuté le fond du hangar.

Le port des ceintures d'épaule aurait minimisé les blessures des occupants.

Le modèle Piper PA-28-181 n'a qu'une seule porte située du côté droit. Ceci a rendu plus difficile le travail des secouristes, nécessitant la découpe partielle de la partie supérieure du cockpit afin d'évacuer les blessés. Une évacuation devient problématique si l'occupant du siège avant droit est inanimé ou gravement blessé.

La décision de disperser de la mousse d'extinction à titre préventif était adéquate. D'autre part, aucune des personnes se trouvant dans le hangar n'a été blessée lors de l'impact. Ceci est dû au fait qu'une personne située à l'extérieur a vu arriver l'avion en vol à basse hauteur (voir chapitre 1.2.1). Cette personne a pu avertir ses collègues quelques secondes avant la collision. Ce bref laps de temps leur a permis réagir.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'avion était autorisé pour le vol privé de jour selon les règles de vol à vue.
- L'enquête n'a pas mis en évidence de problèmes techniques ayant pu provoquer l'accident ou contribuer à son déclenchement

3.1.2 Aspects opérationnels et humains

- Le pilote possédait une licence adéquate.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été affecté dans son état de santé lors de la survenue de l'accident.
- Mis à part trois séances de vol, la familiarisation du pilote sur le HB-PMR a été effectuée par le même instructeur que celui de la formation de base.
- La formation de base du pilote s'est faite sur un avion Cessna 172 équipé de volets de courbure (*flaps*) électriques.
- Le HB-PMR était équipé de volets de courbure actionnés manuellement au moyen d'un levier de sélection.
- Le pilote a choisi d'effectuer une approche directe sur la piste 27, suivie d'un atterrissage avec les *flaps* en position 3 (40°).
- L'approche finale a été effectuée à une vitesse trop élevée.
- L'avion a rebondi après avoir touché le sol.
- Le pilote n'avait auparavant pas vécu de rebond alors qu'il se trouvait seul à bord.
- Le rebond ainsi que l'assiette cabrée près du sol ont surpris et perturbé le pilote, provoquant une confusion quant à sa manière de réagir.
- Le pilote a effectué une remise des gaz.
- Lors d'une remise des gaz avec le Cessna 172, la manipulation apprise par le pilote consistait à remonter complètement le sélecteur de *flaps* puis à le placer immédiatement sur la position 10°.
- Lors de la remise des gaz, le pilote a rentré rapidement les *flaps*, puis les a positionnés sur le premier cran.
- L'avion a dévié à gauche de l'axe de piste sans que le pilote s'en aperçoive.
- L'avion a survolé le tarmac à faible hauteur et est entré en collision avec les portes d'un hangar.

3.1.3 Aspects de survie

- Aucun des occupants du hangar n'a été blessé.
- Des avions contenant du carburant se trouvaient dans le hangar.
- Les portes n° 2, n° 3 et n° 4 ont absorbé une partie de l'énergie cinétique de l'avion.

- Aucun incendie ne s'est déclaré.
- Les deux occupants ont été grièvement blessés.
- Les deux occupants n'avaient attaché que leur ceinture ventrale.
- Les secours sont arrivés rapidement.
- La partie supérieure du cockpit a dû être découpée pour faciliter l'évacuation des occupants.

3.1.4 Conditions environnementales

- Il y avait un léger vent de dos lors de l'approche finale. La visibilité était bonne.

3.2 Causes

L'accident est dû à une collision avec un hangar suite à une déviation latérale liée à une perte de contrôle consécutive à une remise des gaz initiée après un rebond à l'atterrissage.

Les points suivants ont contribué à l'accident :

- approche effectuée avec un excédent d'énergie ;
- confusion sur la manière de réagir suite au rebond ;
- distraction lors de la manipulation des volets de courbure.

- 4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'accident**
- 4.1 Recommandations de sécurité**
Aucune
- 4.2 Avis concernant la sécurité**
Aucune
- 4.3 Mesures adoptées depuis l'accident pour améliorer la sécurité**
Aucune

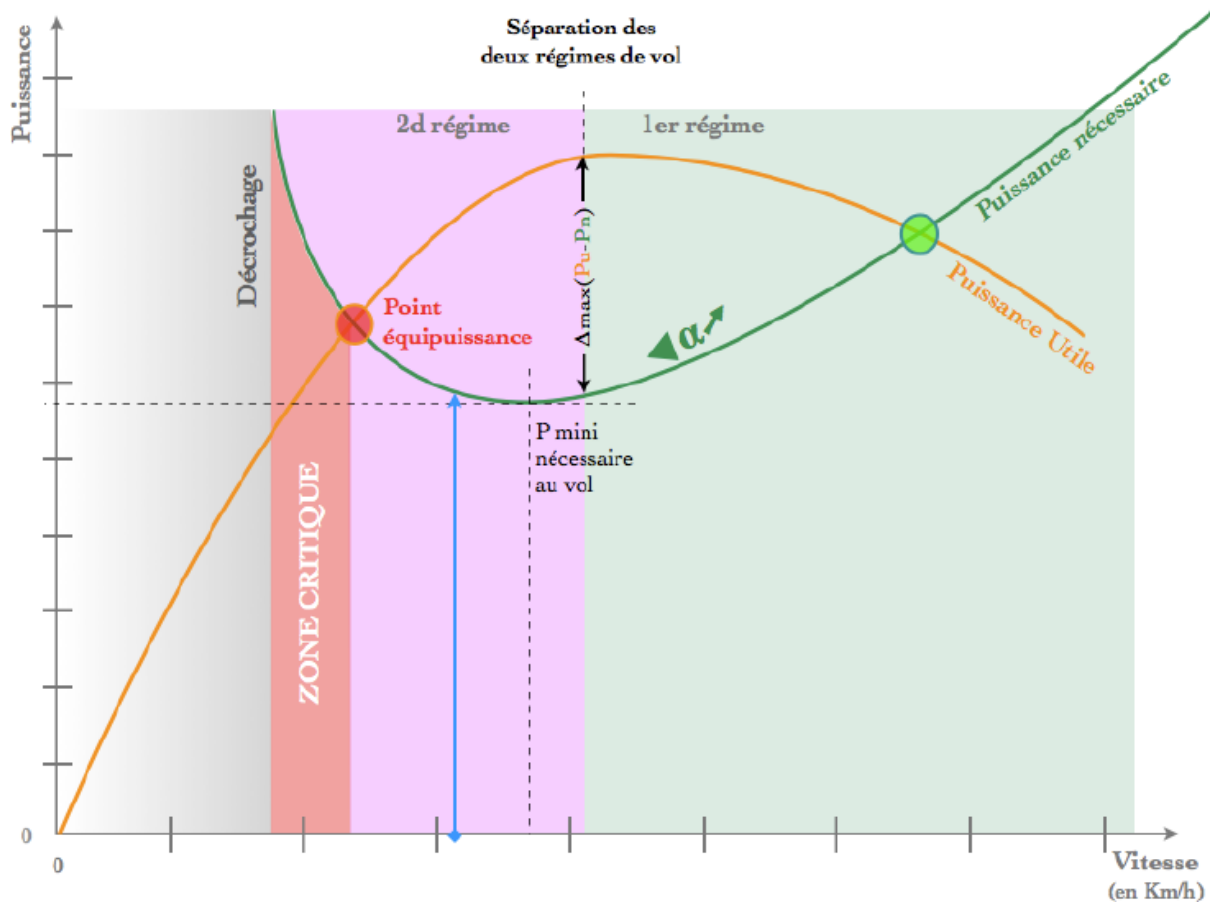
Payerne, 14 novembre 2016

Bureau d'enquête du SESE

Ce rapport final a été approuvé par la commission du Service suisse d'enquête de sécurité SESE (art. 10 lit. h de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports du 17 décembre 2014).

Berne, 3 novembre 2016

Annexe 1 : Régimes de vol



Publication de l'Institut pour l'amélioration de la sécurité aérienne (IASA) de novembre 2008.