

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1



ANNÉE 2020

N°122

LESIONS LIEES A LA PRATIQUE DU PARAMOTEUR :

ETUDE OBSERVATIONNELLE DESCRIPTIVE DE 23 CAS

THESE D'EXERCICE EN MEDECINE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
Et soutenue publiquement le lundi 8 Juin 2020
En vue d'obtenir le titre de Docteur en Médecine

Par

Sophie BACCINI

Née le 5 Mars 1991

à Nogent-sur-Marne (Val-de-Marne)

Sous la direction du Docteur GUERPILLON Bruno.

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON 1

2019-2020

Président de l'Université

Frédéric FLEURY

Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales

Pierre COCHAT

Directeur Général des Services

Damien VERHAEGUE

SECTEUR SANTE

UFR DE MEDECINE LYON EST

Doyen : Gilles RODE

UFR DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE

LYON SUD - CHARLES MERIEUX

Doyen : Carole

BURILLON

INSTITUT DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

ET BIOLOGIQUES (ISPB)

Directeur : Christine

VINCIGUERRA

UFR D'ODONTOLOGIE

Doyen : Dominique SEUX

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE

READAPTATION (ISTR)

Directeur : Xavier

PERROT

DEPARTEMENT DE FORMATION ET CENTRE

DE RECHERCHE EN BIOLOGIE HUMAINE

Directeur : Anne-Marie

SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIE

UFR DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Directeur : Fabien DE

MARCHI

UFR DE SCIENCES ET TECHNIQUES DES

ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES (STAPS)

Directeur : Yannick

VANPOULLE

POLYTECH LYON

Directeur : Emmanuel

PERRIN

I.U.T. LYON 1

Directeur : Christophe

VITON

INSTITUT DES SCIENCES FINANCIERES
ET ASSURANCES (ISFA)
LEBOISNE

Directeur : Nicolas

OBSERVATOIRE DE LYON
DANIEL

Directeur : Isabelle

ECOLE SUPERIEURE DU PROFESSORAT
MOUGNIOTTE

Directeur Alain

ET DE L'EDUCATION (ESPE)

U.F.R. FACULTE DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE LYON SUD-CHARLES
MERIEUX

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (Classe exceptionnelle)

ADHAM Mustapha	Chirurgie Digestive
BONNEFOY Marc	Médecine Interne, option Gériatrie
BROUSSOLLE Emmanuel	Neurologie
BURILLON-LEYNAUD Carole	Ophtalmologie
CHIDIAC Christian	Maladies infectieuses ; Tropicales
FLOURIE Bernard	Gastroentérologie ; Hépatologie
FOUQUE Denis	Néphrologie
GEORGIEFF Nicolas	Pédopsychiatrie
GILLY François-Noël	Chirurgie générale
GLEHEN Olivier	Chirurgie Générale
GOLFIER François	Gynécologie Obstétrique ; gynécologie médicale
GUEUGNIAUD Pierre-Yves	Anesthésiologie et Réanimation urgence
LAVILLE Martine	Nutrition - Endocrinologie
LAVILLE Maurice	Thérapeutique - Néphrologie
LINA Gérard	Bactériologie
MION François	Physiologie
MORNEX Françoise	Cancérologie ; Radiothérapie
MOURIQUAND Pierre	Chirurgie infantile
NICOLAS Jean-François	Immunologie
PIRIOU Vincent	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
RODRIGUEZ-LAFRASSE Claire	Biochimie et Biologie moléculaire
SALLES Gilles	Hématologie ; Transfusion
SIMON Chantal	Nutrition
THIVOLET Charles	Endocrinologie et Maladies métaboliques
THOMAS Luc	Dermato –Vénérologie
TRILLET-LENOIR Véronique	Cancérologie ; Radiothérapie
VALETTE Pierre Jean	Radiologie et imagerie médicale
VIGHETTO Alain	Neurologie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (1ère Classe)

ALLAOUCHICHE Bernard	Anesthésie-Réanimation Urgence
BERARD Frédéric	Immunologie
BONNEFOY- CUDRAZ Eric	Cardiologie
BOULETREAU Pierre	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
CERUSE Philippe	O.R.L
CHAPET Olivier	Cancérologie, radiothérapie
DES PORTES DE LA FOSSE Vincent	Pédiatrie
DORET Muriel	Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
FARHAT Fadi	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
FESSY Michel-Henri	Anatomie – Chirurgie Ortho

FEUGIER Patrick
 FRANCK Nicolas
 FREYER Gilles
 GIAMMARILE Francesco
 JOUANNEAU Emmanuel
 KASSAI KOUPAI Behrouz
 LANTELME Pierre
 LEBECQUE Serge
 LIFANTE Jean-Christophe
 LONG Anne
 LUAUTE Jacques
 PAPAREL Philippe
 PEYRON François
 PICAUD Jean-Charles
 POUTEIL-NOBLE Claire
 RIOUFFOL Gilles
 RUFFION Alain
 SALLE Bruno

reproduction

SANLAVILLE Damien
 SAURIN Jean-Christophe
 SERVIEN Elvire
 SEVE Pascal
 THOBOIS Stéphane
 TRONC François

Chirurgie Vasculaire
 Psychiatrie Adultes
 Cancérologie ; Radiothérapie
 Biophysique et Médecine nucléaire
 Neurochirurgie
 Pharmacologie Fondamentale, Clinique
 Cardiologie
 Biologie Cellulaire
 Chirurgie Générale
 Médecine vasculaire
 Médecine physique et Réadaptation
 Urologie
 Parasitologie et Mycologie
 Pédiatrie
 Néphrologie
 Cardiologie
 Urologie
 Biologie et Médecine du développement et de la
 Génétique
 Hépatogastroentérologie
 Chirurgie Orthopédique
 Médecine Interne, Gériatrique
 Neurologie
 Chirurgie thoracique et cardio

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (2ème Classe)

BACHY Emmanuel
 BARREY Cédric
 BELOT Alexandre
 BOHE Julien
 BOSCHETTI Gilles
 BREVET-QUINZIN Marie
 CHO Tae-hee
 CHOTEL Franck
 COTTE Eddy
 COURAND Pierre-Yves
 COURAUD Sébastien
 DALLE Stéphane
 DEMILY Caroline
 DEVOUASSOUX Gilles
 DISSE Emmanuel
 DUPUIS Olivier
 FRANCO Patricia
 GHESQUIERES Hervé
 GILLET Pierre-Germain

Hématologie
 Neurochirurgie
 Pédiatrie
 Réanimation urgence
 Gastro-entérologie Hépat.
 Anatomie et cytologie pathologiques
 Neurologie
 Chirurgie Infantile
 Chirurgie générale
 Cardiologie
 Pneumologie
 Dermatologie
 Psy-Adultes
 Pneumologie
 Endocrinologie diabète et maladies métaboliques
 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
 Physiologie - Pédiatrie
 Hématologie
 Biologie Cell.

HAUMONT Thierry	Chirurgie Infantile
LASSET Christine	Epidémiologie., éco. Santé
LEGA Jean-Christophe	Thérapeutique – Médecine Interne
LEGER FALANDRY Claire	Médecine interne, gériatrie
LUSTIG Sébastien	Chirurgie. Orthopédique,
MOJALLAL Alain-Ali	Chirurgie. Plastique.,
NANCEY Stéphane	Gastro Entérologie
PASSOT Guillaume	Chirurgie Générale
PIALAT Jean-Baptiste	Radiologie et Imagerie médicale
REIX Philippe	Pédiatrie -
ROUSSET Pascal	Radiologie imagerie médicale
TAZAROURTE Karim	Médecine Urgence
THAI-VAN Hung	Physiologies - ORL
TRAVERSE-GLEHEN Alexandra	Anatomie et cytologie pathologiques
TRINGALI Stéphane	O.R.L.
VOLA Marco	Chirurgie thoracique cardiologie vasculaire
WALLON Martine	Parasitologie mycologie
WALTER Thomas	Gastroentérologie – Hépatologie
YOU Benoît	Cancérologie

PROFESSEUR ASSOCIE sur Contingent National

PIERRE Bernard	Cardiologie
----------------	-------------

PROFESSEUR ASSOCIE – Autre Discipline

Pr PERCEAU-CHAMBARD

PROFESSEURS - MEDECINE GENERALE (2^{ème} Classe)

BOUSSAGEON Rémy
ERPELDINGER Sylvie

PROFESSEUR ASSOCIE - MEDECINE GENERALE

DUPRAZ Christian
PERDRIX Corinne

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (Hors Classe)

ARDAIL Dominique	Biochimie et Biologie moléculaire
CALLET-BAUCHU Evelyne	Hématologie ; Transfusion
DIJOURD Frédérique	Anatomie et Cytologie pathologiques

LORNAGE-SANTAMARIA Jacqueline	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction
RABODONIRINA Meja	Parasitologie et Mycologie
VAN GANSE Eric	Pharmacologie Fondamentale, Clinique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS (1ère Classe)

BRUNEL SCHOLTES Caroline	Bactériologie virologie ; Hygiène .hospitalière.
COURY LUCAS Fabienne	Rhumatologie
DECAUSSIN-PETRUCCI Myriam	Anatomie et cytologie pathologiques
DESESTRET Virginie	Cytologie – Histologie
FRIGGERI Arnaud	Anesthésiologie
DUMITRESCU BORNE Oana	Bactériologie Virologie
GISCARD D’ESTAING Sandrine	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction
LOPEZ Jonathan	Biochimie Biologie Moléculaire
MAUDUIT Claire	Cytologie – Histologie
MILLAT Gilles	Biochimie et Biologie moléculaire
PERROT Xavier	Physiologie - Neurologie
PONCET Delphine	Biochimie, Biologie cellulaire
RASIGADE Jean-Philippe	Bactériologie – Virologie ; Hygiène hospitalière
NOSBAUM ép ROSSIGNOL Audrey	Immunologie
SUJOBERT Pierre	Hématologie - Transfusion
VALOUR Florent	Mal infect.
VUILLEROT Carole	Médecine Physique Réadaptation

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (2ème Classe)

AUFFRET Marine	Pharm.fond.pharm clinique
BOLZE Pierre-Adrien	Gynécologie Obstétrique
HALFON DOMENECH Carine	Pédiatrie
JAMILLOUX Yvan	Médecine Interne - Gériatrie
KOPPE Laetitia	Néphrologie
PETER DEREK	Physiologie - Neurologie
PUTOUX DETRE Audrey	Génétique
RAMIERE Christophe	Bactériologie-virologie
SKANJETI Andréa	Biophysique. Médecine nucléaire.
SUBTIL Fabien	Bio statistiques
VISTE Anthony	Anatomie

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES – MEDECINE GENERALE

BENEDINI Elise
SUPPER Irène

PROFESSEURS EMERITES

Les Professeurs émérites peuvent participer à des jurys de thèse ou d'habilitation. Ils ne peuvent pas être président du jury.

ANDRE Patrice
ANNAT Guy
BERLAND Michel
CAILLOT Jean Louis
CARRET Jean-Paul
ECOCHARD René
FLANDROIS Jean-Pierre
LLORCA Guy
MALICIER Daniel
MATILLON Yves
MOYEN Bernard
PACHECO Yves
SAMARUT Jacques
TEBIB Jacques

Bactériologie – Virologie
Physiologie
Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
Chirurgie générale
Chirurgie Orthopédique
Bio-statistiques
Bactériologie – Virologie ; Hygiène hospitalière
Thérapeutique
Médecine Légale et Droit de la santé
Epidémiologie, Economie Santé et Prévention
Orthopédiste
Pneumologie
Biochimie et Biologie moléculaire
Rhumatologie

SERMENT D'HIPPOCRATE

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans discrimination.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance.

Je donnerai mes soins à l'indigent et je n'exigerai pas un salaire au dessus de mon travail.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement la vie ni ne provoquerai délibérément la mort.

Je préserverai l'indépendance nécessaire et je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je perfectionnerai mes connaissances pour assurer au mieux ma mission.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé si j'y manque.

COMPOSITION DU JURY

Président du Jury :

Monsieur le Professeur Michèle-Henri FESSY

Membres du Jury :

Monsieur le Professeur Julien BOHE

Monsieur le Professeur Frederic RONGIERAS

Monsieur le Docteur Bruno GUERPILLON

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Michèle-Henri FESSY,

vous me faites l'honneur de présider ce jury. Recevez ici toute ma reconnaissance et l'expression de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Julien BOHE,

je vous remercie de l'intérêt que vous portez à ce travail en acceptant de le juger. Soyez assuré de ma sincère gratitude.

A Monsieur le Professeur Frederic RONGIERAS,

je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Veuillez trouver ici l'expression de ma respectueuse considération.

A Monsieur le Docteur Bruno GUERPILLON,

merci d'avoir accepté de diriger cette thèse, merci pour vos remarques et votre disponibilité. Ce fut un plaisir de travailler avec vous, sur ce projet et en dehors.

A Monsieur le Docteur Sylvestre POPINET, pour m'avoir accueilli, écouté et conseillé et grâce à qui cette thèse a pu voir le jour.

Aux victimes qui ont participé à cette étude, pour avoir accepté de donner leur temps et de partager leur expérience.

A toutes les autres personnes qui m'ont aidée dans l'élaboration de ce travail, pour leurs conseils avisés et le temps passé à la relecture.

A tous les soignants que j'ai rencontré pendant mes études et qui ont contribué à façonner le médecin que je suis devenue.

Aux médecins qui m'ont accordé leur confiance pour mes premiers remplacements, avant même l'achèvement de ce travail.

A mes proches :

A ma mère et à mon père, pour vos transmissions et votre soutien. Une pensée particulière pour votre présence lors de la 9e année. Merci.

A Océane, ma petite sœur, pour les souvenirs partagés. Pour avoir été là. Merci. A Corentin, pour les repas et pour ta bonne humeur.

A Evelyne et Théo. Pour votre curiosité, votre bienveillance et votre présence.

A Lauriane, pour ta gentillesse, ton soutien, ton écoute. Pour tout ce que tu m'as apporté.

A Nat bien sûre, pour sublimer les moments par ta présence.

A la bande de St Marcel : Flora, Auriane, Hugues, Simon, Grégoire, Sarah, Florent, Bruno, Robin, Guillaume, Luc. A Audrey et Lorène ! Pour ces souvenirs et moments si précieux. Pour votre disponibilité, pour votre soutien.

Aux copains de Lyon Sud : Knaki, Marine, Marion, Alex, Dim, Marlène, vous avez accompagné jovialement mes années d'externat. A Corentin junior, à Arthur. A JB et à Jules.

A Stan, pour tes blagues, tes remarques. A Fanny.

A Apolline, Estelle, Adeline, Clarisse, Thibault, Camille et Amandine, mes colocs d'Aubenas, vous avez égayé et rendu ce premier semestre exceptionnel.

A Leslie N, pour ton amitié.

A Hélène V, pour ton soutien et tes conseils.

A Antoine et Micka, toujours prêts à me recevoir. A Syssy et Roxane. A Timothée.

A Emeric, pour avoir relu mon mémoire de DES et m'avoir conseillé.

A Marouane, pour les séances d'entraînement à Roanne et pour ton soutien.

Aux copains de Chazey : Eric, Luis, Thierry, Sophie, Laurence, Loïc. Et les autres. Pour m'avoir accueillis dans votre club de mecs. Pour m'avoir fait rire, et pour les très bons moments que nous avons partagés.

A Alex bien sûr !

A Josselin.

LISTE DES ABREVIATIONS

BEA : Bureau d'Enquête et d'Analyse pour la sécurité de l'aviation civile

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile

FFPLUM : Fédération Française d'Ultra Léger Motorisé

FFVL : Fédération Française de Vol Libre

NACA : National Advisory Committee for Aeronautics, qui est devenu la NASA depuis les années 50

NASA : National Aeronautics and Space Administration

ULM : Ultra Léger Motorisé

US PPA : The United States Powered Paragliding Association (l'Association Américaine de Paramoteur)

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS	15
I. INTRODUCTION	18
II. METHODE	20
2.1 Population étudiée	
2.2 Recueil des données	21
2.2.a. Elaboration du questionnaire	
2.2.b. Diffusion du questionnaire.....	22
2.3 Analyse statistique	23
2.4 Présentation des résultats	
2.5 Stratégie de recherche bibliographique	25
III. RESULTATS	26
3.1 Caractéristiques de la population (n = 23)	
3.2 Lésions initiales	30
3.3 Mécanisme lésionnel	35
3.3.a Cause des lésions	
3.3.b Phases de vols concernées par les accidents	46
3.3.c Cause des accidents	
3.3.d Cas des blessures par contact avec l'hélice.....	47
3.4 Suivi des victimes	48
3.4.a Durée d'arrêt de travail	
3.4.c Reprise de l'activité paramoteur	50
IV. DISCUSSION	52
4.1 Limites et forces de l'étude	
4.1.a Limites	
4.1.b Forces.....	53
4.2 Comparabilité des résultats avec l'étude de F. Feletti	

4.3 Interprétation des résultats	54
4.3.a. Parties du corps les plus exposées.....	54
4.3.b Dangersité du décollage.....	56
4.3.c Lien entre les blessures et le matériel utilisé	
4.3.d La traumatologie du paramoteur est particulière	57
4.4 Prévenir les accidents : agir sur plusieurs facteurs	58
4.5 Perspectives	61
 CONCLUSIONS	 62
 RESUME	 65
 BIBLIOGRAPHIE	 67
Annexe 1 : Rapports BEA pour l'ULM de 1997 à 2016 – Analyse des accidents corporels.	70
Annexe 2 : Questionnaire de recueil des données	71
Annexe 3 : Modèle de certificat de non-contre-indication à la pratique de l'ULM, selon la commission médicale de la FFPLUM.....	86

I. INTRODUCTION

Le paramoteur est apparu à la fin des années 1980. Il était initialement pratiqué par des parapentistes qui voulaient décoller de terrains plats. Les pilotes s'équipaient de moteurs fait maison et de leur aile de parapente pour décoller des plaines.

Aujourd'hui, le paramoteur est accessible à tous. Il s'agit d'une discipline organisée et encadrée, et des écoles de paramoteur sont réparties à travers la France. Le brevet de pilote ULM délivré par la DGAC est obligatoire pour voler en paramoteur (1).

En 2017, la classe paramoteur de la FFPLUM comptait 2739 licenciés (Annexe 1).

Peu d'accidents de paramoteur sont répertoriés en France.

Entre 1997 et 2016, la FFPLUM n'a répertorié que 14 accidents corporels en paramoteur (Annexe 1). Sur le site du BEA, entre le 18/07/2017 et le 30/09/2019 seulement 31 accidents ont été répertoriés (2).

Nous n'avons pas trouvé d'étude sur la traumatologie en paramoteur réalisée en France.

Pourtant, au sein des clubs de paramoteur et sur les forums internet dédiés au paramoteur, les retours d'expérience d'accidents et d'incidents sont fréquents (3).

Le paramoteur est par ailleurs considéré comme une sport à risque par les assureurs (4).

Les chiffres officiels ne semblent pas correspondre au nombre d'incidents et d'accidents observés sur le terrain. Ces chiffres ne nous donnent pas d'information sur les types de blessures liées à cette activité ni sur les mécanismes des accidents.

Faute de données françaises, nous avons cherché des données à l'étranger. L'étude américaine de F. Feletti réalisée à partir de 384 déclarations d'accident de la US PPA entre 1995 et 2012 nous dit que la plupart des accidents de paramoteur surviennent au décollage (43 % des accidents), et les zones corporelles les plus touchées sont les membres supérieurs (44.5 %), les membres inférieurs (32 %) et le rachis (9.7 %) (5). Il s'agit de l'unique étude épidémiologique que nous avons trouvée sur la traumatologie en paramoteur. D'où l'intérêt de cette étude.

Cette thèse est une étude épidémiologique descriptive des lésions subies par 23 victimes d'accidents de paramoteur en France.

L'objectif principal est de décrire les lésions auxquelles sont exposés les pilotes de paramoteur. L'hypothèse est que les blessures liées à la pratique du paramoteur sont spécifiques à ce sport et différent de celles liées à la pratique du parapente.

L'objectif secondaire est de décrire le mécanisme d'apparition de ces blessures afin d'en améliorer la prévention et la prise en charge médicale.

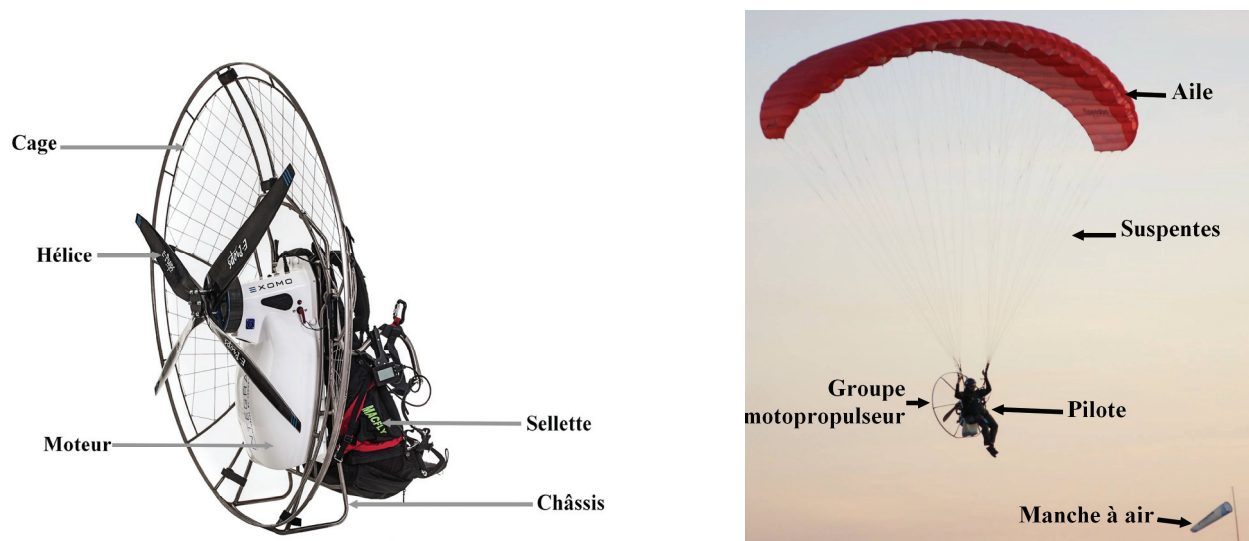


Figure 1 : A gauche, le groupe motopropulseur d'un paramoteur. A droite, un paramoteur en vol.

L'aile du paramoteur est la même que l'aile du parapente ; le paramoteur dispose en plus d'un moteur qui lui permet de décoller de terrains plats.

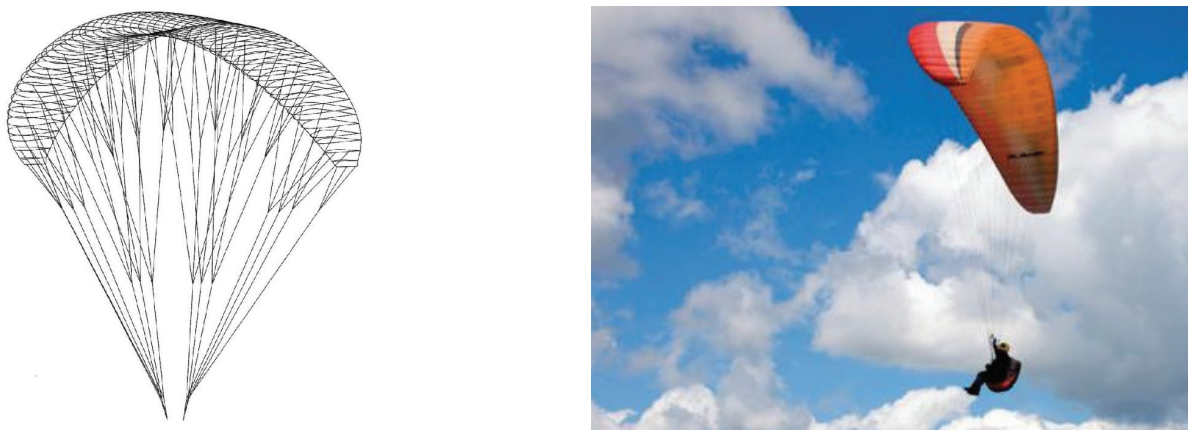


Figure 2 : A gauche, l'aile d'un parapente. A droite, parapente en vol. On voit que le pilote n'a pas de moteur dans son dos.

II. METHODE

Nous avons réalisé une étude observationnelle descriptive de 23 cas. Les cas étaient des anciennes victimes d'accidents de paramoteur en France. Les données ont été recueillies par un questionnaire créé pour cette étude et diffusé sur internet à destination des pilotes de paramoteur Français. Les victimes devaient répondre elles-mêmes au questionnaire.

Le questionnaire est en annexe 2.

2.1 Population étudiée

La population cible était l'ensemble des pilotes ayant eu un accident de paramoteur non mortel en France. Cela incluait les élèves pilotes et les pilotes non brevetés, les accidents au sol liés au stockage, à la maintenance et à la préparation au vol d'un paramoteur. Un accident a été défini de la manière suivante : toute plainte physique d'un pilote survenue lors de la préparation, de l'entraînement, ou de la compétition de paramoteur ayant nécessité des soins médicaux.

Pour être inclus, les sujets devaient :

- avoir eu un accident de paramoteur en France avant le 12 février 2019, date de début de notre étude,
- le pilote devait répondre lui-même au questionnaire pour des raisons d'éthique,
- il devait avoir été pris en charge médicalement en France, en ambulatoire ou en hospitalier, et maximum 1 mois après la date de son accident,
- il devait avoir terminé sa convalescence pour que la partie *Séquelles* puisse être remplie.

Nous avons exclu :

- les victimes qui n'avaient pas eu d'avis médical pour leur accident,
- les victimes qui avaient été prises en charge à l'étranger,
- les questionnaires remplis par une autre personne que la victime.

2.2 Recueil des données

2.2.a. Elaboration du questionnaire

Nous avons élaboré le questionnaire à partir :

- du formulaire de déclaration d'accident de la FFPLUM (6) en *annexe 3*,
- du modèle de la FFPLUM de Certificat médical de non-contre-indications à la pratique de l'ULM, en *annexe 3*,
- des recommandations d'entretien des ailes du site internet RipAir : <https://www.ripair.com/>,
- des questionnaires AUDIT (dépendance à l'alcool) (7) et de Fragerström (dépendance au tabac) (8) pour la partie de « Renseignements médicaux sur le pilote »,
- de notre expérience personnelle.

Nous avons posé 51 questions dont 30 questions à réponse libre, 10 questions avec des réponses à choix multiples, et 11 questions fermées. Nous avons réparti les questions sur 6 pages, chaque page correspondait à thème de questions :

1. Renseignements sur le pilote : âge, sexe, expérience du pilote en paramoteur et dans les autres disciplines aériennes ;
2. Matériel utilisé : type de châssis, homologation de l'aile, état de matériel, modifications apportées, poids total de vol, matériel de protection présent ;
3. Renseignements sur l'accident : jour et heure, météo, état de la piste utilisée (arbres, reliefs, passage d'autres aéronefs) et tout élément à l'origine de turbulence ou d'inversion de vent, phase de vol concernée, circonstances survenues, présence de témoins, présence de facteurs qui auraient pu déconcentrer le pilote ;
4. Prise en charge médicale : gestes de premiers secours faits sur place, délai avec le premier contact médical, lésions initiales, traitement reçu, durée de convalescence, séquelles, reprise ou non du paramoteur ;
5. Renseignements médicaux sur le pilote : IMC, antécédents médicaux, acuité visuelle, addictions, traitements, état cognitif au moment de l'accident.

Le questionnaire était disponible sur *Claroline*, la plateforme sécurisée de l'université Lyon 1, entre le 12 février 2019 et le 3 mars 2019. Il était anonyme, et les participants étaient informés qu'ils avaient la possibilité de se retirer de l'étude à tout moment. Les victimes devaient remplir le questionnaire en une fois. Environ 15 minutes étaient nécessaires pour remplir le questionnaire.

Toutes les questions étaient facultatives pour des raisons d'éthique. Lorsqu'une réponse manquait, nous avons précisé « *non communiquée* » dans les résultats. Nous avons cependant rappelé les victimes, avec leur accord oral, quand la description des lésions ou le mécanisme de l'accident étaient incomplets, et nous avons ainsi obtenu toutes les réponses pour ces 2 questions.

La reprise de l'activité paramoteur au terme de la convalescence n'était pas demandée explicitement dans le questionnaire, mais la réponse en a été déduite grâce aux autres réponses.

Une fois le questionnaire définitif élaboré, nous l'avons expérimenté auprès de 3 sujets qui répondaient aux critères d'inclusion et d'exclusion de l'étude. Les remarques apportées ont permis de modifier le questionnaire et de le rendre plus explicite. Les réponses de ces 3 pilotes ont été incluses dans l'étude.

2.2.b. Diffusion du questionnaire

Le questionnaire était disponible à l'adresse https://clarolineconnect.univ-lyon1.fr/resource/open/ujm_exercice/2400686#/ entre le 12 février 2019 et le 3 mars 2019 et nous avons diffusé son lien par mail, sur Facebook et via un site internet de discussion sur le paramoteur.

Nous avons publié le lien du questionnaire avec un message invitant à le remplir et expliquant le sujet de l'étude :

- sur le site www.paravol.com, le 17 février 2019 dans la rubrique *Accidentologie / Rex / Sécurité* <https://www.paravol.info/f42-Accidentologie-Rex.htm>. Nous avons choisi www.paravol.com car il était le forum le plus actif des paramotoristes français au moment de notre étude, et la rubrique Rex / Accidentologie / Sécurité comptait 5 pages de témoignage d'accidents entre le 17/06/2017 (date du premier message posté) et le 13 février 2019 (date de début de notre étude).
- sur les groupes Facebook « paramoteur et sécurité » <https://www.facebook.com/groups/securiteparamoteur/>, et « Photos et Vidéos PARAMOTEUR » <https://www.facebook.com/groups/288792621140179/> le 27 février 2019 qui sont les groupes Facebook de paramoteur les plus consultés.

Début février 2019, nous avons envoyé un mail aux présidents de 10 clubs de paramoteur français (ceux que nous avons réussi à joindre par téléphone) Ain Paramoteur, CAP Rhône Alpes, Auvergne Paramoteur 63, Adventure Lyon Ouest, Doubs Paramoteur, Là-haut Paramoteur, Perigor Paramoteur, Adventure Côte Basque Paramoteur, Adventure Strasbourg, Icarus Paramoteur. Il expliquait le sujet de la thèse, son intérêt et contenait le lien du questionnaire. Il les invitait à transférer le mail aux victimes d'accident de paramoteur.

Le questionnaire a été clôturé le 3 mars 2019 quand nous avons atteint 24 réponses.

2.3 Analyse statistique

Il s'agissait d'une étude descriptive quantitative. Nous avons un échantillon de 23 victimes. Nous avons donné le nombre exact de réponses pour chaque résultat compte tenu la petite taille de notre échantillon.

Nous avons également calculé les résultats en pourcentage quand nous voulions comparer l'un de nos résultats à un résultat de l'étude de F. Feletti.

Nous n'avons pas réalisé de test du chi 2 car notre échantillon était trop faible.

2.4 Présentation des résultats

Les figures et tableaux de cette thèse ont été réalisés avec le logiciel Excel®.

Nous avons décrit la population de notre échantillon, en renseignant : le sexe, l'âge des victimes, leurs antécédents médicaux, leur expérience en paramoteur, le matériel de vol qu'elles utilisaient et l'état de ce matériel ainsi que le matériel de protection porté. Le lieu et la date de l'accident étaient également renseignés.

L'objectif principal de l'étude était de répertorier les lésions liées aux accidents de paramoteur. Nous avons catégorisé les blessures selon la zone corporelle touchée :

- membres supérieurs,
- membres inférieurs,
- tête et face,
- bassin,
- thorax,
- abdomen.

Nous avons précisé quand la lésion était comprise dans les blessures liées à un polytraumatisme. Chaque blessure a été décrite.

Notre objectif secondaire était de décrire le mécanisme lésionnel. Nous avons classé les accidents selon la phase de vol :

- la phase de pré-vol, qui précède le vol, correspond à l'entretien et à la maintenance du moteur même en dehors d'un vol, à la préparation du moteur à un vol (assemblage de la cage, du châssis, de l'hélice), à la chauffe du moteur, à l'installation de la voile sur le sol avant le décollage et au démarrage du moteur. La visite pré-vol consiste en l'inspection par le pilote de son appareil afin de s'assurer que celui-ci est en bon état apparent ;
- le décollage, qui comprend le gonflage, la course d'envol, la montée initiale,
- le vol, qui comprend le vol en palier, le slalom, le vol à basse altitude,
- l'atterrissage.

Nous avons ensuite classé les accidents selon le mécanisme à l'origine de la blessure :

- contact entre l'hélice et une partie du corps,
- problème avec les suspentes, c'est-à-dire emmêlées, accrochées par un obstacle, ou coupées,
- fermeture de la voile, par la météorologie ou une erreur de pilotage,
- atterrissage difficile,
- panne moteur,
- écrasement au sol, sauf dans les cas suivants : fermeture de voile, phase d'atterrissage, panne moteur ou problème avec les suspentes.

Nous avons également classé les accidents par cause d'accident, selon le point de vue de la victime :

- erreur du pilote, comme le démarrage du moteur au sol,
- météorologie, par exemple atterrissage sous le vent, ou fermeture de voile liée à une inversion de vent à 15 mètres d'altitude,
- mauvaise utilisation du matériel par le pilote, par exemple tour de frein au décollage,
- défaillance du matériel seule.

Enfin, nous avons classé les blessures par contact avec l'hélice en 3 catégories :

- plaie,
- fracture,
- amputation.

Nous avons présenté le nombre de plaies, fractures et amputation pour les hélices en carbone et pour les hélices en bois.

2.5 Stratégie de recherche bibliographique

La recherche bibliographique de notre étude a été effectuée en décembre 2018. Elle a été actualisée en mars 2020.

Plusieurs bases de données ont été consultées. Quand cela était possible, nous les avons consulté à partir du portail documentaire de la bibliothèque Lyon 1 après identification par le numéro étudiant de l'un des investigateurs : <https://portaildoc.univ-lyon1.fr/les-collections/trouver-des-documents/trouver-des-documents-831895.kjsp>

Ces bases de données étaient :

- la base de données en ligne PubMed de Medline : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- le moteur de recherche Google et Google Scholar : <https://scholar-google-fr.docelec.univ-lyon1.fr/>
- le catalogue de thèses SUDOC : <http://www.sudoc.abes.fr/>
- le catalogue de sites médicaux Cismef du CHU de Rouen : <http://www.chu-rouen.fr/cismef/>
- les bibliographies des articles sélectionnés comme pertinents ;
- la rubrique « événements notifiés » du site du BEA : https://www.bea.aero/index.php?id=17&no_cache=1

Nous avons choisi les Mots clés suivants :

- en français : paramoteur, « parapente motorisé », parapente, accident, blessure, traumatologie, traumatisme.
- en anglais : « powered paragliding », paramotor, paragliding, injuries, accident, trauma.

La recherche initiale a utilisé les mots clés avec les opérateurs logiques ET, OU, et la troncature (*).

Puis, la bibliographie des articles, thèses et documents sélectionnés nous a fourni des documents déjà filtrés et pertinents pour notre étude.

Le logiciel ZOTERO® a été utilisé pour l'enregistrement des références bibliographiques et leur insertion dans le texte, ainsi que pour la réalisation de la bibliographie.

III. RESULTATS

Nous avons eu 24 réponses au questionnaire entre le 12 février 2019 et le 3 mars 2019.

Chaque questionnaire a été rempli par une victime d'accident de paramoteur et correspondait à un accident. Il n'y a pas eu de doublon.

1 victime n'a pas eu de consultation médicale pour son accident et a été exclue de l'étude.

Les questions étaient facultatives, nous avons précisé dans les résultats lorsque la victime n'avait pas répondu à une question.

Les résultats exposent les réponses des 23 questionnaires.

3.1 Caractéristiques de la population (n = 23)

Les 23 victimes incluses dans l'étude étaient des hommes.

Ils étaient âgés de 24 à 70 ans le jour de l'accident avec une moyenne d'âge de 47 ans. 5 sujets n'ont pas donné leur âge.

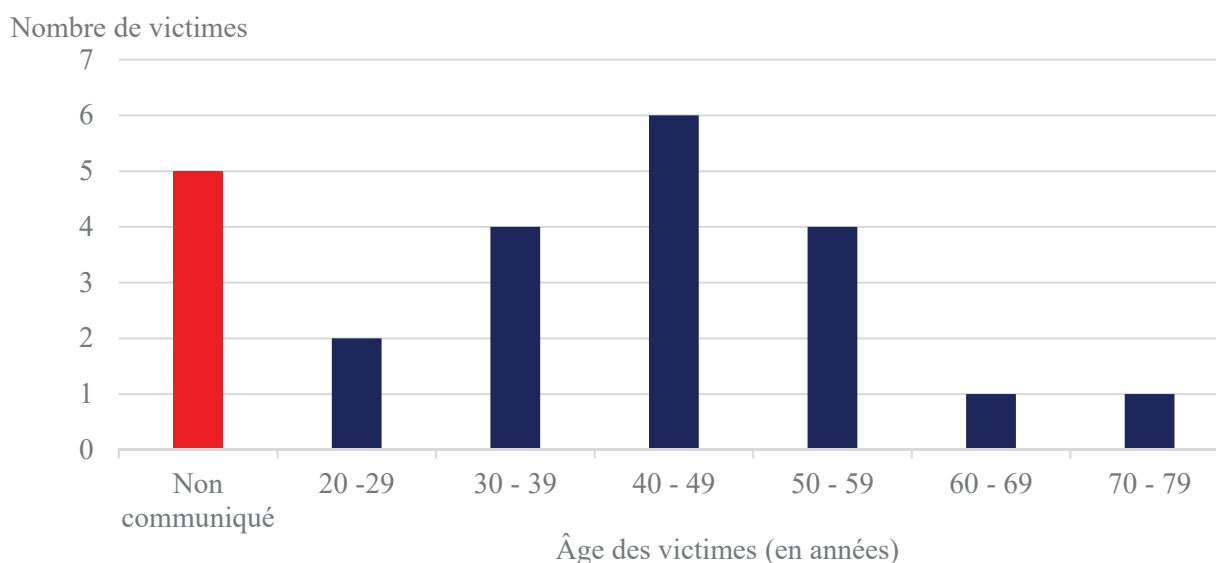


Figure 3 : Répartition des victimes par classe d'âge (n = 23)

Les accidents ont eu lieu entre le 26 septembre 2006 et le 13 octobre 2018. La date médiane était le 17 mars 2017. 2 victimes n'ont pas précisé la date de l'accident.

Les 23 accidents ont eu lieu en France. 21 accidents ont eu lieu en plaine, 1 accident a eu lieu en montagne et 1 accident en bord de mer.

L'expérience des pilotes était hétérogène :

- 5 victimes étaient instructeurs de paramoteur,
- 8 victimes possédaient une licence de paramoteur depuis plus de 2 ans et avaient une expérience de plus de 300 heures de vol,
- 7 victimes possédaient une licence depuis moins de deux ans ou avaient moins de 300 heures de vol,
- 3 victimes étaient élèves et l'accident a eu lieu lors d'un cours pratique de paramoteur.

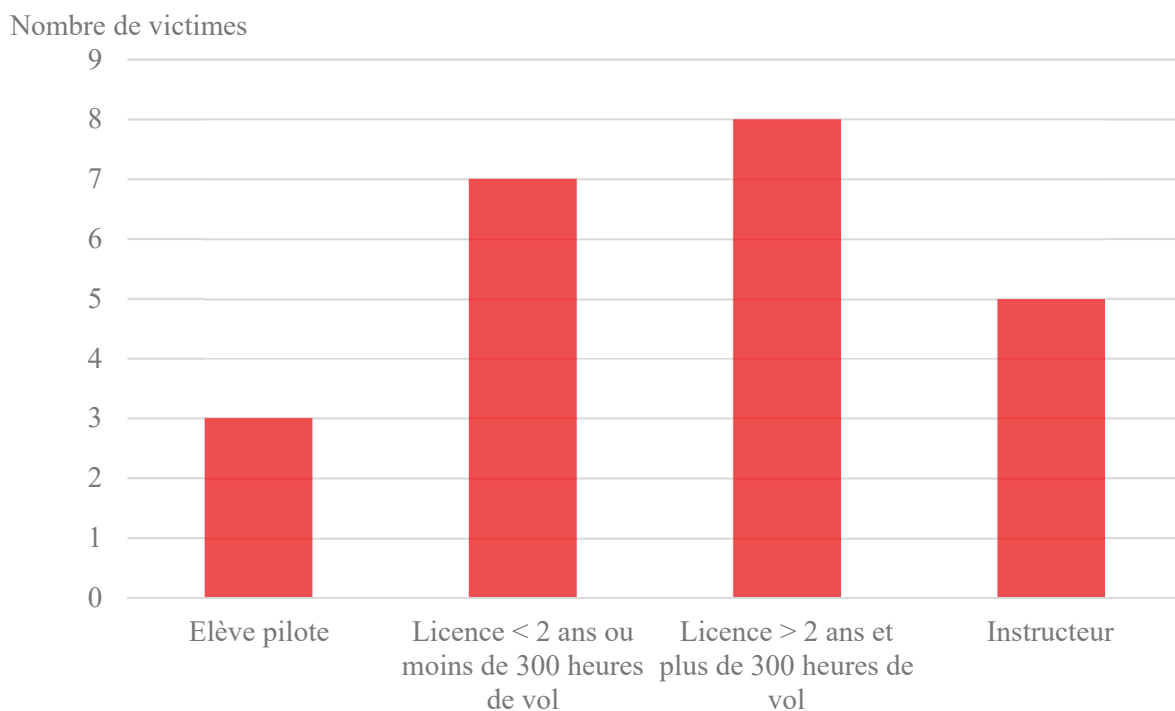


Figure 4 : *Expérience des victimes le jour de l'accident (n = 23)*

19 victimes étaient en bonne santé et leur santé n'a pas de rapport avec l'accident. 4 victimes ont déclaré des antécédents :

- Une victime avait consommé de l'alcool avant d'entreprendre une maintenance et des réglages de son paramoteur (consommation d'alcool occasionnelle). La victime a démarré son moteur au sol sans prendre les précautions habituelles du fait de son ébriété, et a passé la main dans l'hélice.
- Une victime était sous loratadine, un anti-histaminique, qui aurait pu avoir un effet sédatif et un allongement des réflexes. Le pilote a chuté dans un virage lors d'une compétition en slalom.
- Une victime était fatiguée physiquement en partie par plusieurs tentatives de décollages et était déconcentrée par des problèmes personnels. Le pilote avait réussi à décoller sous le vent à la septième tentative avec une aile mal contrôlée.
- Une victime était sous flécaïne mais cela n'a pas eu de rapport avec l'accident. Elle a eu un tour de frein au décollage à cause d'une mauvaise pré-vol.

La majeure partie des pilotes de l'étude décollaient à pied en monoplace (20 cas) et utilisaient une hélice en carbone (14 cas). 1 victime n'a pas indiqué le type de châssis utilisé. 4 victimes n'ont pas indiqué le type d'hélice utilisé. Parmi les réponses renseignées :

- 20 victimes décollaient à pied en monoplace : 12 victimes utilisaient une hélice en carbone et 5 victimes utilisaient une hélice en bois.
- 2 victimes utilisaient un chariot biplace avec une hélice en carbone. L'un des chariots était de fabrication maison.

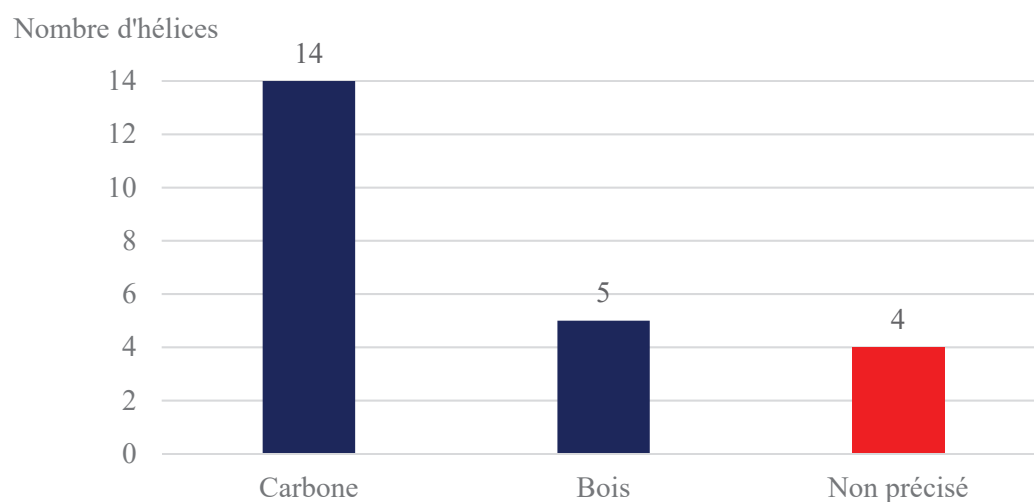


Figure 5 : Matière des hélices utilisées par les pilotes (n = 23)

3 pilotes (13 %) avaient du matériel défaillant et la défaillance de matériel a causé l'accident :

- 1 pièce d'un chariot biplace fait maison s'est rompue lors d'un vol. Le chariot s'est écrasé au sol après une mise en vrille.
- 1 moteur s'est arrêté lors de la montée initiale, pendant le décollage d'un élève. L'aile a fait une abattée et la victime a chuté de 5 mètres.
- Le câble d'accélérateur d'une victime était mal positionné et coincé contre le réservoir au moment du démarrage du moteur au sol, le moteur s'est emballé et l'hélice a touché le pilote.

Les 20 autres pilotes avaient du matériel fonctionnel, et l'accident avait une autre cause.

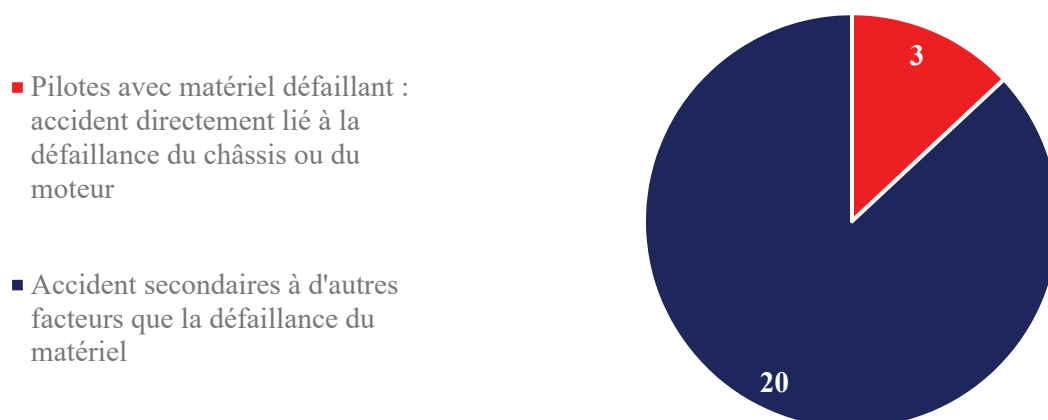


Figure 6 : Pilotes avec du matériel défaillant (n = 23)

Les protections utilisées étaient le casque, le parachute de secours, les chaussures avec maintien de la cheville et les gants. La réglementation n'oblige pas le port de matériel de protection.

- Casque : 20 victimes portaient un casque, 3 n'en portaient pas mais il s'agit des 3 accidents lors de la pré-vol.
- Chaussures : 18 victimes portaient des chaussures avec maintien de la cheville, 4 victimes portaient des baskets et 1 victime portait des sandales.

- Gants : 13 victimes portaient des gants : 1 victime portait des gants de protection renforcée, 12 victimes portaient des gants simples contre le froid. 10 victimes ne portaient pas de gants.
- Parachute de secours : 10 victimes étaient équipées d'un parachute de secours et 13 victimes (57 %) n'en avaient pas mais l'utilisation du parachute n'aurait pas évité l'accident ni modifié sa dynamique.

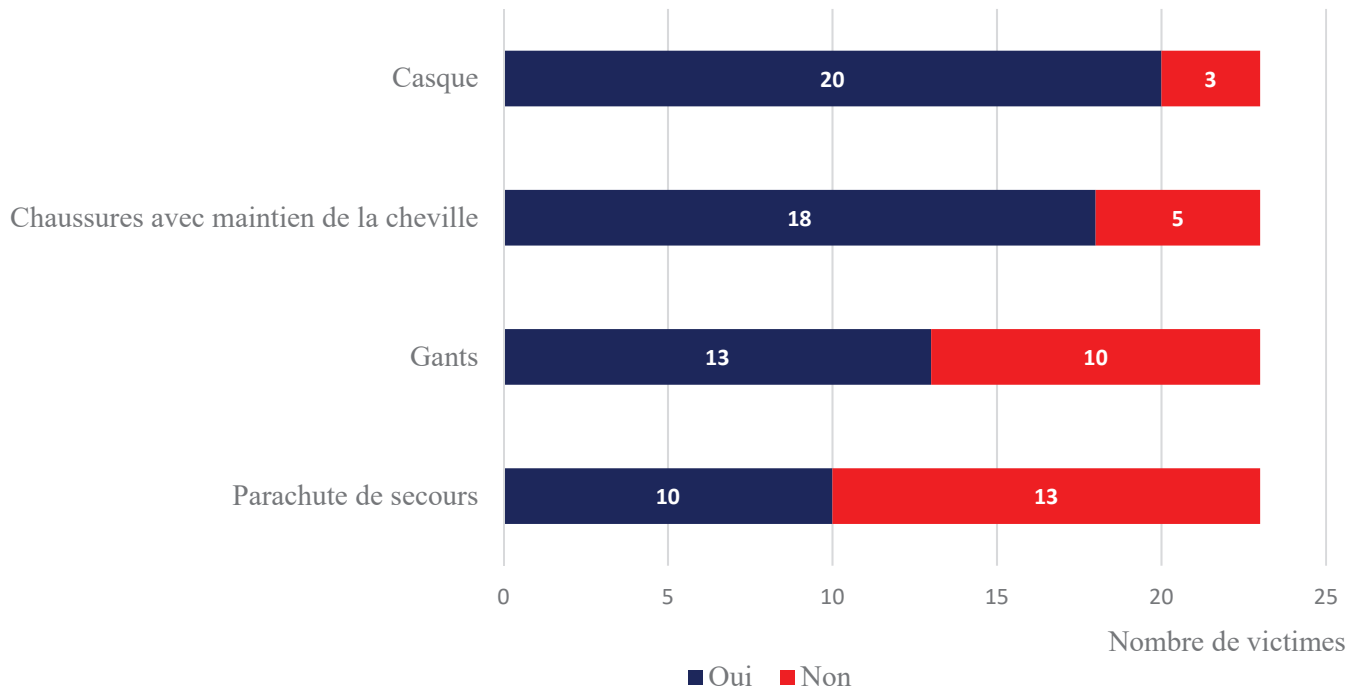


Figure 7 : Matériel de protection utilisé par les pilotes lors de l'accident (n = 23)

3.2 Lésions initiales

Il y a eu 3 victimes polytraumatisées et 20 victimes avec une seule partie du corps blessée. Une victime avec une fracture du poignet et une luxation de cheville a été comptée comme polytraumatisée.

Les 23 victimes ont eu 35 lésions. Nous avons compté 13 lésions des membres inférieurs, 8 lésions du rachis, 7 lésions des membres supérieurs, 3 lésions du bassin, 2 lésions thoraciques (polytraumatismes), 1 lésion de l'abdomen (polytraumatisme), et 1 lésion de la face (polytraumatisme).

Nombre de sujets

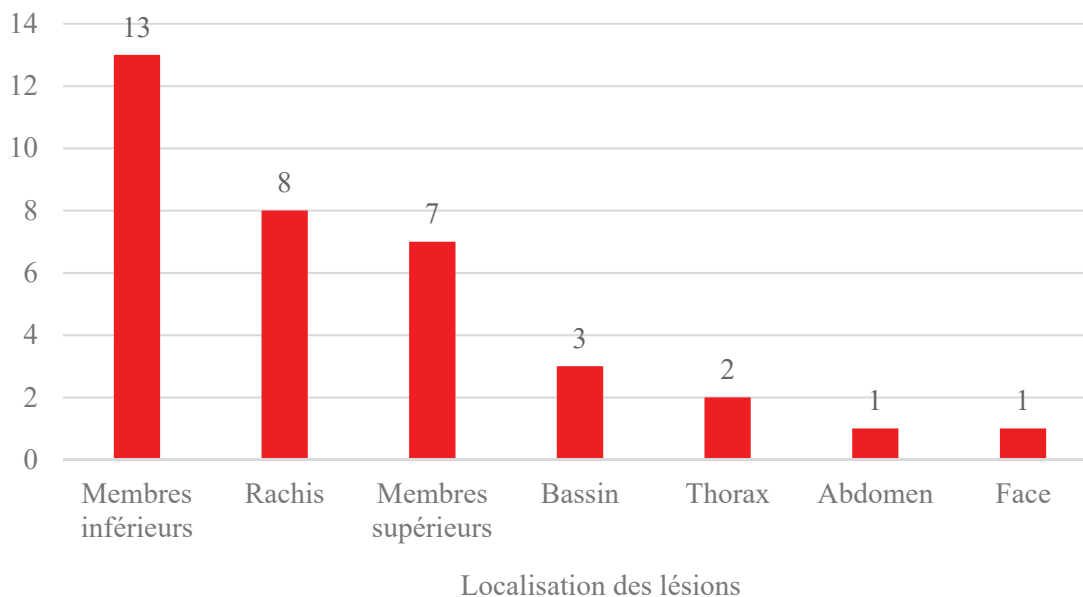


Figure 8 : Répartition des blessures par zone corporelle (n = 35)

Parmi les 13 lésions des membres inférieurs :

- 2 amputations de talon par contact avec l'hélice en rotation : la première victime a eu une plaie profonde de 1 centimètre sur 6 centimètres, la deuxième victime a eu une amputation du talon jusqu'au calcanéum ;
- 2 entorses de chevilles : une entorse grave des ligaments latéraux externes de la cheville droite, et une entorse modérée des ligaments latéraux externes des 2 chevilles ;
- 1 fracture des 2 chevilles : fracture distale du radius et du cubitus ;
- 1 luxation de cheville (polytraumatisme) ;
- 1 fracture transversale du tibia et du péroné avec mise en place de broches ;
- 1 fracture comminutive de la diaphyse tibiale nécessitant le port de fixateurs externes pendant 9 mois ;
- 1 fracture du condyle interne du genou, traitée par immobilisation ;
- 1 épanchement intra-articulaire du genou ;
- 1 rupture des ligaments croisés antérieurs avec lésions méniscales du même côté, et lésions du cartilage du genou opposé (polytraumatisme) ;
- 1 lésion myo-aponévrotique du muscle droit antérieur de la cuisse ;
- 1 fracture comminutive de la diaphyse fémorale (polytraumatisé).

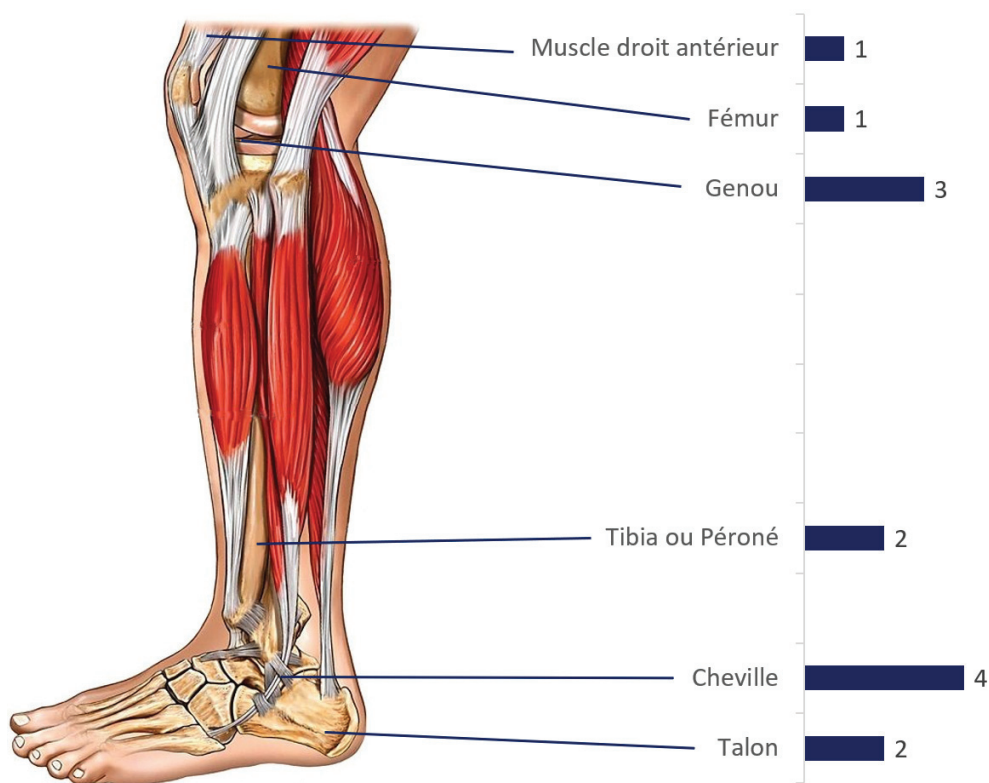


Figure 9 : Lésions des membres inférieurs (n = 13)

Parmi les 8 lésions du rachis :

- 3 fractures de la vertèbre L1. La première victime a coupé le moteur par maladresse quand elle s'installait dans sa sellette au décollage, la voile a fait une abattée et la victime a été projetée face au sol, le moteur placé dans le dos avait percuté et fracturé L1. La victime est en fauteuil roulant pour une paraplégie incomplète, après avoir eu une arthrodèse de T12 à L3 et 6 mois de rééducation. Le deuxième sujet avait décollé en bord de mer, arrivé à 15 mètres de hauteur, sa voile avait fermé par suite d'une inversion de vent dans une brise de mer. Il a eu une fracture éclatement de L1 avec une arthrodèse de 5 vertèbres, et a pour séquelles des difficultés au port de charges lourdes et une raideur lombaire. La dernière victime s'était fracturé la vertèbre par choc direct avec le sol à la suite de la fermeture de sa voile sous le vent peu après le décollage, elle a comme séquelles des douleurs au port de charges lourdes ;
- 1 fracture éclatement de L3 en 4 par choc direct avec le sol, à la suite d'une fermeture de voile sous le vent lors de l'atterrissage (approche face à une bergerie) ;

- 1 fracture écrasement de T9, T10 et T11 (polytraumatisme) : le pilote s'était rendu compte peu après le décollage qu'il y avait un tour de frein dans ses suspentes, il a lâché le frein et son engin est parti en vrille et s'est écrasé au sol ;
- 1 fracture du massif articulaire droit de C6 (polytraumatisme) : le pilote n'a pas de souvenirs de l'accident mais les témoins parlent d'une manœuvre trop près du sol à l'atterrissage.

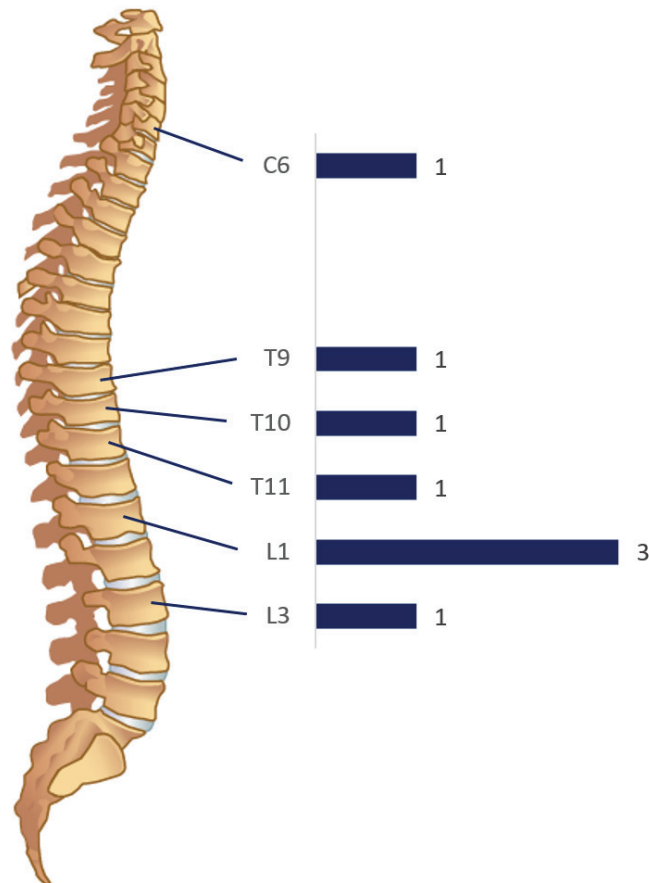


Figure 10 : Lésions du rachis (n=8).

Parmi les 7 lésions des membres supérieurs :

- Une amputation du pouce de la main droite : la victime a chuté en arrière lors du décollage car elle avait trop freiné son aile, et a passé la main dans l'hélice à travers la cage ;
- Une fracture de la dernière phalange du pouce et une plaie de l'extrémité du 5^e doigt de la main droite : la victime a démarré son moteur au sol pendant des réglages (aucun vol prévu), sa main qui tenait le châssis a glissé et a touché l'hélice à travers la cage. La victime était alcoolisée ;

- Une fracture de la base du premier métacarpien : les suspentes sont passées dans l'hélice au moment du décollage (mauvaise préparation de la voile lors de la pré-vol), et ont entraîné sa main au contact de l'hélice ;
- Une fracture du poignet (radius et cubitus) qui a nécessité la mise en place de broches. Une suspente de l'aile s'était coincée dans une branche de pin lors d'un vol à basse altitude entre les arbres, l'aéronef a été centrifugé contre le sol ;
- Une plaie articulaire du coude gauche avec section des plans ligamentaires externe, désinsertion des muscles épitrochléens et perte de substance de la face postérieure du bras gauche. Le pilote avait démarré son moteur au sol, le moteur s'est mis à tourner à plein régime sans explication donnée dans le questionnaire, et l'hélice a percuté le bras du pilote ;
- Une plaie délabrée de l'épaule droite à la suite du contact avec l'hélice.

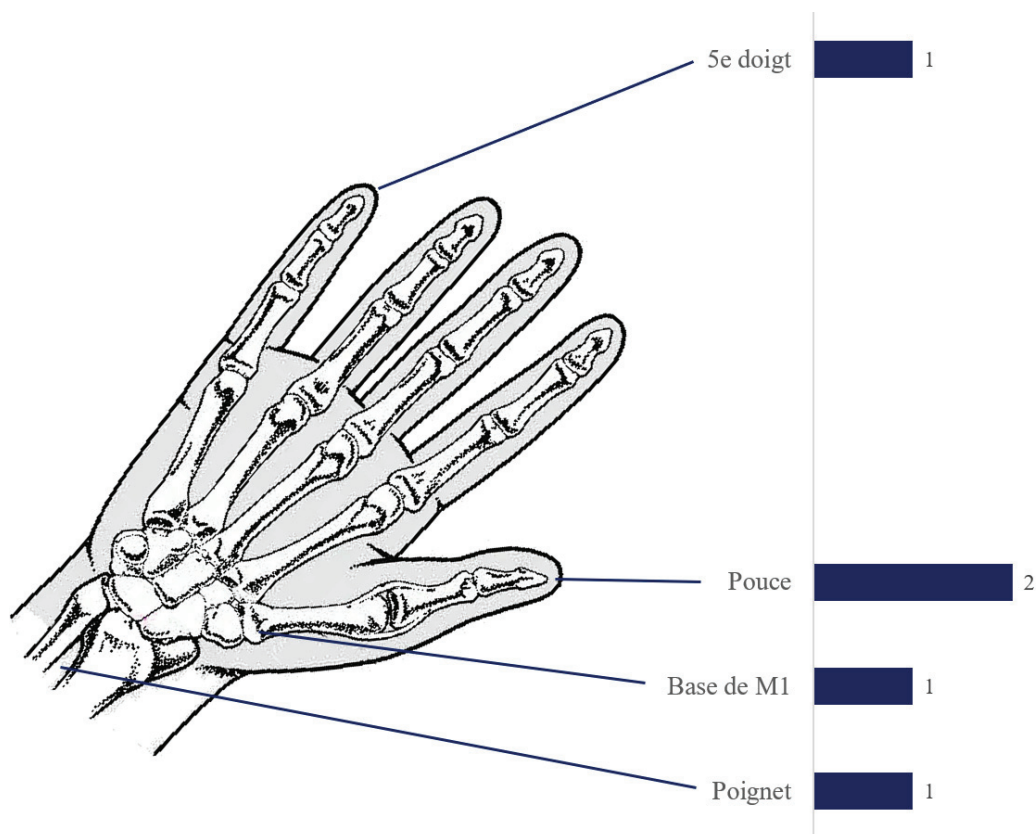


Figure 11 : Lésion de la main (n = 5)

Parmi les 3 lésions du bassin :

- Une fracture du cadre obturateur gauche sans refend du cotyle associée à une fracture de l'aileron sacré droit trans-foraminale non déplacée et sans déficit vasculo-nerveux (polytraumatisme) ;

- Une fracture open book du bassin avec diastasis de la symphyse pubienne et disjonction sacro-iliaque droite, associée à des fractures pluri focales des ailerons sacrés et du coccyx avec bascule antérieure des fragments sacrés et coccygiens (polytraumatisme) ;
- Une fracture du coccyx.

Parmi les 2 lésions thoraciques (polytraumatisés) :

- Une petite plage de contusion pulmonaire lobaire moyenne et inférieure droite et du lobe accessoire gauche, avec une fracture de l'arc postérieur K1 droit, des arcs antérieurs K7 et K8 droits, et de l'arc postérieur K11 gauche.
- Fractures des 2 dernières côtes du côté droit.

La lésion de l'abdomen était un hématome rétropéritonéal étendu par suite d'une fracture de bassin (polytraumatisme).

La lésion de la face était une plaie sous mentonnière peu profonde sans perte de substance (polytraumatisme).

3.3 Mécanisme lésionnel

3.3.a Cause des lésions

Les lésions ont été causées dans 7 cas par le contact entre l'hélice et une partie du corps, et dans 4 cas par l'écrasement au sol. L'écrasement au sol survenait peu après le décollage ou lors de la phase de vol, par exemple en slalom. Les autres causes de lésions étaient :

- des problèmes avec les suspentes, c'est-à-dire des suspentes emmêlées, accrochées par un obstacle ou coupées, dans 3 cas ;
- une fermeture de la voile par la météo ou sur une erreur de pilotage, dans 3 cas ;
- un atterrissage difficile, dans 3 cas ;
- une panne moteur ou un moteur pas assez puissant par rapport au poids de vol, dans 3 cas.

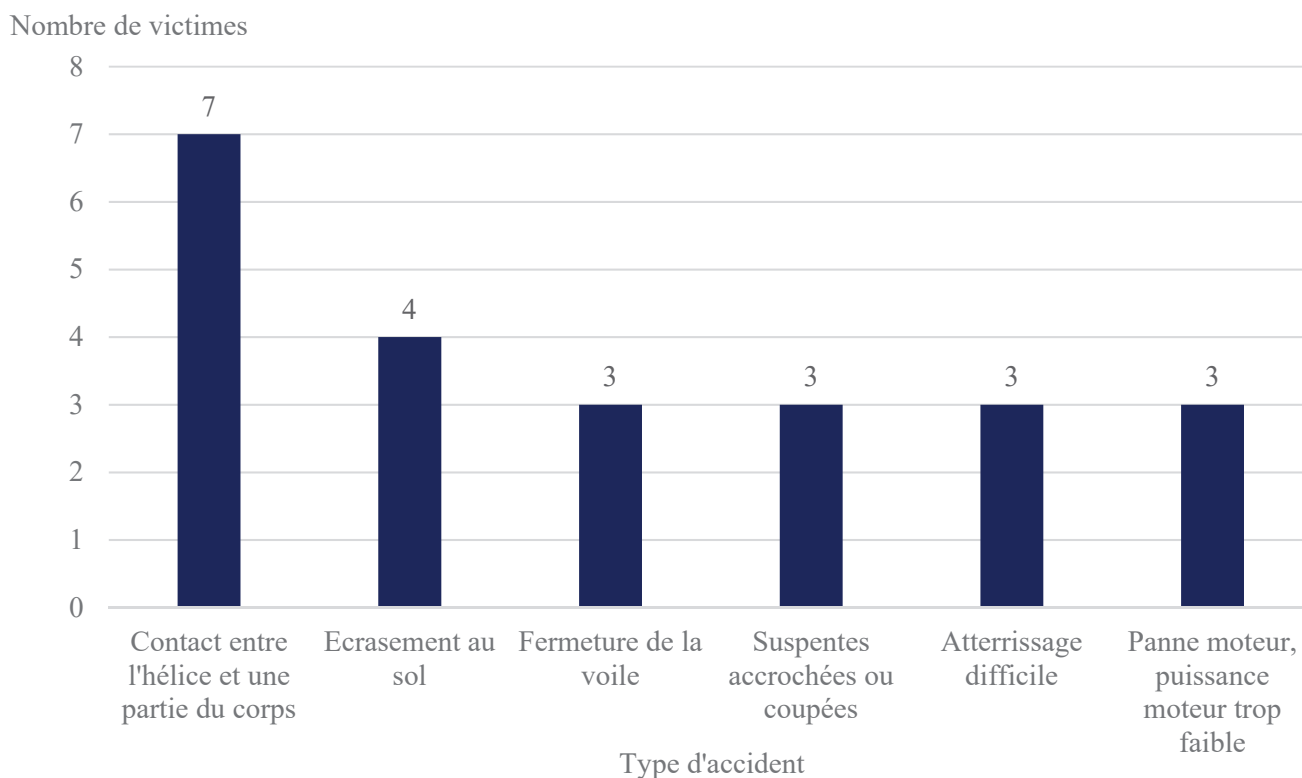


Figure 12 : Mécanisme des accidents (n=23).

Lésions liées au contact entre l'hélice et une partie du corps :

- Les 3 accidents pendant la pré-vol :
 - Accident 1 : démarrage du moteur au sol après échec du démarrage du moteur sur le dos avant un vol. Le moteur tournait à plein régime, l'hélice carbone a percuté le coude du pilote. Lésion : plaie articulaire du coude avec section des plans ligamentaires externe, désinsertion des muscles épitrochléens et perte de substance de la face postérieure du bras gauche.
 - Accident 2 : démarrage du moteur au sol lors de la maintenance. La victime tenait le châssis d'une main mais cette main a glissé et est entrée en contact avec l'hélice carbone en rotation. Lésion : fracture de la dernière phalange du pouce et plaie de l'extrémité du 5^e doigt de la même main.
 - Accident 3 : démarrage du moteur au sol. Nouvel appareil que la victime venait d'assembler, par erreur, le câble d'accélérateur était coincé contre le réservoir, en position d'accélération. Le moteur tournait à plein régime, l'hélice carbone a percuté l'épaule du pilote. Lésion : plaie délabrée de l'épaule.



Figure 13 : Démarrage au sol d'un moteur (9). Les moteurs à essence ne sont pas tous munis de démarreur électrique. Certains pilotes démarrent leur moteur au sol pour pouvoir tirer avec plus de force sur le démarreur. Quand le paramoteur démarre au sol, il est entraîné par la poussée de l'hélice. Les accidents par contact entre l'hélice et la partie supérieure du corps sont nombreux.

- 2 pilotes ont eu une amputation du talon au contact de l'hélice pendant la course d'envol (talon-fesse dans l'hélice).
 - Accident 4 : la course d'envol était prolongée car la puissance du moteur était faible pour le poids du pilote. Le terrain était accidenté, le pied de la victime a percuté une motte de terre, et le talon est remonté plus haut et a touché l'hélice. Lésion : amputation du talon jusqu'au calcaneum (hélice carbone bipale, port de chaussures renforcées, élève pilote).
 - Accident 5 : La sellette était mal réglée, le talon est passé sous la cage. Lésion : plaie de 1 x 6 centimètres (hélice bipale en carbone, port de chaussures de randonnée, instructeur).

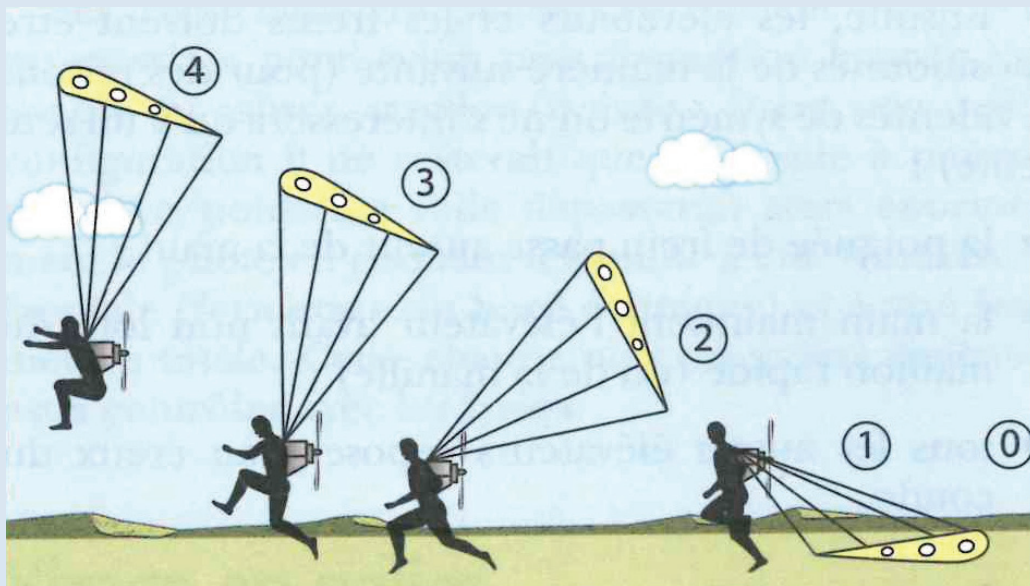


Figure 14 : Course d'envol en paramoteur (10).

A l'étape 2, le pilote passe le talon dans l'hélice par-dessous la cage (cage non dessinée ici).

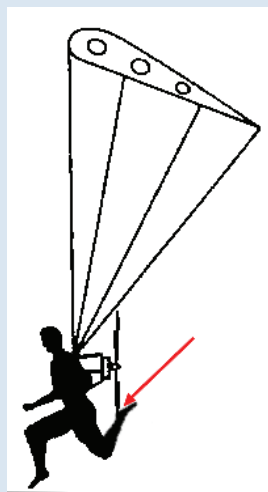


Figure 15 : Talon-fesse lors de la course d'envol, avec talon qui touche l'hélice.

- Accident 6 : chute en arrière lors de la montée initiale car l'aile avait été trop freinée. Le pilote avait mis sa main en arrière pour se rattraper lors de sa chute, et la main est passée à travers la cage dans l'hélice. Lésion : amputation de pouce.
- Accident 7 : la main d'une victime a été entraînée par ses suspentes avant qui se sont enroulées dans l'hélice lors du gonflage de la voile. Ils avaient été mal positionnés lors de la pré-vol. Lésion : fracture ouverte de la base du premier métacarpien.

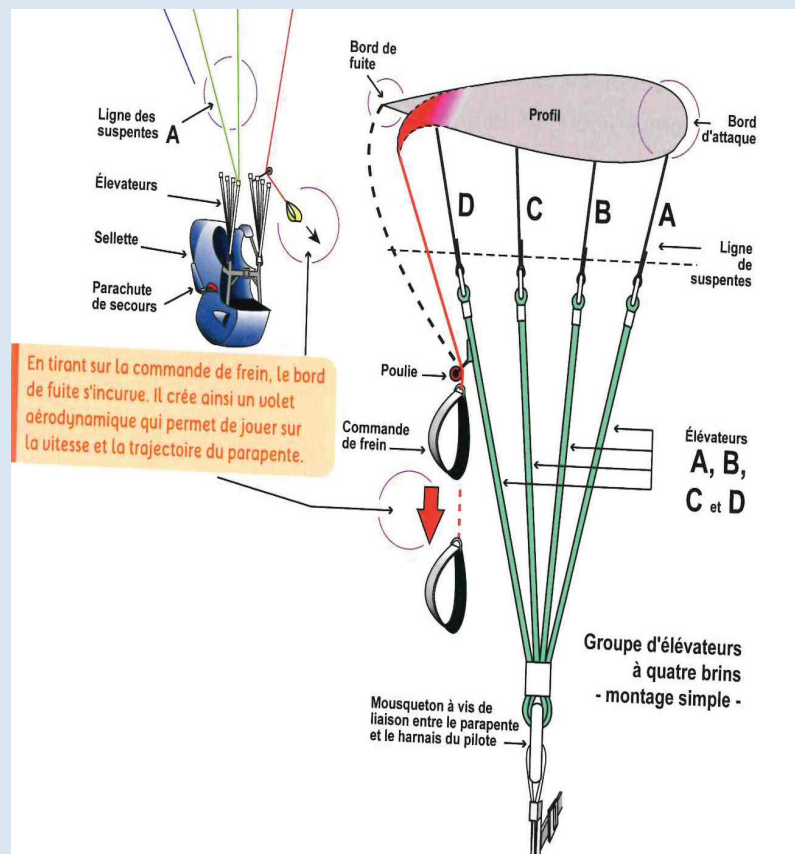


Figure 16 : Les suspentes de la voile de parapente. Les A sont les suspentes avant, qui sont insérées au bord d'attaque de l'aile. Les freins sont les suspentes arrière, insérées sur le bord de fuite de l'aile (11).



Figure 17 : Lors de la préparation au vol en paramoteur, les suspentes sont positionnées de part et d'autre du moteur (celles de gauche, à gauche, et celles de droite, à droite). Lors du gonflage, elles s'élèvent au-dessus du pilote sans toucher l'hélice. Si elles ont été mal positionnées et qu'il y a un problème lors du gonflage, une suspente peut venir toucher l'hélice (9).

4 accidents par écrasement au sol :

- Accident 8 : fermeture par l'avant de la voile après utilisation du barreau. Le pilote a chuté en avant (polytraumatisme par contact avec le sol).

Le barreau permet de tendre les suspentes fixées à l'avant de l'aile (les suspentes A). Quand il est actionné, l'aile bascule en avant : la trainée diminue, ce qui permet d'accélérer (effet espéré), et la portance diminue. S'il est mal utilisé, il peut entraîner une fermeture avant de l'aile. Le barreau est installé sur les ailes de compétition.

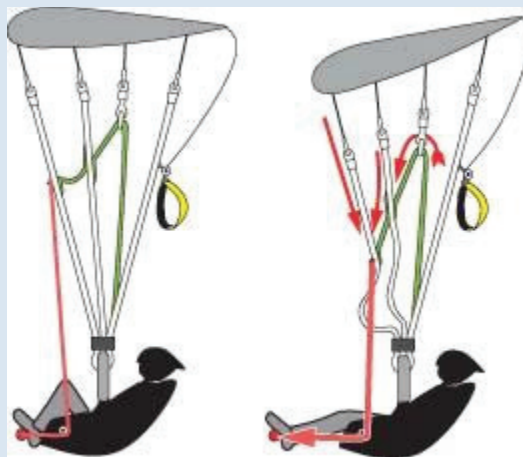


Figure 18 : Utilisation du barreau, avec les pieds, par le pilote. A gauche, barreau non actionné, à droite, barreau actionné.

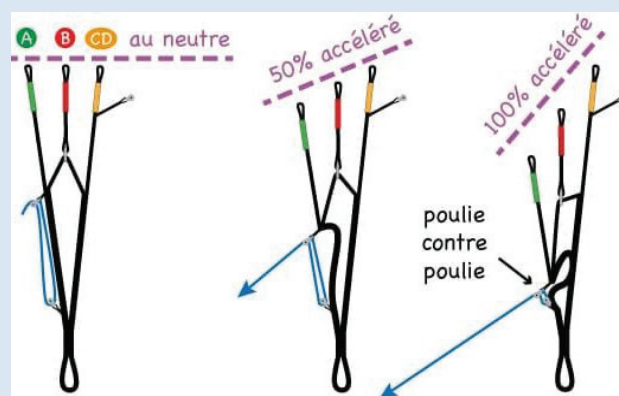


Figure 19 : Inclinaison de l'aile lors de l'utilisation du barreau. A gauche, barreau non actionné, aile horizontale. A droite, barreau actionné au maximum, aile inclinée en avant.

- 2 pilotes ont mis plein gaz pour contrer leur voile en roulis lors du gonflage. Les aéronefs ont décollé mais avec le balancement de gauche vers la droite, leurs chevilles ont percuté le sol.
 - Accident 9 : fracture distale du tibia et du péroné (port de chaussures de randonnées).

- Accident 10 : fracture des 2 chevilles (port de sandales).

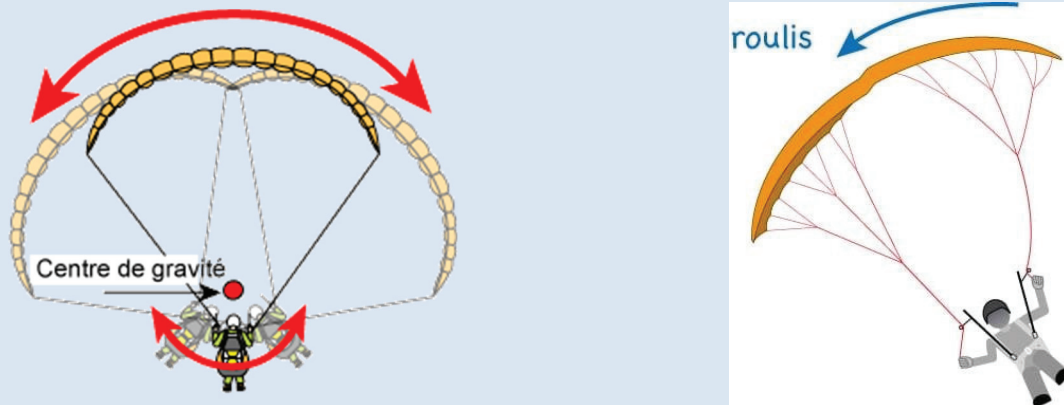


Figure 20 : Le roulis, rotation de l'aéronef autour de son axe longitudinal.

- Accident 11 : écrasement au sol après une manœuvre trop près du sol et vrille jusqu'au sol. Il existe un doute sur une perte de connaissance du pilote lors de la manœuvre près du sol. Lésions : polytraumatisme, avec lésion du thorax, du bassin, de l'abdomen, du rachis et une plaie du menton.

3 accidents par fermeture de voile :

- Accident 12 : chute de 15 mètres en autorotation après fermeture asymétrique de voile. Le pilote avait décollé sous le vent d'une colline, à 1000 mètres d'altitude, et une turbulence a fermé une partie de l'aile. Lésion : tassement de L1 par contact direct avec le sol.
- Accident 13 : fermeture de voile car atterrissage sous le vent d'une bergerie, chute de 6 mètres. Lésion : éclatement de L3, arthrodèse.

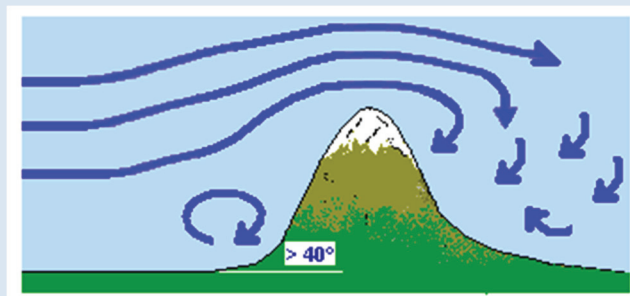


Figure 21 : Les flèches bleues illustrent le sens du vent. Lorsqu'il y a un relief, le vent est dévié. Derrière ce relief, le vent est turbulent. On appelle cela être « sous le vent » d'un relief. Il peut alors se produire des fermetures de voile car la portance est modifiée, le vent n'arrive plus en face.

Le vent est régulier lorsque la vitesse des particules d'air est constante dans l'espace et dans le temps. On rencontre souvent cette situation loin des reliefs. La turbulence est à l'inverse un mouvement désordonné des particules d'air.

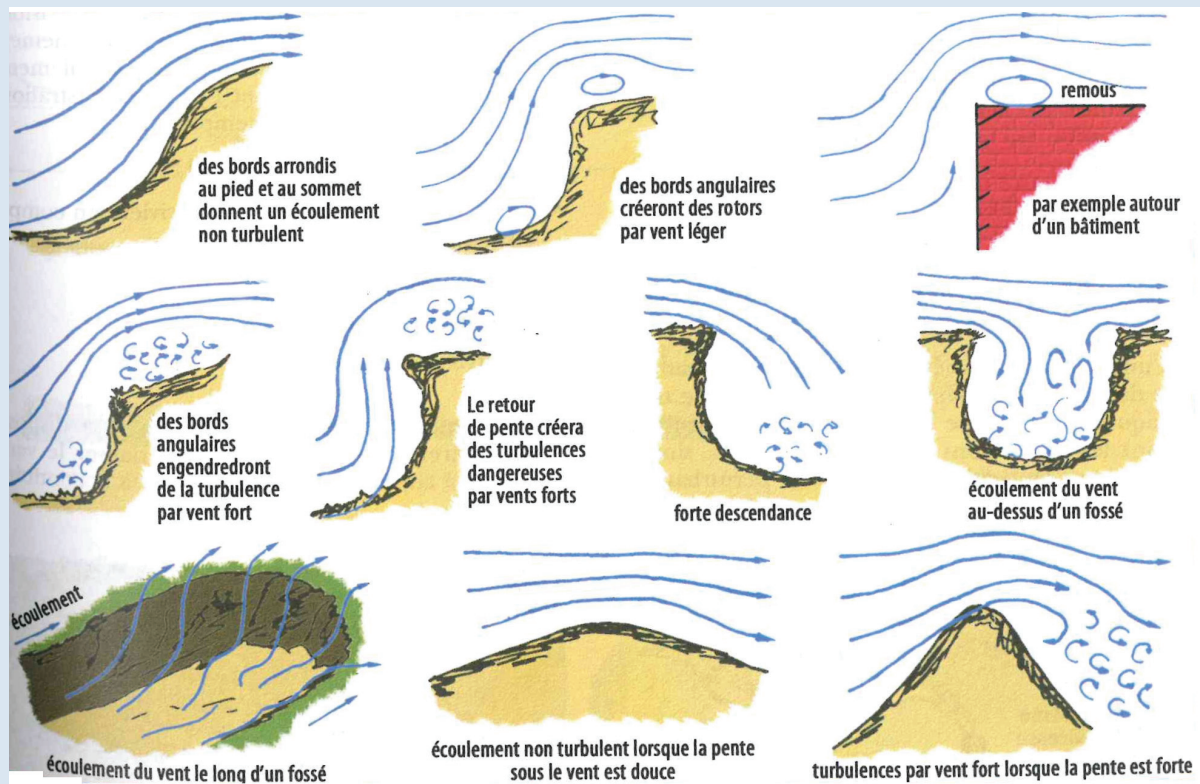


Figure 22 : Les turbulences de relief.

- Accident 14 : fermeture asymétrique de la voile liée à une inversion de vent à 15 mètres du sol par la brise de mer. L'aéronef a vrillé jusqu'au sol. Lésions : éclatement de L1 en 4 par contact avec le sol, nécessitant une arthrodèse de 5 vertèbres.

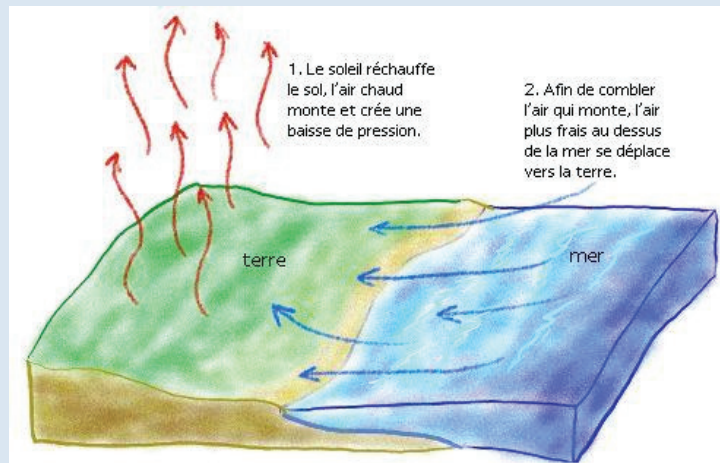


Figure 23 : Dessin d'une brise de mer.



Figure 24 : Brise de mer.

En journée, la terre chauffe plus vite que la surface de la mer : l'air au sol s'élève et l'air marin le remplace. C'est la brise de mer. Il y a une inversion de vent à quelques mètres d'altitude.

Parmi les 3 accidents par problème de suspentes :

- Accident 15 : une suspente s'est accrochée dans les branches d'un pin alors qu'un pilote volait près du sol. Il suivait un chemin entouré de pins, il a été déporté par le vent, la suspente a été attrapée par une branche, l'aéronef a été centrifugé au sol (polytraumatisme avec fracture du poignet et luxation de la cheville).
- Accident 16 : L'anneau d'un chariot fait maison sur lequel était fixé les sangles a cédé d'un côté. Le chariot a été déséquilibré, a basculé en avant et les suspentes d'un côté de l'aile ont été coupées par

l'hélice en rotation, l'aéronef est partie en vrille jusqu'au sol depuis une hauteur de 20 mètres. Lésions : fracture comminutive de la diaphyse tibiale nécessitant le port de fixateurs externes pendant 9 mois.

- Accident 17 : décollage avec un tour de frein du côté gauche. Le pilote a perdu le frein de la main en essayant de le défaire en montée initiale, gaz à fond. La voile s'est mise en vrille et le pilote s'est écrasé au sol (polytraumatisme).

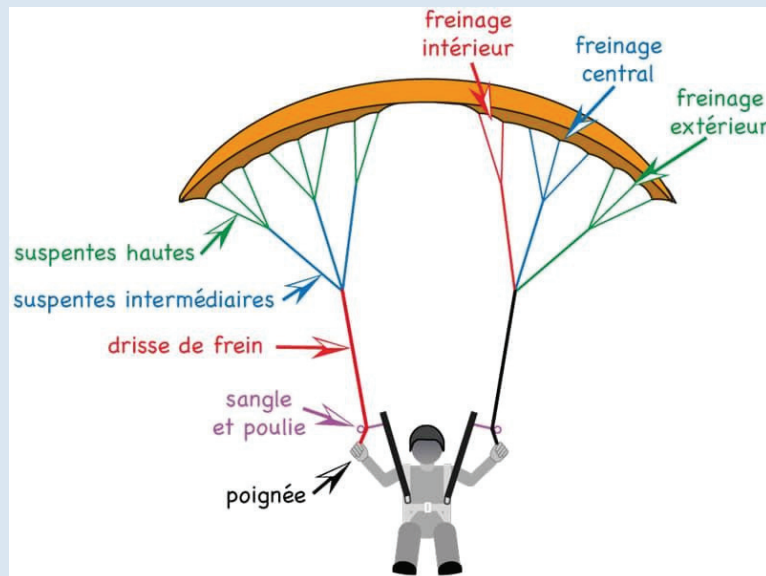


Figure 25 : Suspentes de freins (12). Un tour de frein est un nœud au niveau d'une suspente de frein. Le nœud raccourcit la longueur de la suspente, donc tend la suspente et freine la voile d'un côté, ce qui dévie la trajectoire de l'aéronef.

Parmi les 3 accidents liés au moteur :

- Accident 18 : le moteur n'était pas assez puissant par rapport au poids de vol. Le pilote a effectué un virage pour éviter une haie d'arbre qu'il pensait survoler et a percuté le sol après avoir perdu de l'altitude. Sa jambe a amorti le choc. Lésion : fracture du condyle fémoral interne.
- 2 moteurs se sont arrêtés lors de la montée initiale après le décollage, l'aile a dépassé les pilotes et a fait une abattée. Les deux pilotes ont été projetés au sol face contre terre.
 - Accident 19 : le pilote a chuté de 5 mètres et a eu une fracture du coccyx par contact direct avec le sol (le moteur a calé).
 - Accident 20 : le pilote a appuyé sur la coupure moteur par maladresse en s'installant dans sa sellette, le moteur porté dans le dos a percuté et fracturé la L1 (paraplégie incomplète).

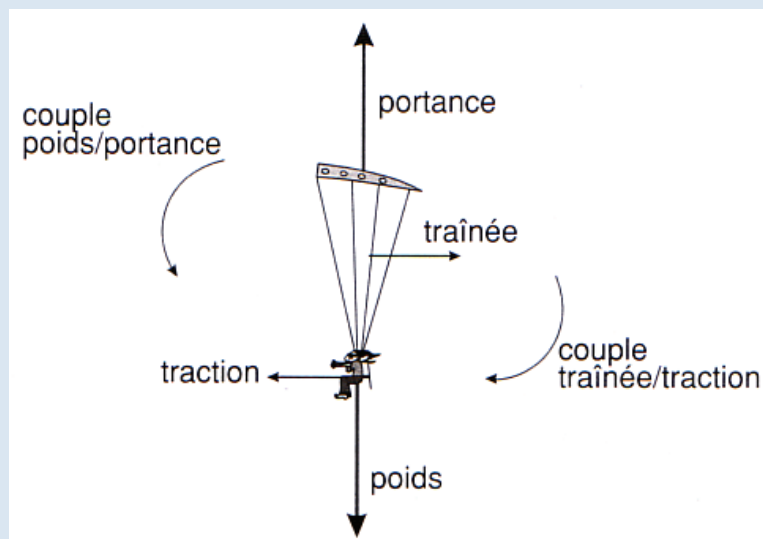


Figure 26 : Forces aérodynamiques lors d'un vol. La portance doit équilibrer le poids, et la traction doit équilibrer la traînée pour que le vol soit stabilisé (10).

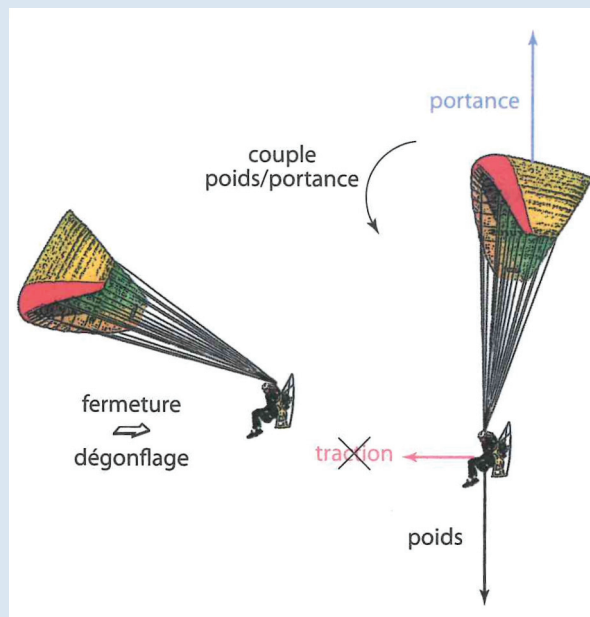


Figure 27 : En cas de réduction très brutale des gaz en montée, il y a disparition du couple traînée / traction (puisque'il n'y a plus de traction). Seul subsiste le couple portance / poids qui entraîne la voile dans un mouvement de pendule qui peut aboutir à une fermeture totale de la voile (10).

Parmi les 3 accidents liés à un atterrissage difficile :

- 3 atterrissages difficiles sur des terrains accidentés avec mauvaise visibilité à la tombée de la nuit.
 - o Accident 21 : entraînement à la panne moteur, atterrissage sur terrain inconnu avec ornières de tracteur cachées par l'herbe et la baisse de luminosité. Lésion : entorse des 2 chevilles.

- Accident 22 : arrivée trop rapide car manque d'expérience, sur un terrain accidenté. Lésion : entorse grave de la cheville droite.
- Accident 23 : atterrissage face pente sur terrain inconnu avec sol très calcaire et dur, contact au sol brutal. Lésion : déchirure du muscle droit antérieur.

3.3.b Phases de vols concernées par les accidents

Parmi les 23 accidents, il y a eu 3 accidents lors de la préparation du moteur au sol, 11 accidents au décollage, 4 accidents en vol et 5 accidents à l'atterrissage.

Nombre de victimes

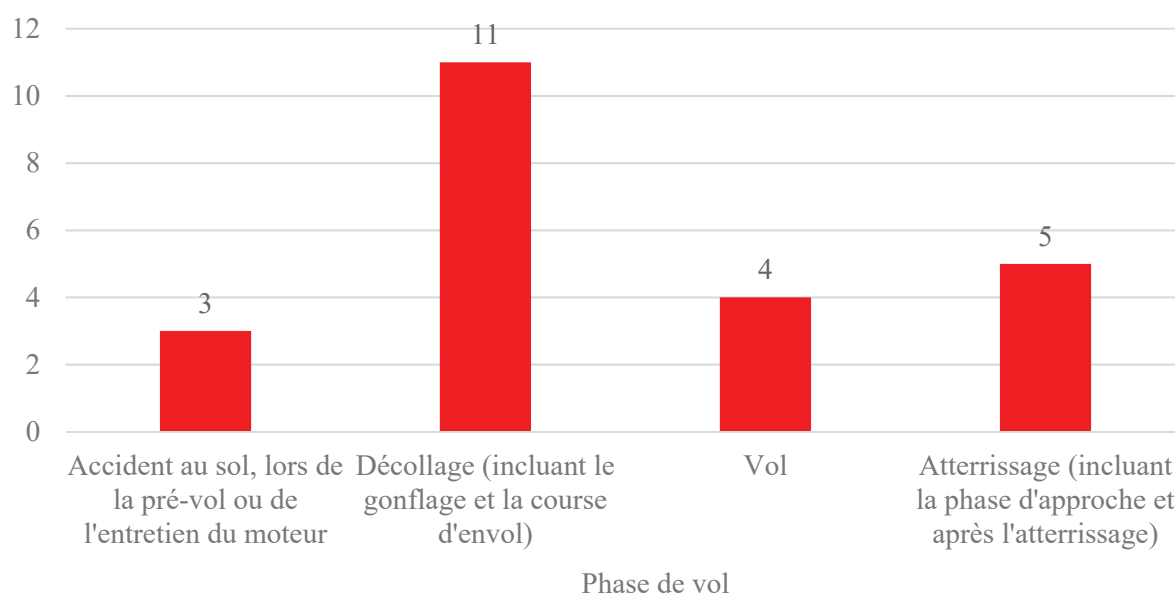


Figure 28 : Répartition des accidents de paramoteur par phase de vol (n = 23).

3.3.c Cause des accidents

Les accidents avaient pour cause :

- une erreur isolée du pilote, dans 7 cas ;
- la météo et une erreur du pilote, dans 7 cas ;
- une mauvaise utilisation du matériel par le pilote, dans 6 cas ;
- une défaillance du matériel, par exemple le calage du moteur, la rupture d'une pièce en vol, un mauvais assemblage du paramoteur, dans 3 cas.

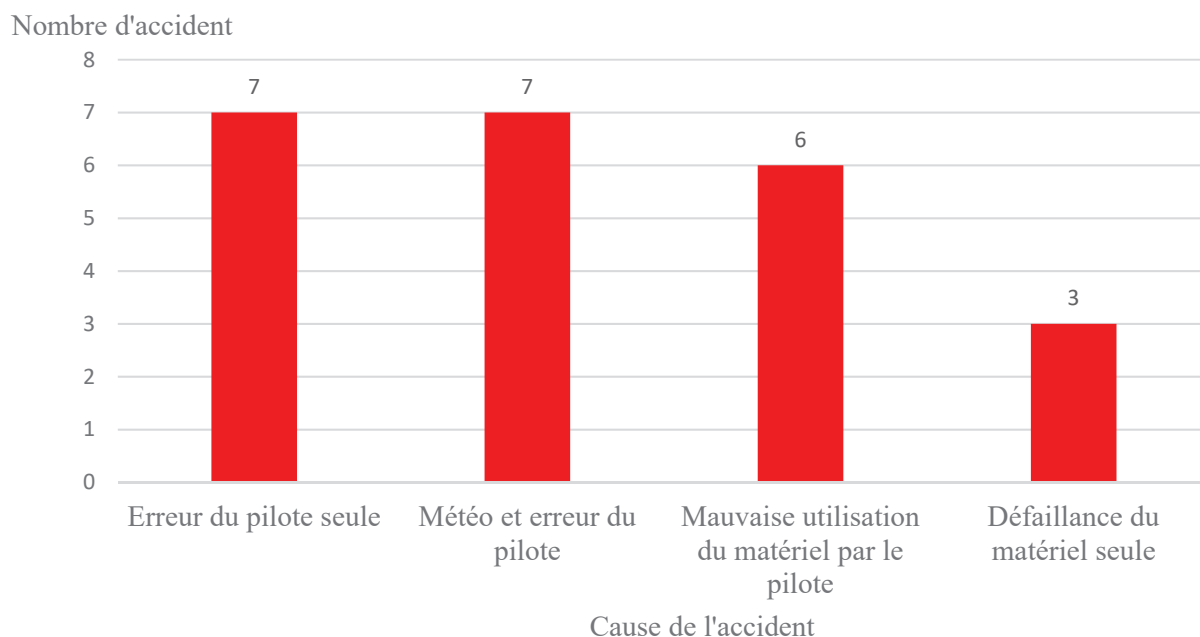


Figure 29 : Causes des accidents (n = 23)

3.3.d Cas des blessures par contact avec l'hélice

Il y a eu 8 blessures parmi les 7 victimes blessées par contact entre l'hélice et une partie du corps. Une victime a eu une amputation du pouce et une plaie du 5^e doigt en même temps.

Les 7 victimes étaient blessées par une hélice en bois ou par une hélice en carbone.

Les blessures, selon la matière de l'hélice, étaient les suivantes :

- 1 amputation du pouce, mains nues, hélice carbone bipale ;
- 1 fracture de la base du premier métacarpien sans plaie, gants simples, hélice en bois bipale ;
- 1 plaie du talon jusqu'à l'os, port de chaussures de randonnée, hélice carbone bipale ;
- 1 plaie articulaire du coude avec désinsertion musculaire et perte de substance, pas de protection, hélice carbone tripale ;
- Plaie du 5^e doigt et fracture du pouce, mains nues, hélice bois bipale ;
- Amputation du talon jusqu'à l'os, chaussures renforcées, hélice carbone bipale ;
- Plaie profonde de l'épaule, pas de protection, hélice carbone tripale.

Nombre de lésions

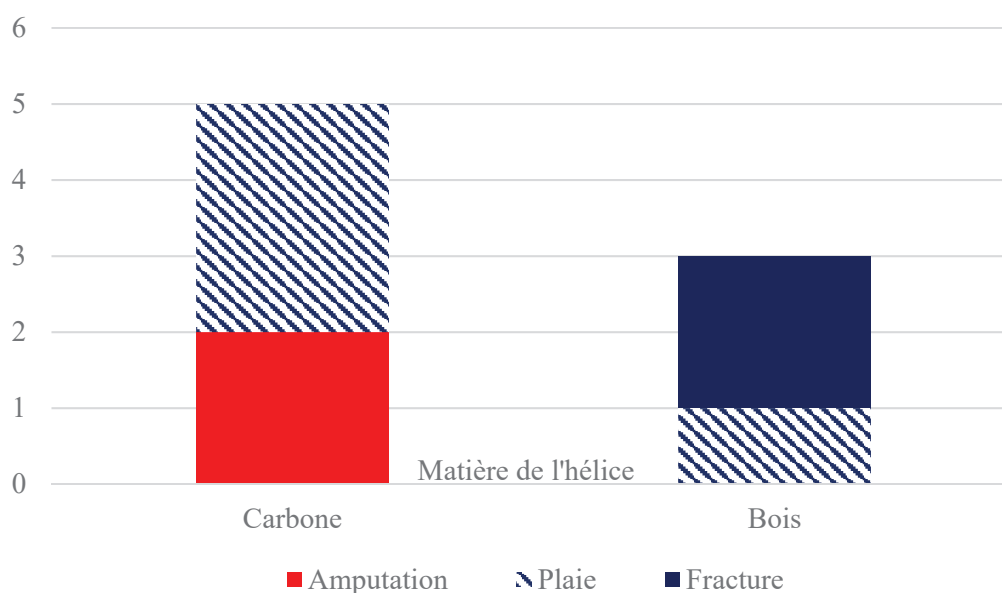


Figure 30 : Blessures par contact avec hélice en carbone (à gauche) et avec hélice en bois (à droite). $n = 8$

Les 2 amputations de l'étude étaient liées au contact avec une hélice en carbone. Il n'y a pas de fracture avec les hélices en carbone. Les blessures par plaie sont retrouvées avec les 2 types d'hélices. On rappelle que dans notre étude, les hélices en carbone étaient utilisées par 14/23 victimes, les blessures par hélice en carbone sont de fait plus fréquentes.

3.4 Suivi des victimes

Sur les 23 sujets de l'étude, 21 avaient eu une prise en charge médicale hospitalière et 2 avaient consulté un médecin de ville dans la journée ou le lendemain.

3.4.a Durée d'arrêt de travail

21 victimes ont eu un arrêt de travail. Le délai entre l'accident et la reprise du travail a été de 1 à 12 mois avec une moyenne de 5 mois. 1 victime était retraitée au moment de son accident, nous avons noté « retraité » et l'avons exclu du calcul de la durée d'arrêt de travail. Une victime avait un arrêt de travail de 6 mois puis était en retraite, elle a été comptée comme « arrêt de travail de 6 mois ». Une victime n'a pas précisé si elle avait été arrêtée.

3.4.b Séquelles

7 victimes (30 %) n'ont pas eu de séquelles.

16 victimes (70 %) ont eu des séquelles :

- 6 victimes (23 %) ont eu des séquelles fonctionnelles :
 - 1 sujet a une fonctionnalité estimée à 85% de la main accidentée et une reconnaissance de la qualité de travailleur handicapé ;
 - 2 sujets ont une paraplégie incomplète avec des auto-sondages urinaires (fracture de L3) ;
 - 1 sujet a une contre-indication au port de charges lourdes et des douleurs à la palpation de L1 (fracture de L1) ;
 - 1 sujet ne peut plus courir à cause de gonalgies séquellaires (lésions méniscales sur polytraumatisme) ;
 - 1 sujet a une raideur lombaire et des difficultés à porter des charges lourdes (fracture de L1 et arthrodèse de 5 vertèbres).
- 10 victimes (43 %) ont des douleurs séquellaires :
 - 2 sujets ont des lombalgies : fracture du coccyx, fracture de L3
 - 1 sujet a des gonalgies (lésion myo-aponévrotique du muscle droit antérieur avec épanchement intra articulaire du genou)
 - 3 sujets ont des douleurs au changement de température (fracture de la base du 1^{er} métacarpien, et amputation du talon, fracture diaphyse tibiale avec immobilisation 9 mois par fixateurs externes)
 - 1 sujet a une sensibilité au niveau de la cicatrice (plaie du talon)
 - 1 sujet a des paresthésies de la jambe (fracture tibia-péroné)
 - 1 sujet a des douleurs des 2 chevilles (fracture des 2 chevilles)
 - 1 sujet a une hypersensibilité de la cheville gauche (entorse des 2 chevilles)

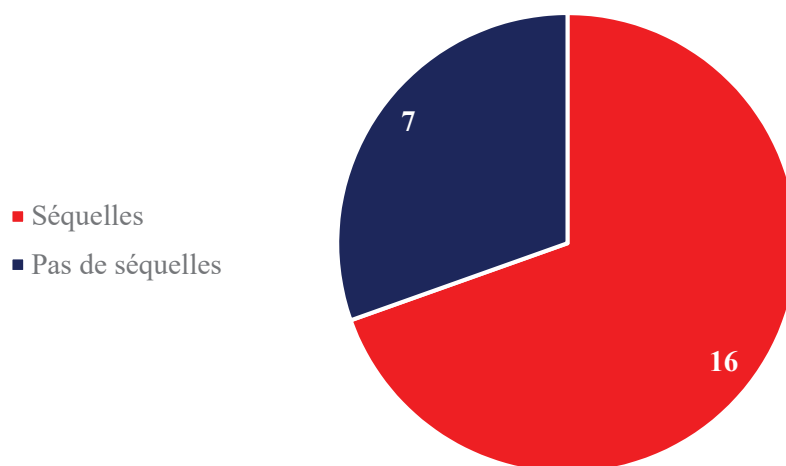


Figure 31 : Victimes avec des séquelles au terme de la convalescence (1 an après l'accident) (n=23)

3.4.c Reprise de l'activité paramoteur

Parmi les 23 victimes, 16 victimes (70 %) ont repris le paramoteur au terme de leur convalescence. 7 victimes (30 %) n'ont pas indiqué si elles avaient repris le paramoteur.

La question n'était pas posée dans le questionnaire : nous avons noté « reprise » quand le pilote avait précisé qu'il avait repris le paramoteur. Nous avons noté « non précisé » quand il n'y avait pas d'information à ce sujet. 1 pilote a repris l'activité en utilisant un chariot car ses séquelles l'empêchent de courir. Nous l'avons noté dans la catégorie « reprise de l'activité ». Aucun pilote n'a précisé explicitement qu'il avait arrêté l'activité, et aucun pilote n'a eu des séquelles contre-indiquant la reprise du vol.

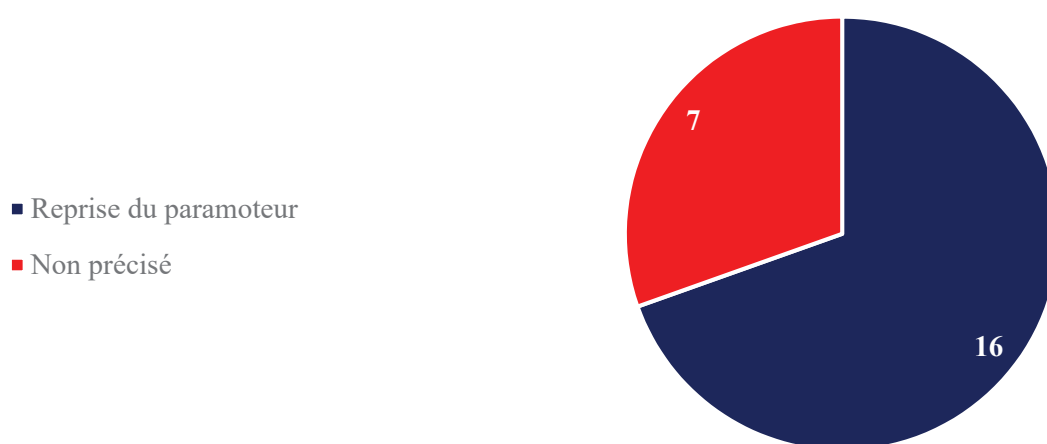


Figure 32 : Part des victimes ayant repris le paramoteur au terme de leur convalescence

IV. DISCUSSION

Dans notre étude, les pilotes de parapente motorisé sont exposés à des blessures des membres inférieurs (37 %), du rachis (20 %) et des membres supérieurs (20 %).

La phase de vol la plus dangereuse est le décollage où surviennent la moitié des accidents (48 %).

Les blessures sont liées au contact entre l'hélice en rotation et une partie du corps (30 %), à l'écrasement au sol de l'aéronef (22 %) et à la fermeture de la voile (13 %).

La durée moyenne entre l'accident et la reprise du travail était de 5 mois. 74 % des victimes ont eu des séquelles. 70 % des pilotes ont repris le paramoteur au terme de leur convalescence.

4.1 Limites et forces de l'étude

4.1.a Limites

Notre étude a 2 limites : le biais de sélection lors de l'inclusion des sujets, et la faible puissance de notre échantillon.

Concernant le biais de sélection :

- nous avons exclu les accidents mortels. Cela a une influence sur le type de blessures retrouvées, sur le mécanisme des accidents, et leur phase de vol. La mort est souvent causée par des lésions cérébrales, nous n'avons pas de lésions cérébrales dans notre étude, et l'étude de F. Feletti en retrouvait 18 (7 % des blessures).
- nous avons recruté les sujets volontaires. Les questionnaires étaient remplis sur la base du volontariat. Les sujets qui se sentent responsables de l'accident, ou qui auraient peur de se voir reprocher quelque chose pourraient avoir refusé sciemment de participer à l'étude.
- nous avons diffusé le questionnaire via les sites internet et les clubs de paramoteur. Une victime qui aurait arrêté le paramoteur à la suite de son accident n'aurait pas vu le questionnaire et donc ne l'aurait pas rempli. Cela a pu causer un biais pour la question de la reprise de l'activité paramoteur au terme de la convalescence.

Concernant la faible puissance de notre échantillon :

- nous avons inclus 23 cas, ce qui rend les résultats peu pertinents statistiquement. Ce faible chiffre est à prendre en compte quand nous utilisons les résultats sous forme de pourcentage : 1 cas correspond à 4.3 %.

4.1.b Forces

Notre étude est la première étude réalisée sur la traumatologie des pilotes de paramoteur français, en France, et ayant été pris en charge par le système de soin français.

Elle ouvre la porte à d'autres études qui confirmeraient ou infirmeraient les résultats, à plus grande échelle ou avec des hypothèses différentes, pour mieux comprendre et connaître la traumatologie du paramoteur afin d'en améliorer la prévention et la prise en charge médicale.

4.2 Comparabilité des résultats avec l'étude de F. Feletti

Seules 2 études existent à ce jour sur la traumatologie en paramoteur. Il s'agit des études de F. Feletti : « *Multiple injuries in paramotoring: a case report to access this sport's risks* » en 2013 (13), et « *Accidents and injuries related to powered paragliding : a cross selectional study* » en 2014 (5). L'étude de F. Feletti (2014) a été réalisée à partir des 384 déclarations d'accidents fournies par l'US Powered Paragliding Association entre 1995 et 2012 (5). Il s'agissait de déclarations volontaires d'accidents, sur un échantillon important. Ils n'avaient pas exclu les accidents mortels.

Les victimes de l'étude de F. Feletti avaient été classées par gravité selon le score de NACA. Les victimes avec un score de NACA de 0 n'avaient pas de blessures et étaient exclues des résultats. Les victimes avec un score de NACA de 7, c'est-à-dire les accidents mortels, étaient incluses dans l'étude de F. Feletti mais exclues de notre étude. 23 accidents (12 %) étaient mortels dans l'étude de F. Feletti. Nous avons pris en compte ce biais de sélection lorsque nous avons comparé nos résultats avec ceux de F. Feletti.

0	Indemne
1	Blessures et maladies de nature banale
2	Blessures et maladies nécessitant un examen médical mais pas nécessairement une hospitalisation
3	Blessures et maladies nécessitant une investigation et un traitement hospitalier, sans menace vitale
4	Blessures et maladies graves pouvant évoluer vers un risque vital en l'absence de traitement hospitalier
5	Blessures et maladies avec risque vital immédiat qui sans traitement d'urgence évolueraient probablement vers le décès
6	Blessures et maladies nécessitant une réanimation sur place et qui, après rétablissement des fonctions vitales, mènent à une hospitalisation
7	Blessures et maladies mortelles avec ou sans tentative de réanimation



	Catégories incluses dans notre étude
	Catégories exclues de notre étude

Figure 32 : Score de NACA.

Les lignes grisées (2, 3, 4, 5, 6) sont les catégories incluses dans notre étude.

4.3 Interprétation des résultats

4.3.a. Parties du corps les plus exposées

Les parties du corps les plus touchées sont les membres inférieurs, les membres supérieurs et le rachis dans notre étude et dans celle de F. Feletti (5). Nous pouvons apporter les explications suivantes :

- Rachis : la fréquence des fractures du rachis entre T11 et L4 et les fractures du sacrum en parapente est expliquée par la position assise du pilote au moment de l'accident (14). On retrouve la même répartition des lésions chez le paramotoriste au niveau du rachis, expliquée par la même position assise du pilote lors des accidents.
- Membres inférieurs : les membres inférieurs sont les premiers à toucher le sol lors de l'atterrissage ou d'écrasement au sol du paramoteur, et sont sollicités lors du décollage à pied. Un atterrissage difficile, un terrain accidenté, causent facilement des blessures des membres inférieurs, ce qui explique la forte proportion de blessures des membres inférieurs en paramoteur.
- Membres supérieurs : les blessures des membres supérieurs sont surtout causées par le contact avec l'hélice. Dans notre étude, 6/7 blessures des membres supérieurs étaient causées par le contact avec

l'hélice. La fracture du poignet est la conséquence d'un écrasement au sol du paramoteur : le pilote a utilisé ses mains pour se rattraper. Il suffit de regarder la conception d'un paramoteur et de l'imaginer en train de fonctionner pour se rendre compte de la dangerosité de l'hélice en rotation. Les hélices mesurent en moyenne 1,25 mètres de diamètre et sont en bois ou en carbone. Une cage souple ou rigide sépare le pilote de l'hélice. Cette cage est conçue pour protéger les membres supérieurs du pilote lors du vol : si le pilote étend son bras en arrière alors qu'il est en vol, son bras entre en contact avec la cage, et non avec l'hélice. Ces cages sont ouvertes pour ne pas détériorer le rendement de l'hélice et ne pas ajouter de poids à l'équipement. Les cages peuvent être souples pour économiser du poids. Si le moteur n'est pas sur le dos du pilote lorsqu'il est en marche, le pilote n'est pas protégé de l'hélice. Si une partie du corps dépasse de la cage (talon lors de la course d'envol), elle n'est pas protégée. Enfin, si la traction est très forte sur la cage, qui n'est pas conçue pour résister, la cage se fléchit et les membres peuvent passer dans l'hélice à travers la cage (cas des suspentes passées dans l'hélice, et ayant entraîné la main du pilote).

Les lésions sont réparties différemment entre notre étude et celle de F Feletti. Dans notre étude, les parties du corps les plus touchées étaient les membres inférieurs (37 %), puis le rachis (23 %) et les membres supérieurs (20 %). Dans l'étude de F Feletti, les parties du corps les plus touchées étaient les membres supérieurs (44.5 %), les membres inférieurs (32 %) et le rachis (9.7 %) (5).

Tableau 1 : Répartition des lésions par zone corporelle (en %)

	Membres inférieurs	Membre supérieurs	Rachis
Notre étude	37	23	20
F. Feletti	32	44,5	9,7

Nous avons exclu de notre étude les accidents mortels. Dans l'étude de F. Feletti, 23 accidents étaient mortels (12 %), 5 décès étaient liés à une noyade, 2 étaient liés à des lésions graves du rachis, 4 à des traumatismes crâniens sévères, les autres décès étaient la conséquence de polytraumatismes de haute cinétique, les blessures mortelles des polytraumatismes n'avaient pas été précisées. Les accidents mortels de l'étude de F. Feletti n'étaient pas causées par des lésions des membres inférieurs ni par des lésions des membres supérieurs. La différence de résultat entre les 2 études peut être expliquée par la faible puissance de notre échantillon (n= 23 contre n=189 pour l'étude de F. Feletti).

4.3.b Dangerosité du décollage

Le décollage est la phase de vol la plus dangereuse en paramoteur. 48 % des accidents ont lieu pendant le décollage dans notre étude et 43 % dans l'étude de F. Feletti (5).

Ceci peut être expliqué par deux faits :

- le décollage en paramoteur est très technique ; il requiert un équilibre parfait entre le poids du moteur, sa poussée, et la portance de l'aile. La difficulté technique du décollage pour le pilote et les multiples facteurs qui entrent en jeu pour le réussir le rendent plus sujet aux accidents.
- la prise d'altitude se fait lentement, le décollage se fait depuis un terrain plat et la poussée du moteur est presque horizontale. L'altitude au décollage augmente donc lentement, cette faible altitude laisse peu de marge au pilote pour effectuer des manœuvres de sauvetage en cas de besoin et rend l'utilisation du parachute de secours impossible. Cela diffère des décollages en vol libre, où la prise d'altitude est immédiate.

4.3.c Lien entre les blessures et le matériel utilisé

L'échantillon est trop petit pour évaluer l'efficacité du matériel de protection, d'autant plus que l'étude n'a pas été conçue pour cela. On peut simplement noter que sur les 4 blessures de cheville de notre échantillon, on remarque que les 2 personnes avec des entorses portaient des chaussures renforcées et que les 2 personnes avec fracture et luxation n'avaient pas de chaussures renforcées (baskets basses ou sandales). On peut faire l'hypothèse que les chaussures qui maintiennent les chevilles limitent les blessures des chevilles. Il faudrait évaluer cette hypothèse à plus grande échelle.

Dans notre étude, le parachute de secours n'a pas permis d'éviter les accidents ni de diminuer la gravité des blessures. Aucun parachute de secours n'a été utilisé chez les 10 victimes qui en avaient un, et le parachute n'aurait pas pu être utilisé pour éviter l'accident chez les 13 victimes qui n'en avaient pas.

Le parachute de secours peut en revanche être la cause d'accidents, si la pré-vol est mal faite. Par exemple s'il est mal plié, une lanière ou une suspente peut se prendre dans l'hélice, et alors il peut être déployé, causant des accidents graves.

Le parachute de secours est surtout utile lors de la collision entre 2 aéronefs. Les collisions sont moins fréquentes en paramoteur qu'en parapente car les pilotes volent depuis des lieux très vastes et variés. Dans l'étude de F. Feletti, 3.6 % des accidents étaient liés à une collision. Dans notre étude, il n'y avait aucune collision entre pilotes.



Figure 33 : *Pilote en train d'utiliser un parachute de secours. Pour que son aile ne contre pas le parachute, le pilote doit s'en défaire ou la replier en tirant sur les suspentes avant.*

L'utilisation d'un parachute de secours est utile à partir de 500 mètres d'altitude. En dessous, le parachute n'a pas le temps de se déployer, et le pilote n'a pas le temps de se défaire de son aile. Les parachutes de secours sont surtout utilisés lors de la collision entre 2 pilotes.

Dans notre étude, les blessures semblaient plus graves avec les hélices en carbone, donnant des plaies et des amputations plus nettes et plus profondes, malgré la présence de matériel de protection. Nous remarquons des fractures lors de l'utilisation d'hélices en bois. Cette observation est à évaluer à plus grande échelle étant donné la petite taille de notre échantillon (7 victimes par contact entre l'hélice et une partie du corps). Ces résultats pourraient être liés à la plus grande fragilité du bois, par rapport au carbone, qui se briserait plus facilement au contact d'un obstacle. Les hélices en carbone seraient en revanche plus tranchantes. Les hélices carbonées sont préférées aux hélices en bois par les pilotes car elles sont plus légères, ont un meilleur rendement, sont moins bruyantes et s'usent moins vite que les hélices en bois.

4.3.d La traumatologie du paramoteur est particulière

Le paramoteur était considéré comme une activité plus sûre que le parapente. D'une part car le moteur simplifie le vol et l'atterrissage, l'atterrissage étant la phase de vol la plus dangereuse en parapente (14 ; 15). D'autre part, car la présence du moteur permet d'utiliser le paramoteur dans des conditions météorologiques optimales avec un vent calme, loin des thermiques, des turbulences et dans un environnement avec peu d'obstacles, à contrario du parapente qui est pratiqué en montagne, avec du vent, afin de pouvoir garder de l'altitude avec les vents ascendants. Or, notre étude montre que la moitié des accidents (48 %) sont directement

liés au moteur. Ce moteur, qui protège d'une partie des accidents, est finalement un facteur d'autres types d'accidents.

En effet, le moteur peut :

- être la cause de l'accident, par exemple si une panne moteur survient lors du décollage,
- être la cause des blessures, par exemple les plaies par contact d'une partie du corps avec l'hélice,
- aggraver les blessures. Par exemple en cas de chute après une fermeture de la voile, le moteur augmente le poids du pilote, et peut venir directement percuter et fracturer les vertèbres lombaires du pilote lors de l'écrasement au sol (cas d'une fracture de L1 dans notre étude). Pour cette raison, les accidents paramoteurs doivent être considérés comme des traumatismes de haute cinétique lors de la prise en charge médicale (5).

Dans notre étude, 10 lésions (43.4 %) sont liées au moteur : 7 accidents sont dus au contact entre une partie du corps et l'hélice, et 3 lésions sont dues à une panne moteur ou à une perte de puissance du moteur. Une des victimes d'une panne moteur a eu une fracture de L1 directement causée par le contact du moteur contre sa vertèbre, lors de l'écrasement au sol. Selon l'étude de F Feletti, 26.3 % des blessures sont liées au moteur : 11.2 % sont dues au contact entre l'hélice et une partie du corps, et 15.1 % sont dues à une panne moteur ou à une perte de puissance du moteur. Cette différence de résultat peut être expliquée par l'exclusion de notre étude des accidents mortels. Les accidents mortels sont la plupart du temps liés à des fermetures de voile en vol ou à des collisions avec le sol, donc n'ont pas de lien avec la présence du moteur.

Tableau 2 : Accidents liés au moteur (en %)

	Contact avec l'hélice	Problème moteur
Notre étude	30,4	13
F. Feletti	11,2	15,1

4.4 Prévenir les accidents : agir sur plusieurs facteurs

Catégoriser les causes d'accident n'est pas évidente, car un accident est la conséquence d'une succession d'erreurs : mauvaise pré-vol, matériel défaillant, météorologie inadaptée, facteur externe imprévisible, etc...

Le modèle de Reason, aussi appelé effet cumulatif des actes, est largement utilisé en aviation et dans le domaine de la santé, et peut également être appliqué au paramoteur (9). Il a été développé pour enquêter sur les incidents techniques. Selon ce modèle, la plupart des accidents ne sont pas causés par une seule erreur mais par une combinaison de facteurs.

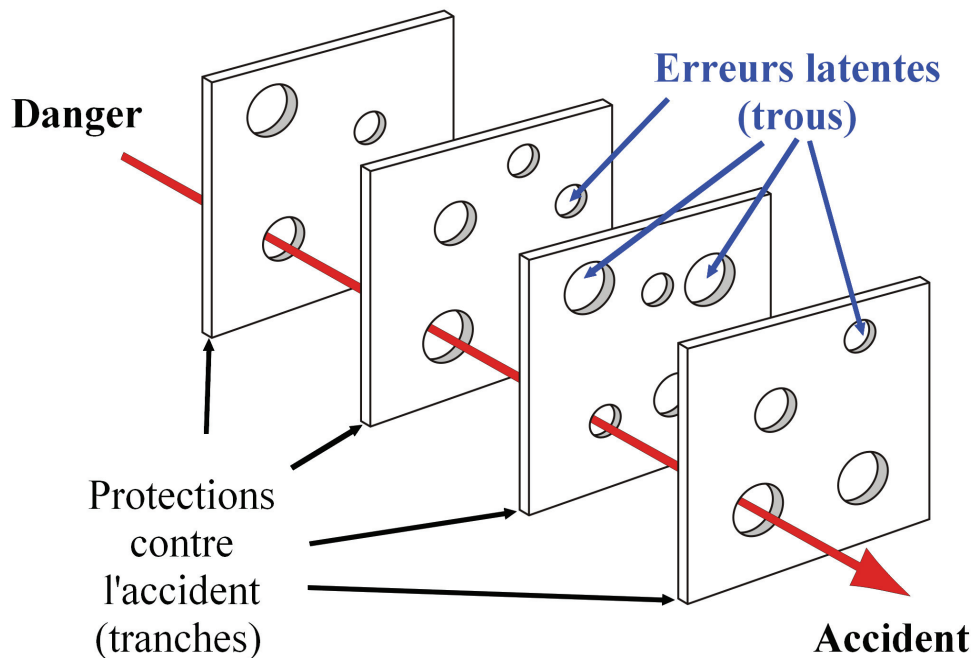


Figure 34 : « Modèle de l'enchaînement d'erreurs » de Reason. Cas de la survenue d'un accident.

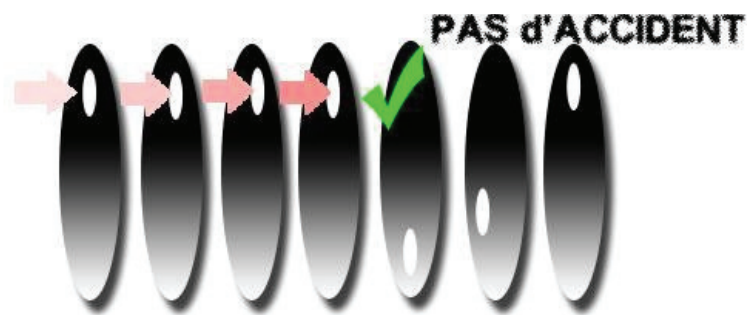


Figure 35 : « Modèle de l'enchaînement d'erreurs » de Reason. Cas de l'absence d'accident.

Plusieurs tranches sont alignées. Chaque tranche représente une protection contre l'accident. Les trous dans chaque tranche sont des faiblesses, des erreurs latentes. Chaque tranche de défense a des faiblesses. Si les trous sont alignés, il n'y a pas de protection et c'est à ce moment-là que survient l'accident.

Pour le paramoteur, nous pouvons proposer 6 tranches :

- *tranche 1 : formation et expérience,*
- *tranche 2 : météorologie, équipement et site de vol,*
- *tranche 3 : conditions variables comme le contexte du décollage, les distractions et la pression des autres pilotes,*
- *tranche 4 : facteurs médicaux et physiques comme le stress, la peur et le bien-être,*
- *tranche 5 : personnalité du pilote,*
- *tranche 6 : capacités du pilote.*

Les erreurs latentes (les trous) sont par exemple un défaut de conception de l'aile, le décollage sur un terrain accidenté.

Les erreurs actives du pilote, qui appartiennent à la dernière tranche du modèle, sont par exemple une décision d'aller voler alors que la météorologie est dangereuse, ou encore de ne pas savoir réagir à une fermeture de voile.

Les dernières tranches avant l'accident concernent le pilote : son caractère, ses capacités, ses décisions. Si nous considérons que les collisions sont des erreurs imputables au 2^e pilote et que la rupture d'un mousqueton est une erreur humaine du fabricant, la totalité des accidents peuvent être imputables à une mauvaise décision et donc à une erreur humaine.

Il est difficile de comprendre le mécanisme des accidents, en particulier les facteurs psychologiques à l'origine des accidents, donc d'éviter l'ensemble des accidents.

Alors, comment réduire le nombre d'accident ?

En renforçant chaque « tranche de protection », c'est-à-dire en agissant à différents niveaux. D'après notre étude, nous pouvons proposer plusieurs pistes :

- améliorer la formation des pilotes ;
- améliorer la sécurité des moteurs, en les rendant plus fiables et en les simplifiant. Par exemple l'arrivée sur le marché de paramoteurs électriques pourra peut-être réduire les pannes moteur ou les accidents liés au démarrage au sol des paramoteurs ;
- améliorer la rigidité des cages de protection de l'hélice ;
- encourager le port de matériel de protection, comme le casque, les gants et les chaussures qui maintiennent la cheville.

4.5 Perspectives

Le paramoteur a une accidentologie qui lui est propre : c'est un constat que notre étude conforte. Cette thèse est la deuxième étude épidémiologique sur la traumatologie du paramoteur ; et c'est la première étude en France.

Améliorer les connaissances de l'accidentologie en paramoteur a un intérêt certain : celui d'améliorer la prévention des accidents et la prise en charge médicale des victimes.

Nous ne reviendrons pas sur l'intérêt de diminuer les blessures en paramoteur et sur celui de minimiser leurs conséquences. Ces intérêts sont évidemment multiples et touchent tous les domaines : humains (douleur des familles de victimes), économiques (coût des hospitalisations et des arrêts de travail), social (handicaps physiques), médical (occupation de place aux urgences et en réanimation).

Une traumatologie bien connue des lésions en paramoteur par les médecins permet une meilleure prise en charge des victimes : cela permet au SAMU d'intervenir avec l'équipement adéquat sur les lieux de l'accident, aux radiologues de rechercher les bonnes lésions sur les examens d'imagerie demandés.

Il serait intéressant de réaliser une étude à plus grande échelle en France, en récupérant par exemple les résultats des questionnaires des assurances ou de la DGAC. Les autorités comme la FFPLUM et la DGAC pourraient encourager la déclaration des accidents, par exemple en ne verbalisant pas les victimes (sauf en cas de grosse infraction) ou en punissant les non-déclarations d'accidents ; ces statistiques devraient être accessibles au public.

D'autres études seraient intéressantes à réaliser notamment sur l'efficacité du port de vêtements de protection ou de systèmes sécurisés qui réduiraient le nombre de blessures. Par exemple, il faudrait étudier à plus grande échelle l'efficacité du port de gants contre les lésions des mains par l'hélice. Un deuxième exemple serait d'évaluer l'intérêt du port de chaussures renforcées contre les entorses et fractures de chevilles. Enfin, il serait intéressant de réaliser un questionnaire type pour la rédaction du certificat de non-contre-indications à la pratique du paramoteur, qui faciliterait le travail des médecins généralistes.



Nom, prénom du candidat : BACCINI Sophie

CONCLUSIONS

L'objectif de cette thèse était l'analyse descriptive de la traumatologie liée à la pratique du paramoteur.

Les assurances considèrent le paramoteur comme un sport à risque et les retours d'expérience d'accidents sont nombreux au sein des clubs. Pourtant, nous n'avons pas trouvé de recueil officiel des accidents en paramoteur en France, et il est difficile de savoir quels sont les risques liés à ce sport. Dans la littérature scientifique, seules 2 études ont été publiées sur la traumatologie du paramoteur : il s'agit du cas clinique et de l'étude descriptive de F. Feletti de 2014. Un travail de recherche était donc intéressant à faire.

Notre hypothèse était que le paramoteur est une activité qui possède une traumatologie qui lui est propre, différente de l'ULM et du vol libre. La question était de savoir les lésions auxquelles les pilotes de paramoteurs étaient exposés. L'objectif de ce travail de thèse était de décrire ces lésions et leur mécanisme de survenue, et de proposer des pistes de prévention.

Nos principaux résultats ont été les suivants :

- les membres inférieurs (48 %), les membres supérieurs (26 %) et le rachis (26 %) étaient les zones corporelles les plus touchées lors d'accidents en paramoteur ;
- nous n'avons eu aucun traumatisme crânien, et toutes nos victimes en vol portaient un casque ;
- le contact de l'hélice contre une partie du corps (30 %) et l'écrasement au sol (17 %) étaient le plus souvent en cause dans la survenue des blessures ;
- le décollage était la phase de vol la plus dangereuse pendant laquelle avaient eu lieu 48 % des accidents ;

- l'erreur isolée du pilote (30 %) et le mésusage du matériel par le pilote (26 %) étaient les principales causes d'accident ;
- les blessures par hélice en carbone semblent donner plus d'amputations et de plaies, et les blessures par hélice en bois semblent donner plus de blessures par fracture et plaies ;
- toutes les victimes ont eu un arrêt de travail. La durée moyenne d'arrêt de travail était de 5 mois ;
- 70 % des pilotes ont des séquelles physiques à 1 an et 30 % des pilotes n'ont pas de séquelles.

Ces résultats ont différentes explications :

- les membres inférieurs sont les premiers à toucher le sol lors de l'atterrissage et d'écrasement de l'aéronef donc sont particulièrement exposés lors d'accidents. On retrouve les mêmes lésions chez les parapentistes ;
- les blessures des membres supérieurs étaient la plupart liés au contact avec l'hélice ; les membres supérieurs sont un moyen de protection et sont exposés lors d'accidents au sol, et lors d'écrasement de l'aéronef ;
- les traumatismes crâniens dans l'étude de F. Feletti étaient surtout retrouvés dans les graves polytraumatismes et les accidents mortels. Nos critères d'exclusion ont probablement exclu les traumatismes crâniens de notre échantillon. L'absence de traumatisme crânien ne veut pas dire que les pilotes de paramoteurs n'y sont pas exposés ;
- le carbone est plus léger et solide, il permet de confectionner des hélices plus fines qui ont un meilleur rendement que les hélices en bois : elles tournent plus vite sur un même moteur. Le contact du corps avec une hélice en carbone va donc « trancher » : amputations, plaies nettes. Une hélice en bois va plutôt « casser » : fractures, plaies par éclatement.
- les vertèbres lombaires sont particulièrement exposées du fait de la position assise du pilote lors du vol, et donc lors de l'écrasement du pilote ;
- le décollage est la phase de vol la plus critique car il est très technique et la prise d'altitude se fait lentement ce qui laisse peu de marge au pilote pour les manœuvres de sauvetage ;
- on peut se servir du modèle de Reason pour interpréter les causes des accidents. Un accident est une succession d'erreurs, où interviennent, dans le cas du paramoteur, la personnalité et les capacités du pilote.

Enfin, nous proposons les éléments de solution suivant :

- améliorer la prévention des accidents en paramoteur passe inexorablement par une meilleure connaissance des accidents et de la traumatologie en paramoteur. Un recueil pourrait être mis en place par la FFPLUM et qui serait accessible au public, comme le fait la FFVL depuis quelques années ;
- adapter le matériel de vol selon les incidents techniques déclarés, afin de le rendre plus sûr, et le simplifier au maximum. Par exemple, il pourrait être obligatoire que la cage qui protège l'hélice soit rigide ou enveloppe

d'avantage l'hélice. L'arrivée des paramoteurs électriques pourrait rendre les moteurs plus fiables et diminuer l'incidence des accidents par panne moteur ou secondaires au démarrage du moteur au sol ;

Il serait intéressant, au sein d'un nouveau travail, d'étudier l'intérêt de l'utilisation de matériel de protection, et l'impact d'une sensibilisation des pilotes aux accidents. Pour les médecins généralistes, une check-list pour aider la rédaction du certificat médical de non-contre-indication à la pratique du paramoteur serait intéressante à établir, elle pourrait considérer la personnalité du pilote, ses capacités cognitives, son acuité visuelle, son état physique, en plus des contre-indications déjà existantes.

Le Président de jury,
Nom et Prénom
Signature

[Signature]
GSM Pu BN

GROUPEMENT HOSPITALIER SUD
CENTRE HOSPITALIER LYON SUD
69495 PIERRE BENITE CEDEX
Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Professeur M.-H. FESSY

VU,
Le Doyen de la Faculté de Médecine
et de Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieux

[Signature]
UNIVERSITE LYON
FACULTE DE MEDECINE
ET DE MAIEUTIQUE

Professeur Carole BURILLON

Vu et permis d'imprimer
Lyon, le 22/04/2020

RESUME

Introduction : Le paramoteur est un parapente muni d'un moteur qui lui permet de décoller de terrains plats. Il est considéré comme un sport à risque, pourtant sa traumatologie n'a pas été étudiée en France. L'objectif de cette étude était de décrire les lésions auxquelles sont exposés les pilotes de paramoteur en France ainsi que leurs mécanismes d'apparition. Notre hypothèse était que le paramoteur a une accidentologie qui lui est propre.

Méthode : Nous avons réalisé une étude épidémiologique descriptive et rétrospective à partir de 23 cas. Les données étaient recueillies par un questionnaire disponible en ligne. Les pilotes inclus devaient avoir eu un accident en France il y a au moins un an et devaient répondre eux-mêmes au questionnaire. Nous avons exclu les accidents mortels et les pilotes blessés qui n'avaient pas consulté de médecin pour leurs blessures. Notre critère de jugement principal était la zone corporelle blessée.

Résultats : Nous avons eu 24 réponses au questionnaire entre le 12 février 2019 et le 3 mars 2019. 1 victime a été exclue. Nous avons inclus 23 victimes. Il y a eu 35 lésions parmi les 23 victimes, dont 13 lésions des membres inférieurs, 8 lésions du rachis et 7 lésions des membres supérieurs. La phase de vol la plus dangereuse était le décollage où ont eu lieu 11 accidents. 7 accidents avaient leurs blessures causées par le contact entre l'hélice et une partie du corps, et 4 accidents avaient leurs blessures causées par l'écrasement au sol. 7 accidents étaient la conséquence d'une erreur du pilote seule, et 7 accidents étaient liés à la météorologie et à une erreur du pilote.

Conclusion : Les pilotes de paramoteurs sont exposés à des lésions des membres inférieurs, du rachis et des membres supérieurs. Le décollage est particulièrement dangereux. Le moteur cause et aggrave les accidents, l'hélice blesse. La présence du moteur modifie la dynamique des accidents et est responsable de la moitié des blessures. D'autres études seraient intéressantes à mener pour étudier l'intérêt du matériel de protection, de l'adaptation du groupe motopropulseur pour le rendre plus sécurisé, ou de la formation continue des pilotes.

BIBLIOGRAPHIE

1. La formation au brevet de pilote ULM Paramoteur [Internet]. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : <https://ffplum.fr/la-federation/les-instructeurs/2-uncategorised/266-la-formation-au-brevet-de-pilote-ulm-paramoteur>
2. BEA. Evénements notifiés [Internet]. BEA - Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : https://www.bea.aero/no_cache/les-enquetes/evenements-notifies/
3. Paravol : Accidentologie / Rex / Sécurité [Internet]. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : <https://www.paravol.info/f42-Accidentologie-Rex.htm>
4. 4Fiche_IPID_La_Medicale_Hospi_102018.pdf [Internet]. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : https://www.lamedicale.fr/documents/4Fiche_IPID_La_Medicale_Hospi_102018.pdf
5. Feletti F, Goin J. Accidents and injuries related to powered paragliding: a cross-sectional study. BMJ Open [Internet]. 28 août 2014;4(8).
Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4156803/>
6. Declaration_sinistre_FFPLUM.pdf [Internet]. [cité 25 mai 2020].
Disponible sur : https://ffplum.fr/images/assurance/Declaration_sinistre_FFPLUM.pdf
7. AUDIT.pdf [Internet]. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : <https://www.alcoolassistance.net/files/AUDIT.pdf>
8. Q1_Fagerstrom.pdf [Internet]. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : https://www.tabac-info-service.fr/var/storage/upload/Q1_Fagerstrom.pdf
9. Eldridge D, King C, King M, Ewing E, Simonnet F. Paramoteur : le guide indispensable. 1^{re} éd. Cross Country International; 2019. 255 p.
10. CEPADUES. Manuel du Pilote ULM - 14e édition, Collectif Manuel ULM, Editions Cépaduès [Internet]. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : <https://www.cephadues.com/livres/manuel-pilote-ulm-14e-edition-9782364937376.html>
11. Parapente - S'initier et progresser [Internet]. Editions Amphora. [cité 9 avr 2020]. Disponible sur : <https://ed-amphora.fr/produit/livres-numeriques/divers-numerique/parapente-sinitier-et-progresser-2/>
12. Le poste de pilotage-4-Les commandes de frein | pilotage-parapente.com [Internet]. [cité 9 avr 2020]. Disponible sur : <https://www.pilotage-parapente.com/manuel-de-pilotage/sommaire/pilote-et-pilotage/le-poste-de-pilotage/4-les-commandes-de-frein/>
13. Multiple Injuries in Paramotoring: a Case Report to Assess this Sport's Risks [Internet]. ResearchGate. [cité 9 avr 2020].
Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/308343343_Multiple_Injuries_in_Paramotoring_a_Case_Report_to_Assess_this_Sport's_Risks
14. Zeller T, Billing A, Lob G. Injuries in paragliding. Int Orthop. 1992;16(3):255-9.

15. Robin Soleil. Accidentologie du parapente chez les compétiteurs : étude comparative avec les non-compétiteurs. Médecine humaine et pathologie. 2016. ffdumas-01338714f. Disponible sur : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01338714/document>

ANNEXES

Annexe 1 : Rapports BEA pour l'ULM de 1997 à 2016 – Analyse des accidents corporels.

Rapports BEA pour l'ULM de 1997 à 2016 - Analyse des accidents corporels (E. CADIER)

https://www.bea.aero/no_cache/les-enquetes/acces-aux-rapports/?aircraft_select=ULM&cHash=7a3d3f5f293c9ad675abd7204e8c355b

Codes utilisés dans les noms de fichiers .pdf de la base listée ci-dessous (fichiers trop volumineux pour une PJ mais à votre disposition au prochain CD)

A	Agé > 70 ans	J	Jeune < 30 ans	B	Remorquage de banderole
G	Blessé(s) grave(s)	M	Mort(s)	OH	Alcoolémie positive
I	Instructeur(s)	H	Accident d'hélice au sol	2X et 3X	= 2 axes ou 3 axes de type avion

Pilotage	Perte de contrôle avec ou sans erreur de pilotage connue	Médical	Défaillance physique
Règles	Infraction aux règles de l'air	Météo	Cause initiale mal gérée
Structure	Défaut de construction, d'entretien ou modification ultérieure		
Masse	On ne mentionne que les dépassements d'au moins 7 % (un peu plus de 30 kg soit globalement > 500 kg...)		

Total des 228 accidents corporels analysés par le BEA, ayant causé 204 morts sur 20 ans, de 1997 à 2016

Cause principale	Total	Pilotage	Panne ± Pilotage	Structure	Infraction (radada, OH, voltige, nuit...)	Météo	Divers (harnais, porte, hélice...)	Collision	Médicale
Avec instructeur	43 (19 %)	26 (60 %)	7 (16 %)	6 (14 %)	2 (5 %)	1 (2 %)	0	1 (2 %)	1 (2 %)
Sans instructeur	185 (81 %)	92 (50 %)	22 (12 %)	19 (10 %)	18 (10 %)	14 (7 %)	11 (6 %)	9 (5 %)	4 (2 %)
Total accidents	228	118	29	25	20	15	11	10	5

Nombre d'accidents étudiés

Le BEA n'a pas pu analyser tous les accidents corporels durant ces 20 ans : en effet, avec une moyenne admise de 24 morts par an environ pour l'ensemble des classes d'ULM, on aurait malheureusement dû observer environ 480 morts en 20 ans et non 204, donc le nombre d'accidents étudiés représente vraisemblablement plutôt 42 % du total (204/480), un peu moins de la moitié, mais statistiquement c'est suffisant. Par ailleurs, il ne s'agit pas seulement des adhérents FFPLUM.

La répartition des 228 accidents corporels par classe donne : 3X 140/228 = 61 %, pendulaires 55/228 = 24 %, autogires 19/228 = 8 %, paramoteurs 14/228 = 6 %

A la FFPLUM, on trouve les répartitions suivantes pour les années de début, milieu et fin de cette période :

En 2000 les pratiquants de 3X étaient 3158/7424 = 43 %, pendulaire 3008/7424 = 41 %, autogire 87/7424 = 1 %, paramoteur 1155/7424 = 16 %

En 2007 les pratiquants de 3X étaient 8080/14716 = 55 %, pendulaire 3528/15093 = 24 %, autogire 433/15093 = 3 %, paramoteur 2482/15093 = 17 %

En 2017 les pratiquants de 3X sont 9531/15278 = 62 %, pendulaire 1826/15278 = 12 %, autogire 825/15278 = 5 %, paramoteur 2739/15278 = 18 %

Moyennes brutes sur 20 ans : 3X 9531/15278 = 53 %, pendulaire 1826/15278 = 12 %, autogire 825/15278 = 5 %, paramoteur 2739/15278 = 18 %

Le rapprochement entre les statistiques du BEA et les adhérents de la FFPLUM laisse une marge d'erreur liée aux pilotes non adhérents mais en première analyse, il semble exister un sur-risque global pour les 3X (+ 10 %) et les autogires (+ 4-5 %) et un sous-risque plus net pour les paramoteurs (- 10 %).

De plus, en reprenant les dates des accidents, on pourrait vérifier si le risque propre à chaque classe a évolué ou non avec les progrès (technique et pilotage).

Causes médicales

Sur 228 accidents corporels en 20 ans on retrouve 5 causes médicales directes (1 tous les 4 ans...), dont 2 dans les 3 mois ayant suivi un renouvellement d'aptitude médicale (une Classe 1 et une Classe 2 !)

Pilotes âgés (plus de 70 ans)

Chez les instructeurs âgés, on observe 3 accidents corporels sur 43 (7 %), ce qui est voisin des 9 % (16/185) chez les autres pilotes âgés.

A la FFPLUM les pilotes de plus de 70 ans étaient, 3 % en 2000, 5 % en 2007 et 12 % en 2017, donc en moyenne 7 % sur les 20 ans, représentant la même proportion que leur taux d'accident, ce qui tend à montrer qu'ils ne sont pas plus "accidentogènes" que les autres.

Annexe 2 : Questionnaire de recueil des données

Traumatologie en paramoteur

Bonjour,

dans le cadre de ma *thèse d'exercice en médecine*, je réalise une étude sur la [traumatologie en paramoteur](#).

Le travail de cette thèse est de décrire les lésions liées aux accidents de paramoteur et le mécanisme à l'origine de ces lésions.

L'objectif principal est d'apporter une réponse à la question « **A quelles lésions les pilotes de paramoteur sont-ils exposés ?** ». L'objectif secondaire est de proposer des éléments de prévention.

Ce questionnaire s'adresse donc aux **pilotes ayant été victimes d'un accident de paramoteur**, quelle que soit l'année. L'accident doit avoir eu lieu en France et avoir nécessité une intervention médicale directe ou différée.

Les données sont [anonymes](#) et [sécurisées](#). Vous avez la possibilité de vous retirer de l'étude à tout moment. Pour plus d'informations sur le recueil des données personnelles, [cliquez ici](#).

Si vous avez des questions ou des remarques, n'hésitez pas à me contacter : sophie.baccini@etu.univ-lyon1.fr ou [06.78.23.71.35](tel:06.78.23.71.35)

Le questionnaire a 5 pages et prend environ 15 minutes.

Commencer

Renseignements sur le pilote (1/6)

Page 1/5

Âge du pilote au moment de l'accident

Sexe du pilote

☐ Femme

☐ Homme

Expérience au moment de l'accident

☐ Pas de licence ULM

☐ Elève pilote

☐ Licence depuis moins d'un an

☐ Licence depuis 1 à 2 ans

☐ Licence depuis 2 à 5 ans

☐ Licence depuis plus de 5 ans

☐ Instructeur

Nombre d'heures de vol au moment de l'accident

☐ Moins de 50 heures

☐ Entre 50 et 100 heures

☐ Entre 100 et 300 heures

☐ Plus de 300 heures

Fréquence de la pratique du paramoteur

☐ Quotidienne

☐ Week-end

☐ Mensuelle

☐ Saisonnière

Pratique d'autres disciplines - aériennes ou à voile - avant l'accident, et niveau d'expérience :

- *parapente, planeur, pendulaire, kite surf, parachute, autre*
- *débutant, loisir, compétiteur, autre*

Valider »

Matériel utilisé (2/6)

Page 2/5

Type de châssis

- ☐ Chariot monoplace
- ☐ Chariot biplace
- ☐ Monoplace décollage à pied
- ☐ Biplace décollage à pied

Marque du moteur et du châssis.
Marque et modèle de la voile.

Type d'hélice

- ☐ Bois bipale
- ☐ Bois tripale
- ☐ Carbone bipale
- ☐ Carbone tripale
- ☐ Carbone quadripale
- ☐ Autre

Etat du paramoteur avant l'accident

- ☐ Neuf
- ☐ Moins de 50 heures de vol
- ☐ Entre 50 et 200 heures de vol
- ☐ Plus de 200 heures de vol

Etat de l'aile avant l'accident

- ☐ Neuve
- ☐ Moins de 100 heures de vol
- ☐ Entre 100 et 200 heures de vol
- ☐ Plus de 200 heures de vol
- ☐ La voile avait été révisée dans l'année ou il y a moins de 100 heures de vol

Homologation de l'aile

☐ EN A

☐ EN B+ ou EN B

☐ EN C

☐ EN D

☐ Homologation DGAC

Port de lunettes de protection lors de l'accident

Lunettes de soleil, lunettes de vue, masque, autre.

☐ Oui

☐ Non

Port d'un casque lors de l'accident

☐ Oui

☐ Non

Chaussures portées lors de l'accident

- ☐ Pieds nus
- ☐ Tongs
- ☐ Sandales
- ☐ Chaussures basses type chaussures de sport
- ☐ Chaussures semi-montantes type chaussures de randonnée
- ☐ Chaussures montantes type chaussures militaires

Présence d'un parachute de secours lors de l'accident

- ☐ Oui, et utilisé
- ☐ Oui, mais non utilisé
- ☐ Non

Port de gants lors de l'accident

- ☐ Oui, gants simples contre le froid
- ☐ Oui, gants épais avec protections type gants de moto
- ☐ Non

Présence ou utilisation d'autre matériel de protection non cité ci-dessus

Poids vide du paramoteur, avec le châssis mais sans essence

Des modifications personnelles avaient-elles été apportées au paramoteur ? Si oui, lesquelles ?

« Précédent

Valider »

Renseignements sur l'accident (3/6)

Page 3/5

Date et heure de l'accident

Site, commune et département de l'accident

Météorologie

Température, humidité, vent, nuages, autre.

Description détaillée de l'accident

Seule question de rédaction, et vos réponses sont importantes pour comprendre le mécanisme !

Présence d'arbres, de relief qui auraient pu être à l'origine de turbulences

Présence d'autres personnes que le pilote au moment de l'accident :

Passager, témoins, amis, autres pilotes, autre

Circonstances particulières qui auraient pu déconcentrer le pilote

Passage d'autres aéronefs - paramoteurs par exemple - au moment de l'accident ou quelques minutes avant et qui auraient pu être à l'origine de turbulences de **sillage**

« Précédent

Valider »

Prise en charge médicale (4/6)

Page 4/5

Gestes de premiers secours effectués sur place avant la prise en charge par les secours

Selon vous, la prise en charge pré-hospitalière aurait-elle pu être améliorée ?

Par exemple : mise en sécurité de la victime, mise en place d'un garrot, contention d'un membre, massage cardiaque

Contact des secours via :

Téléphone de la victime

Téléphone d'un témoin

Secours non prévenus, arrivée directement aux urgences

Secours non prévenus, prise en charge ambulatoire

Autre, précisez

La prise en charge pré-hospitalière par la victime ou les témoins aurait-elle pu être améliorée ? Si oui, comment ?

Délai entre l'accident et la prise en charge médicale

Hospitalière ou ambulatoire

Prise en charge initiale

- ☐ Hospitalière
- ☐ Ambulatoire, consultation d'un médecin de ville dans la journée
- ☐ Ambulatoire, consultation d'un médecin dans le mois suivant l'accident

Lésions initiales :

Description détaillée ! Recopiez le certificat d'ITT ou le compte rendu opératoire si nécessaire, j'ai besoin des termes médicaux.

Vous pouvez à la place m'envoyer par mail les compte rendus à l'adresse sophie.baccini@etu.univ-lyon1.fr

Traitements reçus

Examens diagnostiques : radio, scanner, IRM

Chirurgie initiale

Rééducation, port d'orthèses

Durée d'hospitalisation

☐ Prise en charge uniquement extra-hospitalière

☐ Passage aux urgences sans hospitalisation

☐ Hospitalisation de moins de 48 heures

☐ Hospitalisation entre 48 heures et 15 jours

☐ Hospitalisation de plus de 15 jours

Evolution

Reprise chirurgicale, complications

Durée de convalescence, c'est à dire entre l'accident et la reprise du travail ou des activités habituelles

Séquelles à la date d'aujourd'hui

« Précédent

Valider »

Renseignements médicaux sur le pilote (5/6)

Page 5/5

Poids et taille du pilote lors de l'accident

Antécédents médicaux particuliers

*Aucun,
AVC, épilepsie,
infarctus du myocarde, cardiomyopathies,
pathologie psychiatrique,
handicap particulier (préciser),
autre.*

Acuité visuelle

- ☐ 10/10 avec ou sans correction
- ☐ Vision floue avec la correction visuelle la plus adaptée.
Un ophtalmologue a été vu dans l'année
- ☐ Vision floue mais pas de correction visuelle adaptée.
Pas de suivi pour la vision

Tabagisme au moment de l'accident

- ☐ Non fumeur
- ☐ Sevré
- ☐ Moins de 10 cigarettes / jour
- ☐ Entre 10 et 20 cigarettes / jour
- ☐ Entre 20 et 30 cigarettes / jour
- ☐ Plus de 30 cigarettes / jour

Traitement habituel

Somnifères inclus

Fatigue au moment de l'accident

Physique ou psychique

☐ 0 : pas de fatigue, j'étais au meilleur de ma forme

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

☐ 8

☐ 9

☐ 10 : Fatigue extrême. J'étais épuisé.e, j'avais du mal à garder les yeux ouverts ou à tenir debout, comme si je n'avais pas dormi depuis plusieurs jours.

Des facteurs auraient-ils pu vous interpellier et vous pousser à arrêter le vol avant que l'accident ait lieu ? Si oui, lesquels ?

Quels sont les facteurs qui vous ont motivé à faire le vol malgré les "menaces", s'il y en avaient ?

A quelle fréquence vous arrive-t-il de consommer des boissons contenant de l'alcool ?

- ☐ Jamais
- ☐ 1 fois par mois ou moins
- ☐ 2 à 4 fois par mois
- ☐ 2 à 3 fois par semaine
- ☐ 4 fois ou plus par semaine

Combien de verres standards buvez-vous au cours d'une journée ordinaire où vous buvez de l'alcool ?

- ☐ 1 ou 2
- ☐ 3 ou 4
- ☐ 5 ou 6
- ☐ 7 à 9
- ☐ 10 ou plus

A votre avis, l'alcool a-t-il un lien direct avec votre accident ?

Consommez-vous d'autres substances et si oui, lesquelles ? A quelle fréquence ?
Pensez-vous que cette consommation peut avoir un rapport avec l'accident ?

Dernière question :

Un accident survient par une accumulation de facteurs.

Selon vous, quels ont été les facteurs - en particulier humains - à l'origine de votre accident ?

« Précédent »

Valider »

Questionnaire terminé ! (6/6)

Merci d'avoir pris le temps de le remplir.

Pour toute question ou remarque, vous pouvez me contacter à sophie.baccini@etu.univ-lyon1.fr ou 06.78.23.71.35

Merci de me laisser vos coordonnées.

Facultatif, cela me permettra de vous joindre si j'ai besoin de renseignements complémentaires

Commentaires ou remarques

« Précédent »

Terminer

Annexe 3 : Modèle de certificat de non-contre-indication à la pratique de l'ULM, selon la commission médicale de la FFPLUM.



CERTIFICAT MEDICAL DE NON CONTRE-INDICATION au pilotage d'ULM (CMNCI)

Je, soussigné Docteur (tampon avec coordonnées y compris adresse mail),

Certifie que

☐ Madame ☐ Monsieur

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Adresse :

- ☐ Ne présente pas, à ce jour, de contre-indication à la pratique du pilotage d'ULM.
- ☐ Ne présente pas, à ce jour, de contre-indication pour la pratique en compétition.

Observations :

Date et signature

Informations complètes sur ffplum.fr rubrique Pratiquer / Médical

Pour les cas particuliers, adressez vos demandes sous pli confidentiel à :

Commission Médicale FFPLUM
96 bis, rue Marc Sangnier
94700- Maisons-Alfort

Commission Médicale FFPLUM

Informations pratiques sur la réglementation et les questions de santé

Etablissement du Certificat Médical de Non Contre-Indication au pilotage d'ULM (CMNCI)

Vous devez, lors de **vosre première demande de licence**, être en possession d'un **certificat médical de moins d'un an**, délivré par un médecin inscrit au Conseil de l'Ordre des Médecins Français attestant l'absence de contre-indication à la pratique de l'ULM. Il ne s'agit en aucun cas d'une visite médicale aéronautique et tous les docteurs en médecine en activité, en particulier médecins de famille sont habilités à établir ce certificat.

Notez que les certificats médicaux d'aviation générale, établis dans la Communauté Européenne, **Classe 1, Classe 2** ou **LAPL**, remplacent le CMNCI à condition que leur échéance couvre bien l'année civile en cours.

Si vous souscrivez une première demande de licence fédérale par Internet, afin que votre adhésion soit validée vous devez impérativement envoyer dans les huit jours suivants au siège de la FFPLUM :

- soit l'**original du certificat médical de non contre-indication de moins d'un an** à la date de saisie
- soit pour les pilotes d'aviation générale, une **copie du Certificat Médical DGAC en cours de validité**

Pour une souscription par courrier, il vous suffit de joindre l'un de ces certificats à votre demande de licence.

Compétition

Dans le cas de la participation à des compétitions le **certificat médical est annuel** et doit impérativement porter la mention "**en compétition**"

CMNCI Modèle FFPLUM

A titre d'information, voici la liste des principales contre-indications médicales :

Toute pathologie aiguë ou chronique **non stabilisée** ou **mal équilibrée** par le traitement, en particulier :

- ophtalmologique
- cardio-vasculaire
- neuropsychique
- troubles de l'équilibre
- pulmonaire
- locomotrice
- infectieuse
- métabolique, surtout en cas de risque d'hypoglycémie

Cas particuliers

Certaines contre-indications peuvent également faire l'objet de dérogations après avis de la Commission Médicale. **Dans ce cas il faut joindre, par courrier, la Commission Médicale à l'adresse de la Fédération avec mention "secret médical".**

Adressez vos demandes sous pli confidentiel à la :

Commission Médicale FFPLUM

96 bis, rue Marc Sangnier

94704 - Maisons-Alfort Cedex

Concernant certains handicaps, la Commission Médicale pourra trouver avec la Commission Vol adapté des solutions dans certains cas. Chaque cas étant spécifique. En résumé, vous nous adressez par courrier :

- L'exposé du handicap par votre médecin
- Les examens qui s'y rattachent
- La demande de dérogation

Sophie BACCINI

Lésions liées à la pratique du paramoteur : étude observationnelle descriptive de 23 cas

Thèse Médecine Générale : Lyon 2020 ; n°

RESUME

Introduction : Le paramoteur est un parapente muni d'un moteur qui lui permet de décoller de terrains plats. Il est considéré comme un sport à risque, pourtant sa traumatologie n'a pas été étudiée en France. L'objectif de cette étude était de décrire les lésions auxquelles sont exposés les pilotes de paramoteur en France ainsi que leurs mécanismes d'apparition. Notre hypothèse était que le paramoteur a une accidentologie qui lui est propre.

Méthode : Nous avons réalisé une étude épidémiologique descriptive et rétrospective à partir de 23 cas. Les données étaient recueillies par un questionnaire disponible en ligne. Les pilotes inclus devaient avoir eu un accident en France il y a au moins un an et devaient répondre eux-mêmes au questionnaire. Nous avons exclu les accidents mortels et les pilotes blessés qui n'avaient pas consulté de médecin pour leurs blessures. Notre critère de jugement principal était la zone corporelle blessée.

Résultats : Nous avons eu 24 réponses au questionnaire entre le 12 février 2019 et le 3 mars 2019. 1 victime a été exclue. Nous avons inclus 23 victimes. Il y a eu 35 lésions parmi les 23 victimes, dont 13 lésions des membres inférieurs, 8 lésions du rachis et 7 lésions des membres supérieurs. La phase de vol la plus dangereuse était le décollage où ont eu lieu 11 accidents. 7 accidents avaient leurs blessures causées par le contact entre l'hélice et une partie du corps, et 4 accidents avaient leurs blessures causés par l'écrasement au sol. 7 accidents étaient la conséquence d'une erreur du pilote seule, et 7 accidents étaient liés à la météorologie et à une erreur du pilote.

Conclusion : Les pilotes de paramoteurs sont exposés à des lésions des membres inférieurs, du rachis et des membres supérieurs. Le décollage est particulièrement dangereux. Le moteur cause et aggrave les accidents, l'hélice blesse. La présence du moteur modifie la dynamique des accidents et est responsable de la moitié des blessures. D'autres études seraient intéressantes à mener pour étudier l'intérêt du matériel de protection, de l'adaptation du groupe motopropulseur pour le rendre plus sécurisé, ou de la formation continue des pilotes.

MOTS CLES : paramoteur, parapente motorisé, traumatologie, accidents, blessures.

JURY : Président : Monsieur le Professeur FESSY

Membres : Monsieur le Professeur BOHE

Monsieur le Professeur RONGIERAS

Monsieur le Docteur GUERPILLON

DATE DE SOUTENANCE : Lundi 8 Juin 2020

