



HAL
open science

Évolution de l'accidentologie en parachutisme militaire à ouverture automatique, étude comparative descriptive entre deux systèmes de mise à terre : l'ensemble de parachutage individuel et l'ensemble de parachutage du combattant

Marie Gosselin

► To cite this version:

Marie Gosselin. Évolution de l'accidentologie en parachutisme militaire à ouverture automatique, étude comparative descriptive entre deux systèmes de mise à terre : l'ensemble de parachutage individuel et l'ensemble de parachutage du combattant. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-01804065

HAL Id: dumas-01804065

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01804065>

Submitted on 31 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Bordeaux
U.F.R. DES SCIENCES MEDICALES

Année 2018

N°57

Thèse pour l'obtention du
DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE
Spécialité Médecine Générale

Présentée et soutenue publiquement le 25 Avril 2018
A Bordeaux

Par **Marie GOSSELIN**
Elève de l'Ecole du Val-de-Grâce
Ancienne élève de l'Ecole du Service de Santé des Armées de Lyon-Bron
Née le 19/12/1990 à Cambrai (59)

**EVOLUTION DE L'ACCIDENTOLOGIE EN PARACHUTISME MILITAIRE A
OUVERTURE AUTOMATIQUE.**

**ETUDE COMPARATIVE DESCRIPTIVE ENTRE DEUX SYSTEMES DE MISE A
TERRE : L'ENSEMBLE DE PARACHUTAGE INDIVIDUEL ET L'ENSEMBLE DE
PARACHUTAGE DU COMBATTANT**

Directeur de thèse :

Monsieur le Médecin en Chef Pascal LAFOURCADE

Membres du jury :

Monsieur le Professeur Luc AIGLE	Président
Monsieur le Professeur Laurent MATHIEU	Rapporteur
Monsieur le Professeur DE-SEZE	Juge
Monsieur le Docteur Christophe ADAM	Juge
Madame le Docteur Ondine BRUNEAU	Juge

Université de Bordeaux
U.F.R. DES SCIENCES MEDICALES

Année 2018

N°57

Thèse pour l'obtention du
DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE
Spécialité Médecine Générale

Présentée et soutenue publiquement le 25 Avril 2018
A Bordeaux

Par **Marie GOSSELIN**
Elève de l'Ecole du Val-de-Grâce
Ancienne élève de l'Ecole du Service de Santé des Armées de Lyon-Bron
Née le 19/12/1990 à Cambrai (59)

**EVOLUTION DE L'ACCIDENTOLOGIE EN PARACHUTISME MILITAIRE A
OUVERTURE AUTOMATIQUE.**

**ETUDE COMPARATIVE DESCRIPTIVE ENTRE DEUX SYSTEMES DE MISE A
TERRE : L'ENSEMBLE DE PARACHUTAGE INDIVIDUEL ET L'ENSEMBLE DE
PARACHUTAGE DU COMBATTANT**

Directeur de thèse :

Monsieur le Médecin en Chef Pascal LAFOURCADE

Membres du jury :

Monsieur le Professeur Luc AIGLE	Président
Monsieur le Professeur Laurent MATHIEU	Rapporteur
Monsieur le Professeur DE-SEZE	Juge
Monsieur le Docteur Christophe ADAM	Juge
Madame le Docteur Ondine BRUNEAU	Juge

REMERCIEMENTS

ÉCOLE DU VAL DE GRACE

A Monsieur le Médecin Général Inspecteur Jean-Didier CAVALLO

Directeur de l'École du Val-de-Grâce
Professeur agrégé du Val-de-Grâce
Officier de la Légion d'honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite
Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques

A Monsieur le Médecin Général Humbert BOISSEAU

Directeur-adjoint de l'École du Val-de-Grâce
Professeur agrégé du Val-de-Grâce
Chevalier de la Légion d'honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite
Chevalier de l'Ordre des Palmes académiques

Les positions exprimées dans cette thèse ne sont que les points de vue des auteurs et ne peuvent être considérées comme le point de vue officiel du Service de Santé des Armées français.

A notre président de jury

Monsieur le Médecin en Chef Luc AIGLE

Professeur agrégé de l'école du Val-De-Grâce

Docteur en médecine générale

Vous nous faites l'honneur de présider notre jury. Nous vous remercions pour votre bienveillance, votre disponibilité et votre engagement auprès des internes. Nous sommes conscients d'avoir éprouvé votre patience. Soyez assuré de notre profond respect.

A notre directeur de thèse :

Monsieur le Médecin en chef Pascal LAFOURCADE

Praticien confirmé du Service de Santé des Armées

Médecin responsable de la 181^{ème} antenne médicale

Chevalier de la Légion d'Honneur

Vous nous faites l'honneur d'accepter la direction de cette thèse. Nous vous remercions pour votre disponibilité, votre soutien et votre engagement dans la supervision de notre travail.

A nos assesseurs :

Monsieur le Professeur Laurent MATHIEU

Professeur agrégé de l'école du Val-De-Grâce

Chirurgien orthopédiste et traumatologue

Vous nous faites l'honneur d'avoir accepté de juger la qualité de ce travail. Nous vous remercions pour votre disponibilité, l'intérêt que vous avez porté à notre travail et vos encouragements. Soyez assuré de notre respect et de nos sincères remerciements.

Monsieur le Professeur Mathieu DE SEZE

Professeur agrégé de l'université de Bordeaux

Docteur en médecine physique et de réadaptation

Vous nous faites l'honneur de siéger dans ce jury. Nous vous remercions pour votre disponibilité et votre compréhension. Soyez assuré de notre profond respect.

Monsieur le Docteur Christophe ADAM

Maître de conférences associé du département de médecine générale de l'université de
Bordeaux

Docteur en médecine générale

Trésorier de l'organisation de médecins du monde

Vous nous faites l'honneur de siéger dans ce jury. Nous vous remercions pour votre disponibilité et votre compréhension. Soyez assuré de notre profond respect.

Madame le Docteur Ondine BRUNEAU

Docteur en médecine générale

Ondine, les mots ne seront pas à la hauteur pour exprimer ma gratitude. Je te remercie sincèrement pour toute ton aide, tes relectures toujours justes et effectuées en tout temps et tout lieu. Sans ton investissement ce travail n'aurait jamais vu le jour. Merci aussi pour nos conversations téléphoniques : réels actes de soutien et de repêche morale aux moments opportuns !

A Monsieur le Médecin en chef Christophe GRAMOND,

Merci pour votre compréhension et votre soutien, merci de ne pas m'avoir lâchée et de m'avoir aidée depuis les coulisses malgré certains traits de mon caractère qui en ont usé plus d'un.

A Monsieur le Médecin en Chef David TRAN VAN,

Merci pour vos conseils et votre rigueur dans l'élaboration de ce travail.

A ma famille,

A mes parents, indéfectible soutien durant ce long parcours. Merci de m'avoir portée jusqu'à ce jour, de m'avoir transmis votre amour et vos valeurs. Je crois que l'on peut dire que désormais, c'est fini. Enfin ! J'espère que ce parcours, passé et futurs vous rendra toujours fière.

Titoun, j'espère que tu te plairas dans tes choix qui je pense sont osés mais judicieux. Je te souhaite beaucoup de bonheur avec JessYca. Je penserai à votre compagnie aérienne pour les vacances !

Alex, nous deux ce sera toujours particulier, sache que tu peux compter sur moi quel que soit la situation. Tu es celui qui finalement a choisi la voie la moins tracée et pour ça je te soutiens et t'admire, peu importe ton choix. Prends soin de toi et quand tu seras l'inventeur du siècle, nous en rigolerons.

A ma moitié,

Que le temps passe vite, déjà 2 ans que je t'ai dit « ça y est, je m'y suis mise ! » 2 ans que tu essuies mes sauts d'humeur et que tu m'écoutes (ou fais semblant) quand je ne parle que de cela. Merci ! Je sais que ce n'est pas facile et que nous avons été mis à rude épreuve mais nous y sommes arrivés et tu es resté à mes côtés. Nos fils rouges sont aussi solides que nous les avons imaginés initialement. Merci de m'aimer chaque jour comme tu le fais : si bien !

A mes grand-parents,

Mamy et papy, merci pour votre soutien ! Dans le souci perpétuel de ne pas me « déranger », vous avez su être présents dans les moments difficiles. Je m'excuse de n'avoir pu faire de même pour vous et espère me rattraper dans les années à venir. Même si nous ne sommes pas à côté et que le placard à bonbons reste à Rieux, nous serions ravis de vous recevoir. D'ailleurs notre jardin aurait besoin d'une puissante main verte...

A mamy Nadine,

Merci pour tes appels sincères et tes cartes postales ensoleillées véritables bouffées d'air frais durant ces longues périodes monotones. Regarde bien France ô, bientôt ce sera ton tour !

A la famille Guyonnaud et à tata Faf,

Merci de nous avoir accueilli, bien souvent sans préavis. Merci pour ces discussions et moments de partage au sein de ton foyer, véritables moments de retrouvailles et de repos sur « nos planning de ministre ». Nestor la terreur n'attend que vous à Montauban !

A Marion,

A mon tour d'essayer de trouver maladroitement les mots pour Toi. Tu avais raison, ce n'est pas aisé. Nous avons creusé tellement profondément et nagé si loin du bord que ces remerciements, ici, maintenant, semblent vides de sens. Quoiqu'il en soit MERCI. Merci d'avoir toujours été là et de m'avoir fait passer moi, mes crises existentielles, mes états d'âme en priorité. Je peux dire que tu es LA personne qui m'a fait le plus évoluer, toujours bienveillante mais dans le souci de la vérité et de la justesse, je sais que le lien qui nous uni perdurera malgré les années !

A mes amis Navalais,

Comme quoi tout est possible^^ merci d'avoir été là quand je ne me reconnaissais plus, merci d'avoir fait à manger quand je saturais des pâtes carbo (pourtant délicieuses !) de la coloc', merci d'avoir égayé nos séances ô combien fructueuses de cas cliniques pré ECN... merci pour ces moments de partage et de purs délires quand le monde (au minimum...) nous reprochait les 10 plaies d'Egypte, merci pour ce groupe social où les plus grands débats intellectuels font rage. Mélanie, Vincent (et mini-pousse), Yanic et Martin, Flo (même si tu t'es perdu en route) : MERCI pour ce moment. Merci à Aurélie, pièce rapportée initialement mais faisant désormais intégralement partie de l'équipe et assurant l'équilibre psychologique parfois douteux de ce groupe.

A mes amis,

De toujours ; Anthony, pilier indestructible et fiable de mon existence auquel je
peux m'amarrer en cas de dérive (je t'avais prévenu).

De moins longtemps ; Boubou la force de la nature !! quoique bien différentes,
nous allons former une équipe de choc (team TAP représente), Léo, partenaire
d'Audrey mais aussi des soirées de ma moitié^^, Potter, Audrey F. équipiers
embarqués dans cette belle aventure, Guibou

Au grand 17,

Où j'ai appris beaucoup, merci pour votre gentillesse, votre patience, et vos
conseils avisés. Vous resterez mes premiers (dont mon premier binôme). Merci
Rapha pour nos retrouvailles (improbables !) et ta présence !

A Castelsarrasin,

Merci pour votre accueil (et mon pot de départ), merci pour vos conseils, vos
caractères qui font de vous des personnes d'exception ! merci pour votre
bienveillance, même si vous n'étiez pas les premiers, vous restez ceux avec qui
j'ai fait mes premiers pas en tant que « bébé doc ».

Merci à la MC POTEREAU pour m'avoir laissé le temps d'avancer ma thèse,
Merci à toi Clothilde pour ta formation et ta vision de la profession, (« quand je
serai grande, je serai tout pareil »)

A ceux qui m'ont aidée, il y en a beaucoup et je m'excuse par avance auprès de
ceux que j'oublie probablement ! Merci au CDT HUSSER et à l'ADJ BIGOT du
bureau TAP du 17^{ième} RGP, à l'ETAP notamment au bureau sécurité aérienne, à
l'ADC BILLET, à Mr FERNANDEZ de la cellule multimédia, à la BSAM de
Montauban pour m'avoir fourni photo et notices d'emploi, à la STAT et au CDT
CARUCHET, à UGO et à tous les autres...

A mon père spirituel que je n'oublie pas : Pascal PRADAT.

A l'excellente équipe de la 172 AMP de Pamiers city,

Merci pour votre accueil et votre gentillesse à tous, cette barrette je vous la
dois bien !

Merci particulièrement au MC GALLINEAU pour votre soutien, votre neutralité
et votre compréhension. C'était laborieux, mais que la suite commence enfin !

Merci aux lieutenants du 1er RCP pour votre accueil, mais aussi et surtout pour
avoir fait preuve d'intérêt envers un domaine qui parfois, est un peu à part je
l'avoue.

○...ALLEZ OU LA PATRIE ET L'HUMANITE ○
VOUS APPELLENT SOYEZ Y TOUJOURS
PRETS A SERVIR L'UNE ET L'AUTRE ET S'IL
LE FAUT SACHEZ IMITER CEUX DE VOS
GENEREUX COMPAGNONS QUI AU MEME POSTE
SONT MORTS MARTYRS DE CE DEVOUEMENT
INTREPIDE ET MAGNANIME
QUI EST LE VERITABLE ACTE DE FOI
DES HOMMES DE NOTRE ETAT.

BARON PERCY

CHIRURGIEN EN CHEF DE LA GRANDE ARMÉE
○ AUX CHIRURGIENS SOUS-AIDES. 1811 ○

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.

Table des matières

Table des matières	15
Introduction :	18
Première partie : Le parachutisme militaire : données préalables	20
I. Sélection du personnel militaire des Troupes Aéroportées :	21
I.1. Sélection médicale :.....	21
I.2. Sélection physique et sportive (14):.....	22
I.3. Formation au parachutisme militaire en ouverture automatique (OA) :.....	23
II. EPI versus EPC : présentation du matériel	24
II.1. EPI :.....	24
II.2. EPC :.....	27
III. Déroulement d'une séance de saut en ouverture automatique (SOA) :	30
III.1. Equipement au sol et décollage :	30
III.2. Sortie d'avion :.....	30
III.3. Descente sous voile :.....	32
III.4. Atterrissage :	32
III.5. Réarticulation sur la zone de saut :	33
Deuxième partie : Matériel et méthode	34
I. Définition de l'étude :	35
II. Populations étudiées :	36
III. Recueil des données :	36
III.1. Recueil des données concernant les SOA à l'ETAP :.....	36
III.2. Recueil des données concernant les cas :	37
III.3. Recueil des données manquantes :.....	38
IV. Analyse des données :	39
Troisième partie : Résultats	40
I. Descriptif de la population étudiée :	41
II. Objectif principal :	43
III. Objectif secondaire :	44
Quatrième partie : Discussion	48
Conclusion :	60
Bibliographie :.....	61
Annexe :.....	64

Liste des abréviations

EPI : ensemble de parachutage individuel.

EPC : ensemble de parachutage du combattant.

SOA : saut à ouverture automatique ou sangle d'ouverture automatique.

FELIN : fantassin à équipement et liaisons intégrés.

MTE : masse totale équipé emportée sous voile. Elle prend en compte le poids du parachutiste et celui de son équipement.

VMP : visite médicale périodique.

TAP : troupes aéroportées.

ETAP : école des troupes aéroportées.

Kts : unité de mesure : nœud (1 Kts = 1,852 Km/h).

CESPA : centre d'épidémiologie et de santé publique des armées.

LUMM : logiciel unique médico-militaire.

Table des illustrations :

Figure 1 : description du profil médical selon le « SIGYCOP ».	21
Figure 2 : profil médical minimal exigé pour la spécialité de TAP.....	22
Figure 3 : technique d’atterrissage en « roulé-boulé » selon Bricknell.....	33
Figure 4 : répartition de la population selon le parachute utilisé et la survenue de blessure.....	42
Figure 5 : répartition des lésions par segments anatomiques selon le type de parachute utilisé lors de l’accident.	44
Figure 6 : répartition des lésions lors d’accident de saut en OA avec l’EPI.....	45
Figure 7 : répartition des lésions lors d’accident de saut en OA avec l’EPC.....	46
Figure 8 : incidence de survenue des cas pour 1 000 SOA selon les études publiées.....	51
Image 1 : EPI composé des parachutes TAP 696-26 (à gauche) et 511 (à droite), vue de face.	24
Image 2 : EPI composé des parachutes TAP 696-26 (à gauche) et 511 (à droite), vue de dos.	24
Image 3 : parachutiste équipé de l’EPI ventral et dorsal de profil et de dos	25
Image 4 : saut avec l’EPI, sans gaine.	26
Image 5 : EPC-PP de face (à gauche) et de dos (à droite).	27
Image 6 : EPC vs en sac (en haut) et déployé (en bas).	27
Image 7 : parachutiste équipé de l’EPC ventral et dorsal de profil (à gauche) et de dos (à droite).	28
Image 8 : saut en EPC avec gaine non délestée.	29
Image 9 : sortie de l’avion « pas à la porte ».....	30
Image 10 : Sortie d’avion, extraction des suspentes du sac.....	31
Image 11 : sortie de l’avion en tranche arrière, extraction suspentes premières du sac.	31
Image 12 : saut en EPI avec gaine. La gaine est ici libérée, suspendue par une corde, 20m sous le parachutiste.....	32
Image 13 : Mauvaise prise de la sangle d’OA passant à l’intérieur et sous l’épaule (photo de gauche) et prise correcte de la sangle d’OA passant en dehors et au-dessus de l’épaule (photo de droite). ...	58
Tableau 1 : données anthropomorphiques de la population cible.....	41
Tableau 2 : tableau de contingence.	43
Tableau 3 : nombre de blessures recensées par site anatomique et selon le type de parachute utilisé.	47
Annexe 1 : fiche de recueil de données liées à un accident de saut en OA	64
Annexe 2 : masque de saisie de données crée dans le logiciel epi info (page 1 /2)	65
Annexe 3 : masque de saisie de données crée dans le logiciel epi info (page 2 /2)	66
Annexe 4 : interaction MTE/traumatisme décrite selon Pirson (29)	67

Introduction :

Le parachute fut initialement pensé comme un moyen de sauvetage (1,2). Durant la première guerre mondiale, il offrait aux aéroliers une chance de survie en cas de destruction de leur ballon (3). Vers la fin du conflit, le système fut détourné de sa fonction. Equipés de parachute, les agents du renseignement infiltraient les lignes ennemies par voie aérienne. Les premières missions aéroportées naquirent et le parachute devint un vecteur stratégique de déploiement des troupes. Largement mis à profit à partir de la seconde guerre mondiale, le parachutisme militaire offrait une capacité de projection en masse dans un délai restreint vers des zones difficiles d'accès par moyens terrestres. Grâce au saut à ouverture automatique (SOA), 56 à 72 soldats pouvaient être largués en moins d'une minute à faible altitude (300 m) garantissant ainsi l'effet de surprise.

L'activité de saut est cependant reconnue comme pourvoyeuse de blessures (4–6). Les facteurs majorant ce risque et reconnus dans la discipline sont : le saut de nuit, une masse totale équipée (MTE) élevée ainsi qu'une vitesse de vent au sol supérieure à 5 m/s (7,8). Selon certaines caractéristiques propres, le type de parachute utilisé est susceptible d'influer le risque et le type de blessure (9).

Depuis le début des années 80, l'ensemble de parachutage individuel ou EPI est le moyen de mise à terre utilisé par l'armée française. L'évolution des conflits et du matériel militaire, notamment l'arrivée du FELIN (fantassin à équipement et liaisons intégrés) a conduit à repenser le système de parachutage (10).

L'ensemble de parachutage du combattant (EPC) est ainsi créé. Répondant à ces nouvelles contraintes opérationnelles, il devait permettre un temps d'équipement plus court, un largage à moindre hauteur malgré une vitesse vent-sol plus élevée, ainsi qu'une capacité d'emport de charge supérieure à celle de l'EPI. Ces améliorations techniques ne devaient se faire aux dépens de la sécurité des parachutistes. Le risque de se blesser en utilisant l'EPC était même théoriquement inférieur aux risques actuellement connus avec l'EPI (11).

Depuis 2011, les troupes aéroportées sont progressivement équipées d'EPC.

Cependant, aucune étude comparative de l'accidentologie liée à l'utilisation de l'un ou l'autre de ces parachutes n'a été réalisée à ce jour.

Notre travail portait donc sur l'évaluation de l'accidentologie en SOA entre l'EPI et l'EPC depuis sa mise en place.

Notre objectif principal était de comparer l'incidence des blessures des parachutistes sautant avec l'EPI et l'incidence des blessures des parachutistes sautant avec l'EPC afin d'évaluer si ce dernier système était moins accidentogène pour nos troupes.

L'objectif secondaire était de comparer la localisation des lésions lors de saut avec l'EPI et l'EPC, afin de savoir si le changement de matériel entraînait une modification de l'accidentologie en SOA.

Première partie

Le parachutisme militaire : données préalables

I. Sélection du personnel militaire des Troupes Aéroportées :

I.1. Sélection médicale :

L'ensemble des militaires est soumis à un contrôle régulier de l'état de santé. Ce contrôle est effectué par un médecin militaire lors d'une visite systématique appelée visite médicale périodique (VMP). Le médecin militaire réalise un examen clinique approfondi du patient afin de juger de son aptitude physique et mentale à servir. Ces aptitudes sont retranscrites sous forme de profil médical appelé « SIGYCOP ». A chaque lettre de ce sigle correspond une fonction ou un organe côté de 1 à 6 selon les antécédents et la fonctionnalité de ce dernier (12). Les sigles sont détaillés dans la figure 1.

SIGLE.	COEFFICIENT POSSIBLE.	DOMAINE CONCERNÉ.
S	De 1 à 6.	Ceinture scapulaire et membres supérieurs.
I	De 1 à 6.	Ceinture pelvienne et membres inférieurs.
G (*)	De 1 à 6.	État général.
Y	De 1 à 6.	Yeux et vision (sens chromatique exclu).
C	De 1 à 5.	Sens chromatique.
O	De 1 à 6.	Oreilles et audition.
P	De 0 à 5.	Psychisme.

(*) L'appréciation de l'état général (G) ne se limite pas à la complexion ou à la robustesse physique générale. Toute affection, évolutive ou non, fut-elle localisée et par conséquent déjà cotée dans d'autres sigles, peut également influencer sur le coefficient attribué au sigle G dès lors qu'elle est susceptible de retentir sur l'organisme dans son ensemble par des complications ou une diminution de la résistance et de l'activité du sujet.

Figure 1 : description du profil médical selon le « SIGYCOP ».

Dans l'armée, chaque spécialité requiert un profil médical minimal établi par un référentiel ministériel. Le profil médical minimal nécessaire à la spécialité des troupes aéroportées (TAP) décrit dans l'instruction ministérielle 700 (13) est défini dans la *figure 2*.

S	I	G	Y	C	O	P
2	1	2	3	3	2	1
<ul style="list-style-type: none"> - Port de lentilles interdit - Pour tout personnel en aptitude révisionnelle, la norme I = 2 est tolérée - Le sens chromatique C=3 est retenu dans la mesure où il correspond à des erreurs minimales dans la connaissance des feux colorés, excluant toute confusion franche entre le vert et le rouge. 						

Figure 2 : profil médical minimal exigé pour la spécialité de TAP.

Ainsi le profil médical requis pour obtenir l'aptitude TAP initiale est très restrictif.

1.2. Sélection physique et sportive (14):

Une opération militaire peut se résumer à un objectif à atteindre. En fonction de cet objectif, différents moyens peuvent être utilisés. Le parachutage est l'un des moyens de transport de troupes utilisés par l'armée. Arrivés en zone de conflit, les parachutistes devront poursuivre leurs missions dans le but d'atteindre l'objectif final. L'activité de saut, bien qu'éprouvante sur plusieurs niveaux, ne doit donc en aucune mesure être un facteur limitant la réussite des opérations. Les militaires prétendant à la spécialité TAP sont donc soumis à une seconde sélection. Cette sélection d'ordre physique et sportive est nommée « tests TAP ».

Les tests TAP se composent de 2 parties.

✓ Les tests TAP 1, centrés sur la force, comprenant :

- Une série d'abdominaux cadencés : 40 pour les hommes, 30 pour les femmes ;
- Une série de pompes cadencées : 15 pour les hommes, 8 pour les femmes ;
- Une série de flexions des membres inférieurs, pieds parallèles, cadencées : 30 pour les hommes, 20 pour les femmes ;
- Une série de 4 tractions pour les hommes, 1 traction maintenue 15 secondes, mains en pronation, menton au-dessus de la barre pour les femmes ;
- Un grimper à la corde lisse : 6 m pour les hommes, 5 m pour les femmes.

✓ Les tests TAP 2, centrés sur l'endurance.

Ils sont réalisés en treillis avec un sac à dos de 11 kg pour les hommes et 5 kg pour les femmes. Ils comprennent :

- une première course de 1500 m à réaliser en moins de 9 min ;
- puis après un intervalle de récupération de moins de 30 min, une seconde course dite « marche-course TAP » longue de 8 km à effectuer en moins de 1h.

Annuellement, ces tests devront être refaits avec succès pour être maintenu dans la spécialité.

I.3. Formation au parachutisme militaire en ouverture automatique (OA) :

L'obtention du brevet TAP signe l'entrée dans la spécialité.

Ce dernier s'obtient après une formation de 2 semaines au sein de l'école des troupes aéroportées (ETAP) de Pau.

Elle s'organise en 2 unités de formation UF1 et UF2 :

- UF1 : « Phase EPI incluant une instruction au sol et aux agrès spéciaux, suivie de 3 sauts en EPI dont un premier saut en position, le deuxième avec ouverture du ventral et le troisième au numéro par les deux portes » (14) ;
- UF2 : « Phase EPC incluant une instruction au sol et aux agrès spéciaux (AIM et AS EPC), suivie de 3 sauts en EPC dont un saut au numéro par les deux portes, un saut en charge et un saut de nuit » (14). A l'issue de cette formation, le personnel se voit remettre son brevet militaire de parachutiste en saut à ouverture automatique (SOA).

Un minimum de 6 sauts de reconduction technique devra être fait annuellement afin de se maintenir dans la spécialité.

II. EPI versus EPC : présentation du matériel

II.1. EPI :

L'ensemble de parachutage individuel se compose du parachute dorsal TAP 696-26F2 et du parachute ventral de secours TAP 511 ou TAP 511 F2.



Image 1 : EPI composé des parachutes TAP 696-26 (à gauche) et 511 (à droite), vue de face.



Image 2 : EPI composé des parachutes TAP 696-26 (à gauche) et 511 (à droite), vue de dos.

Parachute dorsal 696-26F2 : (15)

Long de 54 cm, large de 37 cm avec une hauteur de 30 cm, il pèse, conditionné pour le saut, 13,5 Kg.

Longueur de SOA (jaune) : 4 m.

Sa voilure a une superficie de 74 m². Son bord d'attaque a une longueur de 24 m pour un diamètre de 7,70 m. Sa porosité est de 110 µm + /- 15

Les *images 2 et 3* décrivent ce parachute.

Parachute ventral 511 :

Il pèse 7 kg pour une superficie de voilure de 52 m².



Image 3 : parachutiste équipé de l'EPI ventral et dorsal de profil et de dos



Image 4 : saut avec l'EPI, sans gaine.

Ces caractéristiques autorisent une masse totale équipée maximale de 130 Kg. Les hauteurs de largage minimales sont estimées entre 300 et 400 m en entraînement contre 125 m en opération. La vitesse de largage maximale autorisée est de 145 Kts (soit 270 Km/h). A MTE maximale, la vitesse de descente est évaluée à 5,8 m/s.

L'abaissement moyen (critère séparant la sortie d'avion du moment où la voilure est entièrement déployée et gonflée) est de 47 m pour une durée de 4 sec.

Neutre sans sollicitation, il peut acquérir une vitesse de déplacement horizontal entre 1,5 et 2 m/s selon la traction exercée sur les commandes de manœuvres. Le parachutiste peut ainsi éviter un éventuel obstacle.

Parachute dorsal TAP EPC-PP : (11)

Long de 54 cm, large de 40 cm et épais de 24,5 cm, il pèse, conditionné pour le saut 17,35 Kg soit 3,85 Kg de plus de l'EPI.

Longueur de la SOA (jaune) : 4 m + dispositif absorbeur de choc.

Sa voilure a une superficie de 115 m² soit 41 m² de plus que l'EPI. Le diamètre de son bord d'attaque est de 8,5 m.

Sa porosité, inférieure à celle de l'EPI, offre une meilleure portance.

Parachute ventral EPC VS :

Il pèse 8 kg 100 pour 60 m² de voilure.



Image 7 : parachutiste équipé de l'EPC ventral et dorsal de profil (à gauche) et de dos (à droite).

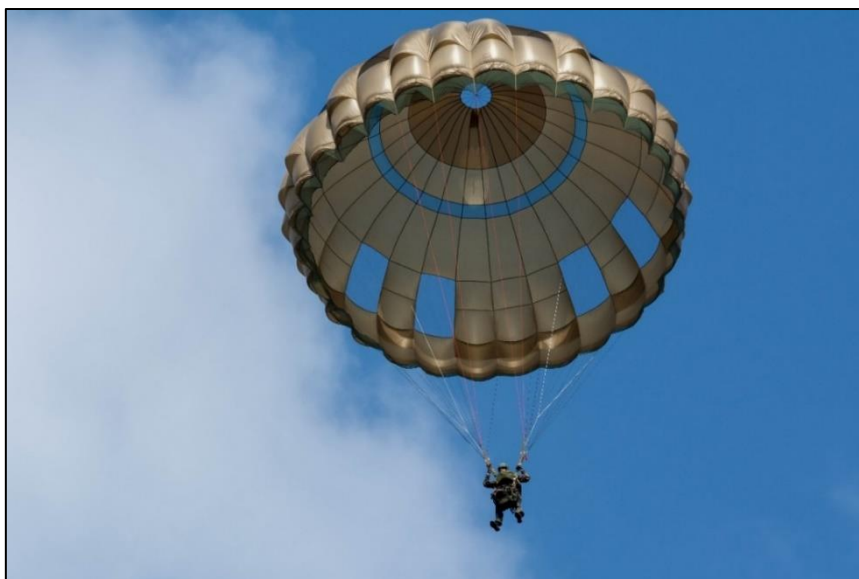


Image 8 : saut en EPC avec gaine non délestée.

Ces caractéristiques autorisent une MTE de 165 Kg soit 35 Kg de plus que l'EPI. Les hauteurs de largage minimales sont estimées entre 200 et 400 m en entraînement contre 80 (en attente d'autorisation) et 100 m en opération. La vitesse de largage maximale autorisée est de 130 Kts soit 240 Km/h (environ 30 Km/h de moins qu'avec l'EPI).

L'abaissement moyen est de 45 m en 4,3 sec, entraînant une perte d'altitude moindre avec une ouverture plus douce qu'avec l'EPI.

A MTE maximale, la vitesse de descente est évaluée à 5,8 m/sec, soit une vitesse de descente identique à celle de l'EPI mais avec une capacité d'emport bien supérieure.

La vitesse d'atterrissage est évaluée à environ 5,2 m/s contre environ 6 m/s avec l'EPI avec des vitesses de vent au sol identiques.

La coupole permet une stabilité pendulaire de 10° (pour une MTE à 100 kg) rendant la phase de descente sous voile plus confortable en limitant les oscillations.

Contrairement à l'EPI, la traction sur les commandes de manœuvre induit une rotation de la voile de 180°. Cette action oriente le parachutiste afin d'atterrir face à la piste. La visibilité de sa zone d'atterrissage lui permettra d'effectuer un « roulé boulé » conforme et moins accidentogène.

III. Déroulement d'une séance de saut en ouverture automatique (SOA) :

III.1. Equipement au sol et décollage :

En attendant l'avion, les parachutistes s'équipent au sol. Ils embarquent ensuite en colonne dans l'aéronef, la sangle d'ouverture automatique apparente.

III.2. Sortie d'avion :

Les parachutistes attachent le mousqueton de leur SOA sur un câble fixe traversant l'aéronef. L'un après l'autre, ils présentent leur SOA au largeur et se positionnent à la porte, les mains de part et d'autre de l'encadrement.



Image 9 : sortie de l'avion « pas à la porte ».

Au signal du largueur, ils effectuent un pas dans le vide et se hissent hors de l'aéronef en donnant une impulsion sur leurs bras (*Image 9*).



Image 10 : Sortie d'avion, extraction des suspentes du sac.

La SOA fixée à l'avion se met en tension. Entraînées par la chute, les suspentes du parachute se délovent, se tendent à leur tour et extraient la voilure du sac. L'ensemble, SOA et sac, reste suspendu à l'aéronef alors que le parachutiste poursuit sa descente sous voile (*image 10 et 11*).



Image 11 : sortie de l'avion en tranche arrière, extraction suspentes premières du sac.

III.3. Descente sous voile :

Largué à 300 m d'altitude, le parachutiste entame une descente sous voile dont la durée est estimée à 1 minute. Durant ce laps de temps, le parachutiste doit effectuer ses vérifications sous voile, estimer sa trajectoire, libérer sa gaine (si cette dernière est présente), actionner les commandes de manœuvre, et adopter la position d'atterrissage de sécurité.



Image 12 : saut en EPI avec gaine. La gaine est ici libérée, suspendue par une corde, 20 m sous le parachutiste.

III.4. Atterrissage :

Arrivé à 50 m du sol, le parachutiste adopte la position d'atterrissage décrite dans le référentiel du moniteur TAP : « Pieds joints et serrés l'un contre l'autre, semelles parallèles au sol. Genoux joints, serrés et légèrement fléchis, de façon à placer les pieds sous le corps. Dos arrondi, menton à la poitrine. Mains tenant les poignets de commande à hauteur et en avant des épaules, coudes au corps ».

Cette position suivie immédiatement d'un roulé-boulé latéral (cf *figure 3*) permet d'absorber et de répartir la force d'impact au sol limitant ainsi les blessures (14). Cette phase, extrêmement rapide, se déroule en moins de 3 secondes.

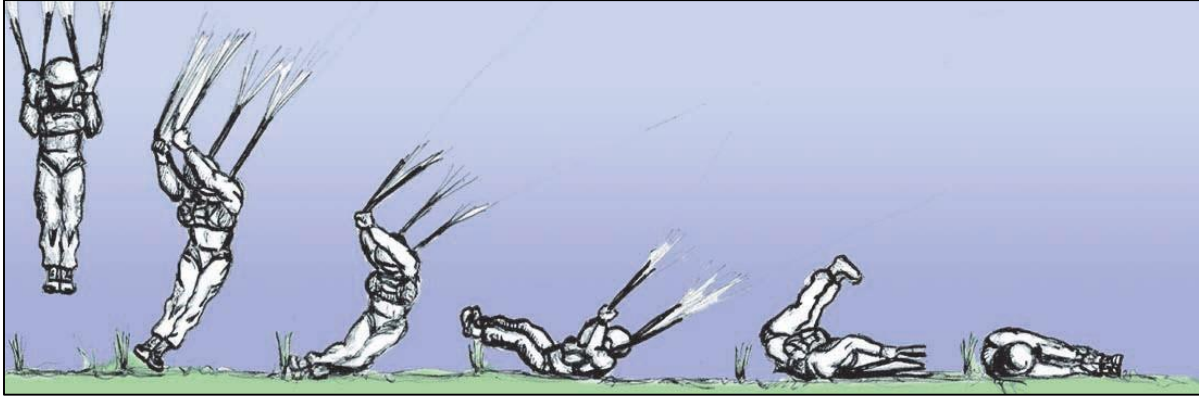


Figure 3 : technique d'atterrissage en « roulé-boulé » selon Bricknell.

III.5. Réarticulation sur la zone de saut :

Une fois posés, les parachutistes plient succinctement leur parachute. Ils ramassent leur équipement et rejoignent la zone de rassemblement en courant. En condition tactique, c'est à partir de ce point de rassemblement que le reste de la mission se poursuivra.

Deuxième partie

Matériel et méthode

I. Définition de l'étude :

Cette étude avait pour but de comparer l'accidentologie lors du saut à ouverture automatique avec l'EPC et avec l'EPI à l'Ecole des troupes aéroportées.

L'objectif principal était de comparer l'incidence de survenue des traumatismes lors d'un saut à OA avec l'EPC avec l'incidence de survenue des traumatismes lors d'un saut à OA avec l'EPI afin de déterminer si l'utilisation de l'EPC entraînait une réduction du risque de blessure chez les parachutistes militaires français.

L'objectif secondaire était d'étudier les différentes localisations des blessures en SOA avec l'EPI versus l'EPC.

Pour ce faire, nous avons réalisé une étude en deux parties. Afin de répondre à l'objectif principal, la première partie était une étude observationnelle prospective longitudinale monocentrique de type cohorte sur une période s'étendant du 1er Janvier 2013 au 31 Décembre 2015 inclus. Elle était basée sur l'étude de l'ensemble des sauts en parachutisme militaire à ouverture automatique réalisé au sein de l'école des troupes aéroportées de Pau (ETAP) sur la période étudiée et le recueil systématique et standardisé des accidents survenus lors de ces sauts.

La deuxième partie était une étude descriptive rétrospective multicentrique basée sur l'étude des dossiers médicaux des blessés inclus lors de l'étude prospective afin de caractériser les différentes blessures. Nous avons comparé la distribution anatomique des lésions entre le groupe de parachutistes blessés ayant sauté avec l'EPI et le groupe de parachutistes blessés ayant sauté avec l'EPC. Les lésions ont été analysées par segments anatomiques (tête, membre supérieur, thorax, rachis et bassin, membre inférieur) puis affinées secondairement au sein de ces régions (épaule, bras, extrémité du membre supérieur, jambe, genou, cheville, pied).

II. Populations étudiées :

Pour la première partie, la population étudiée était l'ensemble des sauts à ouverture automatique réalisés par des parachutistes militaires au sein de l'ETAP durant une période s'étendant du 1er Janvier 2013 au 31 Décembre 2015 inclus.

Au sein de cette population, était défini comme cas tout traumatisme survenu en SOA ayant nécessité une consultation du blessé auprès de l'équipe médicale de l'ETAP soutenant l'activité. Etaient exclus tous les traumatismes qui s'étaient produits avant la sortie de l'avion ou après la phase d'atterrissage.

Etaient aussi exclus les cas où les données relatives aux critères de jugement n'avaient pas été correctement collectées initialement et n'ont pu être secondairement retrouvées (type de parachute utilisé lors du saut et localisation de la blessure).

Pour la deuxième partie, la population étudiée était l'ensemble des cas inclus lors de la phase prospective.

III. Recueil des données :

III.1. Recueil des données concernant les SOA à l'ETAP :

Les caractéristiques de chaque saut en parachute réalisé à l'ETAP étaient colligées quotidiennement par le bureau TAP de l'ETAP via les directeurs de séance de saut et les chefs d'avion : zone de saut, type d'avion, type de parachute, décompte nominatif des personnels sautant, jour, nuit... Ce recueil donne lieu à l'établissement de pièces administratives (ordres de mission aérienne, extraits journaliers de services aériens...), aux différents rapports d'activités hebdomadaires, mensuels, annuels des différentes brigades (brigade de brevet parachutiste et brigade de qualification essentiellement) et aux statistiques du bureau « pilotage » et surtout du bureau de sécurité aérienne. Ces données nous ont permis de caractériser précisément la population de notre première étude.

III.2. Recueil des données concernant les cas :

Depuis fin 2011 et la mise en œuvre de l'EPC au sein de l'ETAP, une fiche médicale standardisée est remplie par les personnels de l'antenne médicale après chaque accident lié au parachutisme. Elle permet le recueil systématique des circonstances de l'accident ainsi que des données administratives et médicales nécessaires à la prise en charge des blessés. Après une montée en puissance en 2012, ce recueil est devenu pleinement systématique et quasi exhaustif.

Cette fiche est remplie par l'équipe sanitaire soutenant l'activité de saut et ayant pris en charge initialement la victime. Les fiches de renseignement n'étant remplies que pour des blessures survenant lors de saut à ouverture automatique (avec l'EPI ou avec l'EPC), tous les cas inclus ont eu une fiche de renseignée.

La fiche de recueil de données relatives aux accidents de saut comprend 3 parties (*annexe 1*).

La première partie reporte les données anthropologiques de la victime : âge, poids, taille. Elle précise aussi l'expérience du parachutiste au jour de son accident : nombre de sauts effectués durant sa carrière, nombre de sauts réalisés dans la journée et nombre de jours séparant l'accident du précédent saut.

La seconde partie caractérise le saut durant lequel le sujet s'est blessé et permet une redondance avec les données des activités aériennes de l'ETAP. Elle indique la date du jour, la zone d'atterrissage, si l'activité était de jour ou de nuit et les éventuelles conditions météorologiques pouvant influencer le saut. Elle précise aussi l'avion utilisé, l'altitude de largage, ainsi que la phase du saut durant laquelle a eu lieu la blessure. Est aussi noté le matériel utilisé (EPC ou EPI, gaine ou non) ainsi que l'intitulé du stage durant lequel le saut a été effectué. Il peut s'agir d'un stage de formation initiale au SOA (brevet), de sauts de maintien des acquis (entretien) ou d'une formation de qualification (chef de groupe de saut...).

La dernière partie est d'ordre médical. Elle indique la localisation de la ou des lésion(s), reporte l'hypothèse diagnostique initiale, puis le lieu de prise en charge immédiat du blessé (sur place/ à l'antenne médicale ou évacué au sein d'une structure hospitalière).

Enfin, en fonction de l'hypothèse diagnostique émise, une estimation de la durée d'arrêt de travail et d'inaptitude TAP est donnée.

Chaque fiche de recueil a été anonymisée en utilisant l'année de survenue de la blessure et un nombre affecté selon l'ordre de récupération des dossiers. Les patients étaient prévenus lors d'établissement de la fiche que ces données pourraient être utilisées anonymement pour une étude médicale. Sauf réserve contraire dans le logiciel « LUMM », utilisé par le service médical, le consentement du patient était implicite. En effet, les personnels sont informés de la possibilité de l'utilisation des données de leur dossier médical et sont dans la possibilité de refuser cette utilisation. Ce refus est mentionné dans le logiciel « LUMM » utilisé dans le cadre des visites et consultations médicales. Aucun refus n'a été relevé lors de la consultation des dossiers dématérialisés.

III.3. Recueil des données manquantes :

Des fiches de recueil de données étaient incomplètes car toujours remplies en condition d'urgence. Dans ce cas, nous avons tenté de récupérer ces données en consultant rétrospectivement les dossiers médicaux des personnels. L'ETAP étant une école de formation de courte durée, les dossiers médicaux sous format « papier » restaient dans l'antenne médicale rattachée au régiment d'origine du blessé. Concernant les antennes médicales en dehors de la région Sud-Ouest, nous avons sollicité directement les médecins des antennes concernées pour ce recueil.

Enfin, certaines données ont été récupérées grâce au dossier médical informatisé (logiciel centralisé utilisé par le service de santé des armées) ou logiciel unique médico-militaire (LUMM).

Certaines fiches ne précisait pas le type de parachute utilisé lors de l'accident. Dans ce cas, les données ont été récupérées auprès du bureau de la surveillance aérienne de l'ETAP qui a toutes les caractéristiques des sauts.

IV. Analyse des données :

Concernant le critère de jugement secondaire, en cas de blessures multiples lors d'un même saut, seule la localisation de la blessure considérée sur le plan fonctionnel comme étant la plus grave était comptabilisée.

L'ensemble des données a été reporté et analysé via le logiciel Epi Info© version 7. Le masque de saisie est inséré en *annexe 2* et *3*.

La modélisation des résultats a été ensuite réalisée grâce au logiciel Microsoft Office Excel®.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec l'aide du CESP.A.

Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage et comparées entre elles via un test exact de Fisher.

Les variables quantitatives, de par leur distribution non normale, ont été exprimées sous forme de médiane encadrée par leur interquartile 25-75 et comparées entre elles par un test de Mann-Whitney.

Pour l'ensemble des tests réalisés, le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

Troisième partie

Résultats

I. Descriptif de la population étudiée :

I.1. Population :

Du 1^{er} Janvier 2013 au 31 Décembre 2015, nous avons recensé au sein de l'ETAP 71 075 sauts à ouverture automatique. Parmi ces sauts, 56 799 ont été effectués avec l'EPI (79,9%) et 14 276 avec l'EPC (20,1%).

I.2. Cas :

Au sein de notre population, 591 blessés ont été recensés. Vingt blessés ont été exclus devant l'absence de donnée principale (type de parachute utilisé) avec impossibilité de la retrouver. Ainsi les blessures de 571 militaires ont été analysées. Les caractéristiques de cette population de blessés sont résumées dans le tableau suivant (*tableau 1*).

	Effectifs analysés (n)	Médiane	Intervalle interquartile (IQ25-75)
Age (années)	495	26	23-31
Poids (Kg)	474	75	68-80
Taille (m)	470	1,77	1,71-1,81

Tableau 1 : données anthropomorphiques de la population cible.

Parmi les blessés, 6,7% étaient des femmes contre 93,3% des hommes.

L'expérience des parachutistes était classée en fonction du nombre de sauts en OA comptabilisé jusqu'au jour de l'accident. Cent soixante-quatorze parachutistes se sont blessés alors qu'ils effectuaient leur brevet initial (moins de 7 sauts en OA), soit 30,5% des blessés. Lors de l'accident, 208 parachutistes étaient confirmés et comptabilisaient entre 7 et 49 sauts en OA (36,4% des blessés) et 101 parachutistes considérés comme « experts » se sont blessés alors qu'ils comptabilisaient plus de 50 sauts en OA (17,7% des blessés). Cette donnée n'a pu être établie pour 88 blessés (15,4% des blessés).

Parmi les 571 blessés, 216 étaient équipés d'une gaine (37,8% des blessés) alors que 247 effectuaient un saut sans charge supplémentaire (43,2% des blessés). Pour 108 blessés l'équipement emporté lors de l'accident n'était pas précisé (19% des blessés).

Lors de l'accident, 443 blessés sautaient de jour (77,6% des blessés), 62 sautaient de nuit (10,9% des blessés) et pour 66 parachutistes cette donnée n'était pas précisée (11,5% des blessés).

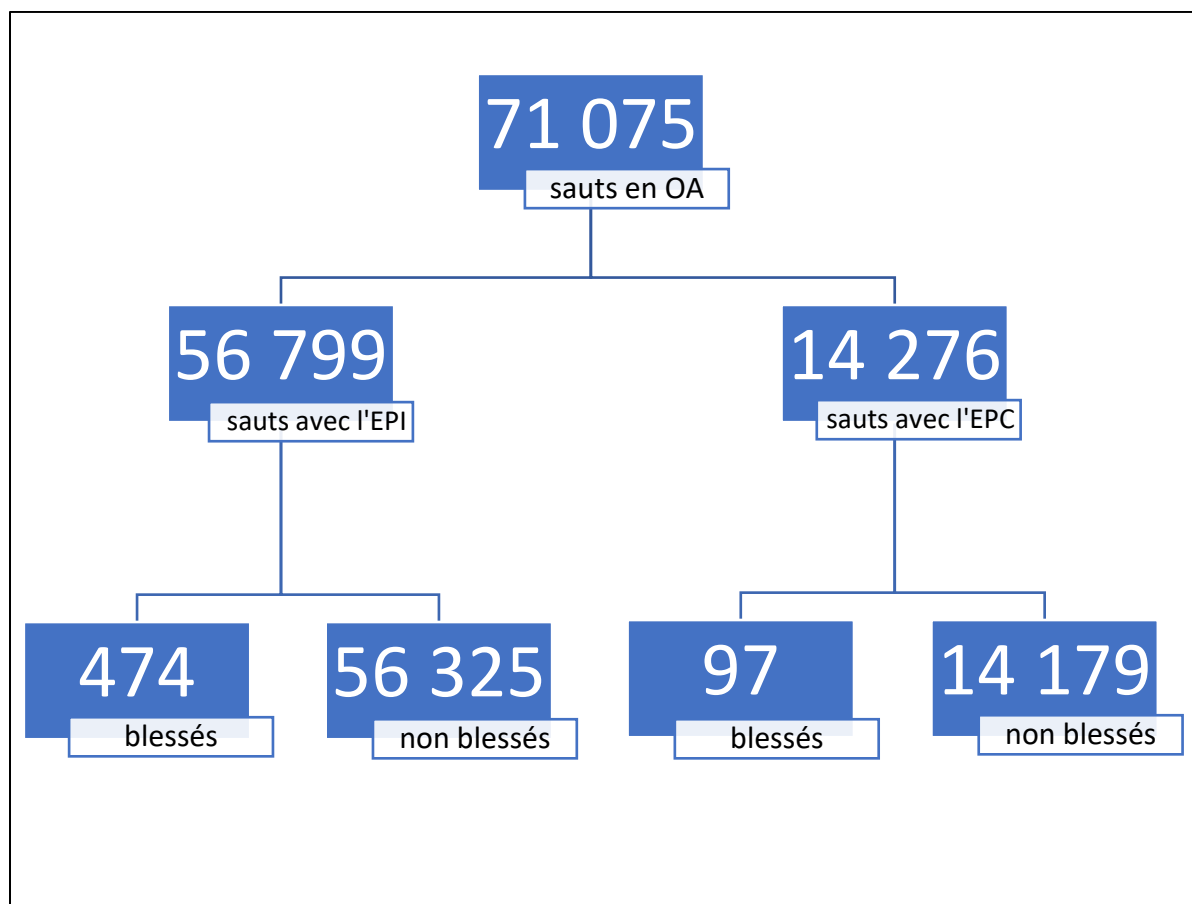


Figure 4 : répartition de la population selon le parachute utilisé et la survenue de blessure.

II. Objectif principal :

Parmi les 56 799 sauts effectués avec l'EPI, 474 parachutistes se sont blessés représentant une incidence de 8,3 blessés pour 1 000 sauts. Parmi les 14 276 sauts effectués avec l'EPC, 97 parachutistes se sont blessés, représentant une incidence de 6,8 blessés pour 1 000 sauts. Ces données sont reportées dans la *tableau 2*.

Modèle du parachute	Blessés	Non blessés	Total	Incidence des Blessés (pour 1 000 SOA)
EPI	474	56 325	56 799	8,3
EPC	97	14179	14 276	6,8
Total	571	70 504	71 075	8,03

Tableau 2 : tableau de contingence.

Le risque relatif d'être blessé lors d'un saut à ouverture automatique avec l'EPC par rapport à l'EPI est de 0,81 avec IC 95% [0,646 ; 1,0142], $p > 0,05$.

III. Objectif secondaire :

Parmi les 571 blessés recensés, nous avons pu localiser la blessure par régions anatomiques pour 519 cas. Seules 3 lésions n'ont pu être affinées secondairement : 1 au niveau du membre inférieur et 2 au niveau du membre supérieur.

Nous allons décrire dans un premier temps la répartition des lésions par segments anatomiques (cf figure 5).

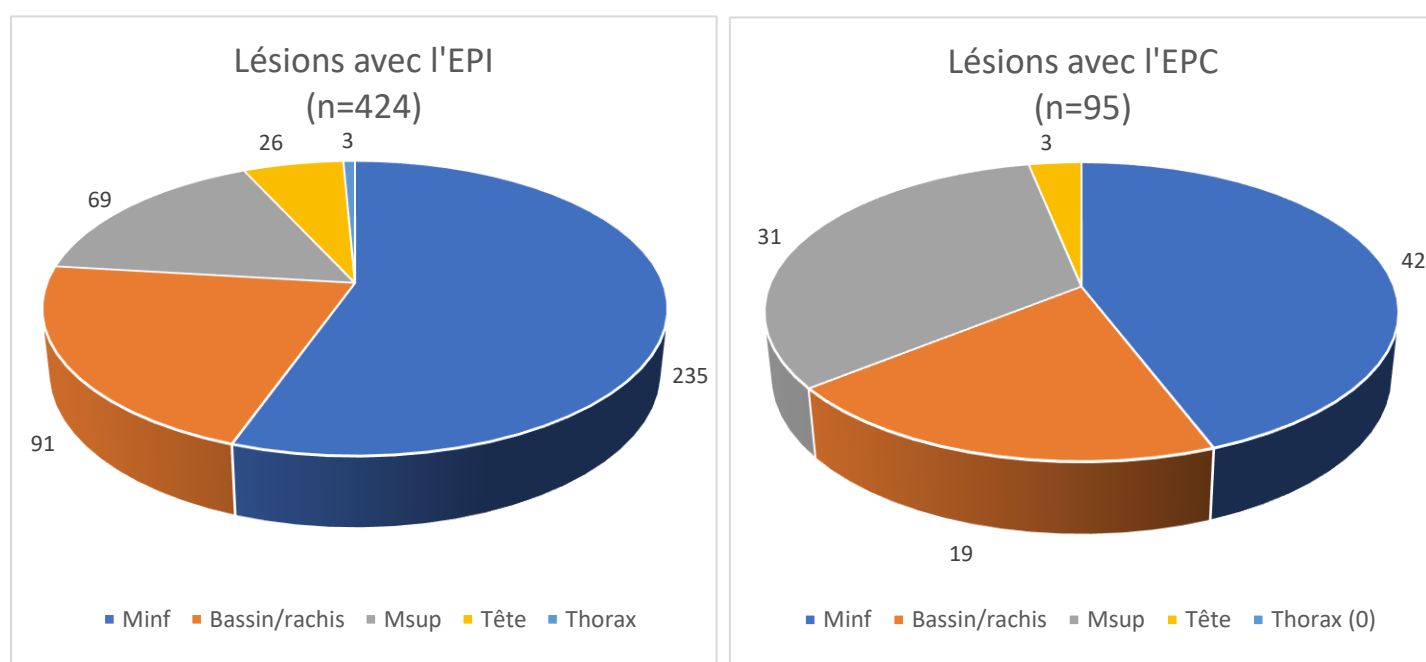


Figure 5 : répartition des lésions par segments anatomiques selon le type de parachute utilisé lors de l'accident.

Dans le groupe de blessés ayant sauté avec l'EPI, le membre inférieur est le segment anatomique le plus souvent lésé regroupant 55,4% des blessures, dont plus de la moitié se situe au niveau de la cheville (125 blessures soit 53,2% des lésions du membre inférieur). Le bassin et le rachis représentent le second segment le plus touché avec 21,6% des blessures. Le membre supérieur arrive ensuite en 3^{ème} position regroupant 16,3% des lésions dont plus de la moitié se situe au niveau de l'épaule (38 blessures soit 55,1% des lésions du membre supérieur). Enfin 6,1% des blessures totales recensées avec l'EPI sont localisées au niveau de la tête et 0,7% au niveau du thorax.

Dans le groupe de blessés ayant sauté avec l'EPC, le membre inférieur reste le segment préférentiellement lésé regroupant 44,2% des blessures totales recensées avec ce système dont la moitié se situant au niveau de la cheville (20 blessures sur 42 soit 47,6% des lésions du membre inférieur). Le membre supérieur représente le second segment le plus touché avec 32,6% des blessures totales dont plus de 87,1% concernant l'épaule (27 lésions sur 31). Le rachis et le bassin arrivent ensuite en 3^{ème} position regroupant 20% des blessures. Enfin 3,2% des lésions recensées avec l'EPC sont localisées au niveau de la tête. Aucune lésion du thorax n'a été déclarée dans ce groupe.

La répartition plus affinée des lésions survenues lors de saut avec l'EPI est décrite dans la figure 6.

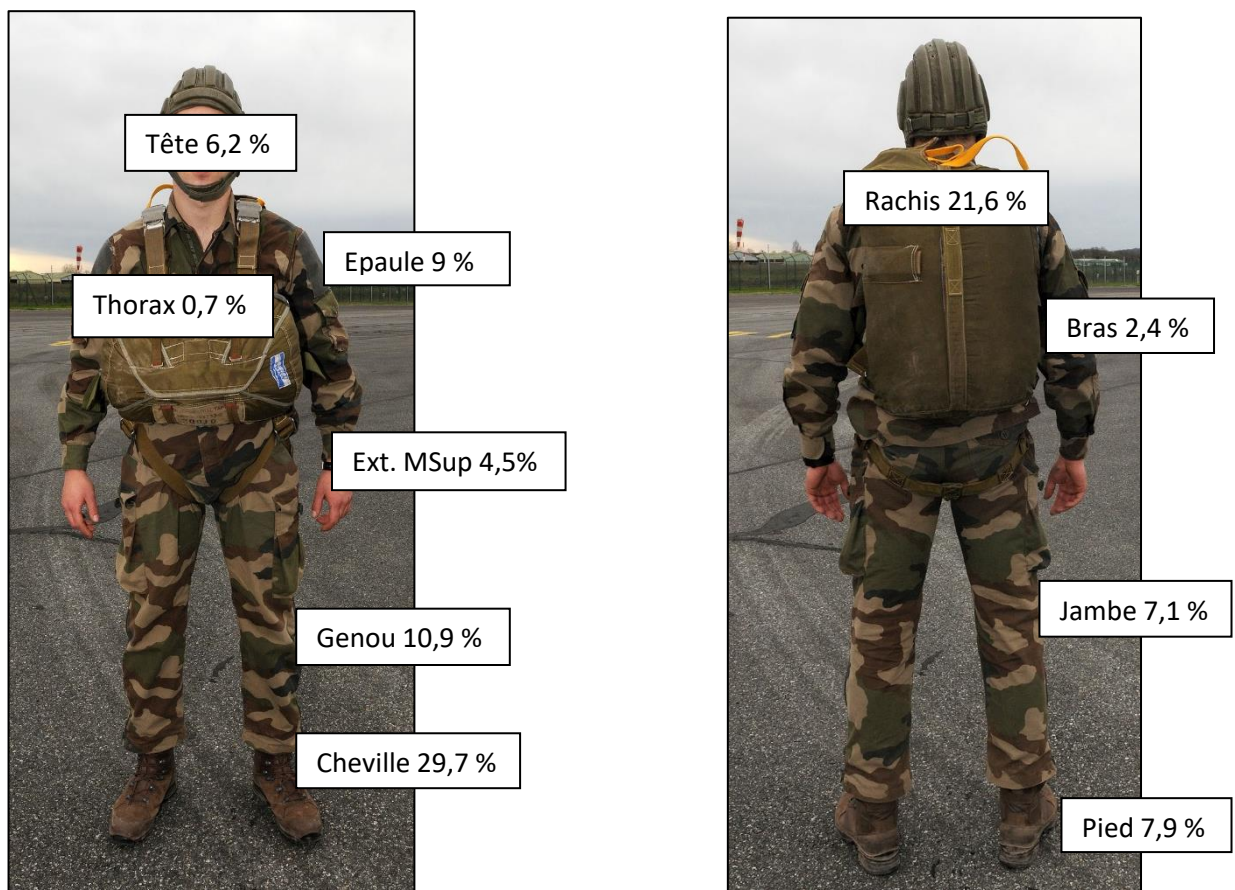


Figure 6 : répartition des lésions lors d'accident de saut en OA avec l'EPI.

Dans le groupe des blessés ayant sauté avec l'EPI, la cheville est le site le plus atteint. Le rachis associé au bassin est ensuite le second site le plus touché. Le genou est le troisième site préférentiellement atteint suivi par l'épaule au 4^{ème} rang. Viennent ensuite par ordre décroissant le pied, la jambe, la tête, l'extrémité du membre supérieur formée par la main et le poignet, le bras et enfin le thorax.

La répartition plus affinée des lésions survenues lors de sauts avec l'EPC est décrite dans la *figure 7*.

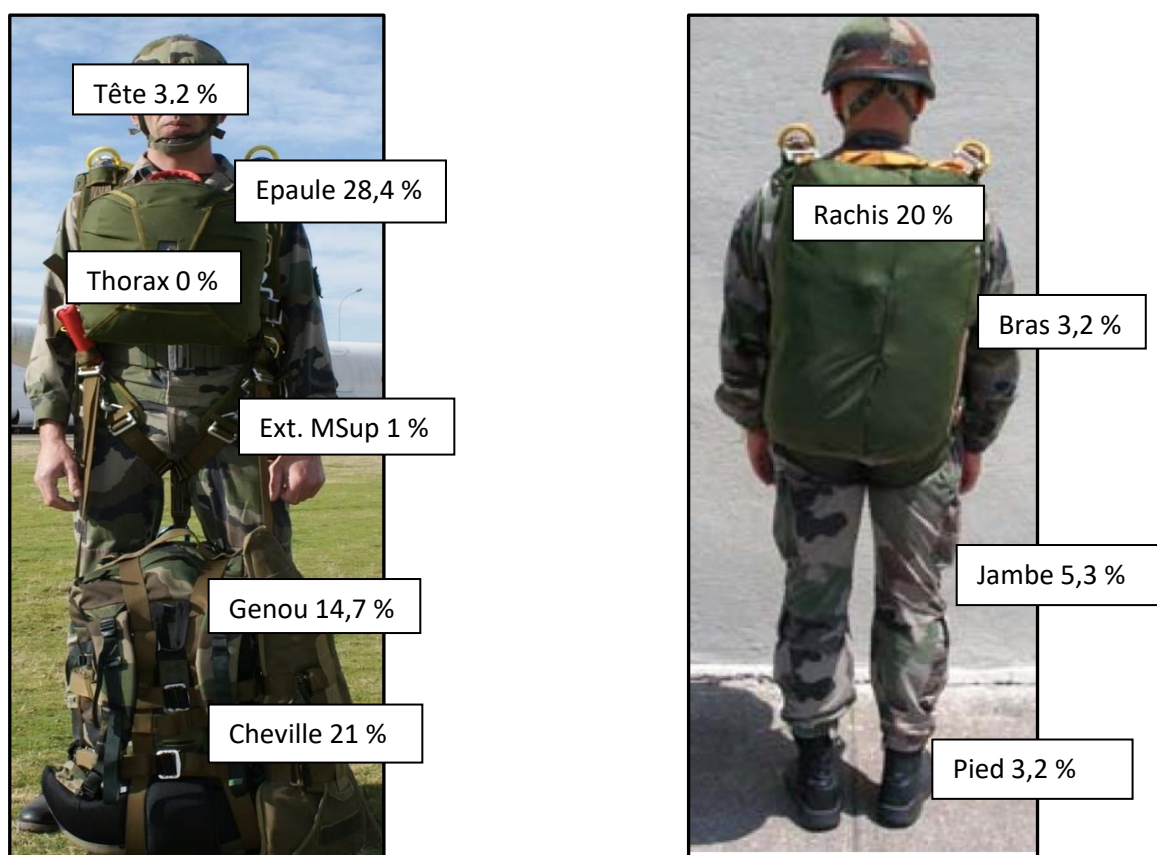


Figure 7 : répartition des lésions lors d'accident de saut en OA avec l'EPC.

Dans le groupe des blessés ayant sauté avec l'EPC, l'épaule est le site préférentiellement atteint. La cheville est le second site le plus touché. Le rachis avec le bassin est le troisième site lésionnel. Le genou arrive ensuite à la 4^{ème} place, suivi par la jambe. Viennent ensuite avec autant de blessures recensées ; la tête, le bras et le pied puis l'extrémité du membre supérieur. Aucune blessure au niveau du thorax n'est recensée dans ce groupe de blessés.

Le *tableau 3* synthétise les données précédemment décrites.

Localisation	EPI (Sur 56 799 sauts)	EPC (Sur 14 276 sauts)	Odds ratio	<i>p</i>
Tête (crâne + face)	26 Soit 0,46/1000 sauts	3 0,21/1000	0,46	0,25
Rachis	91 1,66/1000	19 1,33/1000	0,83	0,55
Epaule	38 0,67/1000	27 1,89/1000	2,83	7,26
Bras	10 0,18/1000	3 0,21/1000	1,19	0,73
Extrémité du MSup (poignet + main)	19 0,33/1000	1 0,07/1000	0,21	1,16
Thorax	3 0,05/1000	0 0	-	-
Jambe	30 0,53/1000	5 0,35	0,66	0,53
Genou	46 0,81/1000	14 0,98/1000	1,21	0,52
Cheville	125 2,20/1000	20 1,40/1000	0,64	0,06
Pied	33 0,58/1000	3 0,21/1000	0,36	0,09

Tableau 3 : nombre de blessures recensées par site anatomique et selon le type de parachute utilisé.

Sans être statistiquement significatif, le calcul de l'odds ratio montre **que l'utilisation de l'EPC tend à réduire le risque de survenue de blessure au niveau de la tête, du rachis, de l'extrémité du membre supérieur, de la jambe, de la cheville et du pied. A contrario, son utilisation entraînerait davantage de lésions au niveau de l'épaule, du bras et du genou comparée aux accidents de sauts survenus avec l'EPI.**

Quatrième partie

Discussion

Nous allons discuter dans un premier temps des **limites et forces de notre étude** puis dans un second temps nous critiquerons nos résultats.

Tout d'abord rappelons que notre travail est le premier à comparer l'accidentologie lors de sauts avec l'EPI et l'EPC depuis la mise en service de ce dernier.

La présence constante d'une équipe sanitaire lors des activités TAP permet un suivi prospectif longitudinal de l'accidentologie en SOA. D'impact scientifique certain, ce modèle a été choisi afin d'atteindre notre objectif principal en accord avec les moyens dont nous disposions. L'objectif secondaire n'a cependant pu être rempli selon cette méthode de recueil. Bien souvent, les blessés étaient orientés vers des structures hospitalières afin de réaliser des examens complémentaires ou réévalués à distance de l'épisode par l'équipe médicale de leur régiment d'origine. Ainsi, un travail rétrospectif a dû être effectué afin de récupérer ces données et de confirmer l'hypothèse diagnostique initiale.

L'ETAP forme quasiment tous les parachutistes des trois armées et de la gendarmerie aussi bien en formation initiale qu'en formation spécialisée. Grâce au cadre réglementé de l'école, le recueil uniforme et systématique des données techniques et médicales a rapidement été mis en place. Choisir l'ETAP comme lieu d'étude permettait de recueillir en un laps de temps réduit un maximum de données concernant des sauts à OA en EPI et EPC réalisés dans des conditions homogènes.

Notre étude a débuté en 2013, date de la mise en place des premiers brevets mixtes EPI/EPC au sein de l'ETAP.

Grâce aux services administratifs chargés de l'organisation et du soutien logistique des activités aéroportées (bureau TAP, pilotage, sécurité aérienne...), l'intégralité des données techniques manquantes a été fournie. Les rares personnels exclus devant l'absence de donnée essentielle (type de parachute) s'expliquent par une erreur d'identité lors du remplissage de la fiche de recueil sur la zone de saut.

Concernant l'objectif secondaire, la perte de données provient initialement du non-remplissage de la partie médicale de la fiche de renseignements en conditions d'urgence. Ces données ont pu être récupérées pour la majorité des patients en consultant leur dossier médical dans leur antenne de référence. Dans certains cas, lorsque les blessés ne reconsultaient pas au sein de leur antenne médicale, les données manquantes n'ont pu être retrouvées. Mis en place depuis 2011, le système informatique « LUMM » était peu efficient sur la période étudiée. Ainsi peu de données ont pu être récoltées via ce système.

Comme dans de nombreuses études (9,17–19) , nous avons choisi de ne comptabiliser qu'une blessure par cas inclus. Bien que ce choix puisse entraîner un biais de confusion dans l'analyse de l'objectif secondaire, nous estimons que la définition non restrictive d'une blessure sur le plan de sa gravité (sont prises en compte autant les luxations que les dermabrasions) compense un biais de sélection. En effet, à la suite d'une blessure le médecin militaire est parfois amené à prononcer des inaptitudes physiques ou sportives. Par peur de ces restrictions, certains militaires ne déclarent pas leurs blessures entraînant un potentiel biais de sélection par sous-déclaration.

Concernant l'analyse de la localisation des blessures, nous avons choisi d'étudier dans un premier temps la répartition globale des lésions par régions anatomiques puis d'affiner secondairement la localisation. L'existence au sein de la bibliographie d'études analysant les blessures soit exclusivement par sites lésionnels (17) soit par segments anatomiques (18–23), ou en associant les deux, justifie notre choix et augmente la comparaison de nos résultats avec ces dernières.

Enfin, il est important de préciser que le choix de l'analyse ne permet pas d'établir un **lien de causalité** entre l'exposition à un facteur de risque (ici le type de parachute utilisé lors de l'accident) et la survenue de blessure lors du saut. L'appariement entre les cas et les témoins, ici entre les parachutistes blessés et non blessés, aurait été nécessaire afin de limiter les biais de confusion liés aux caractéristiques intrinsèques de la population exposée (âge, poids, taille, expérience...). Il en est de même concernant les facteurs de risque extrinsèques auxquels les parachutistes sont soumis (vitesse du vent, type d'avion et de sortie, caractéristiques de la zone d'atterrissage...). L'ajustement de ces derniers selon un modèle de

régression linéaire en analyse multivariée aurait été le modèle statistique requis afin d'établir un lien de causalité en s'affranchissant de ces biais de confusion potentiels. La fiche de recueil de données n'étant remplie que lors d'accident de saut, nous ne disposons cependant pas des données nous permettant ce montage statistique.

En ce qui concerne notre objectif principal, l'analyse de nos résultats montre une **tendance à la réduction de la survenue de blessures** lors de saut avec l'EPC par rapport au saut avec l'EPI de 0,81 avec IC 95% [0,646 ; 1,0142], $p > 0,05$.

Afin de comparer ces données à la littérature, nous avons répertorié de manière non exhaustive les résultats des différentes études publiées sur l'accidentologie en SOA (*figure 8*).

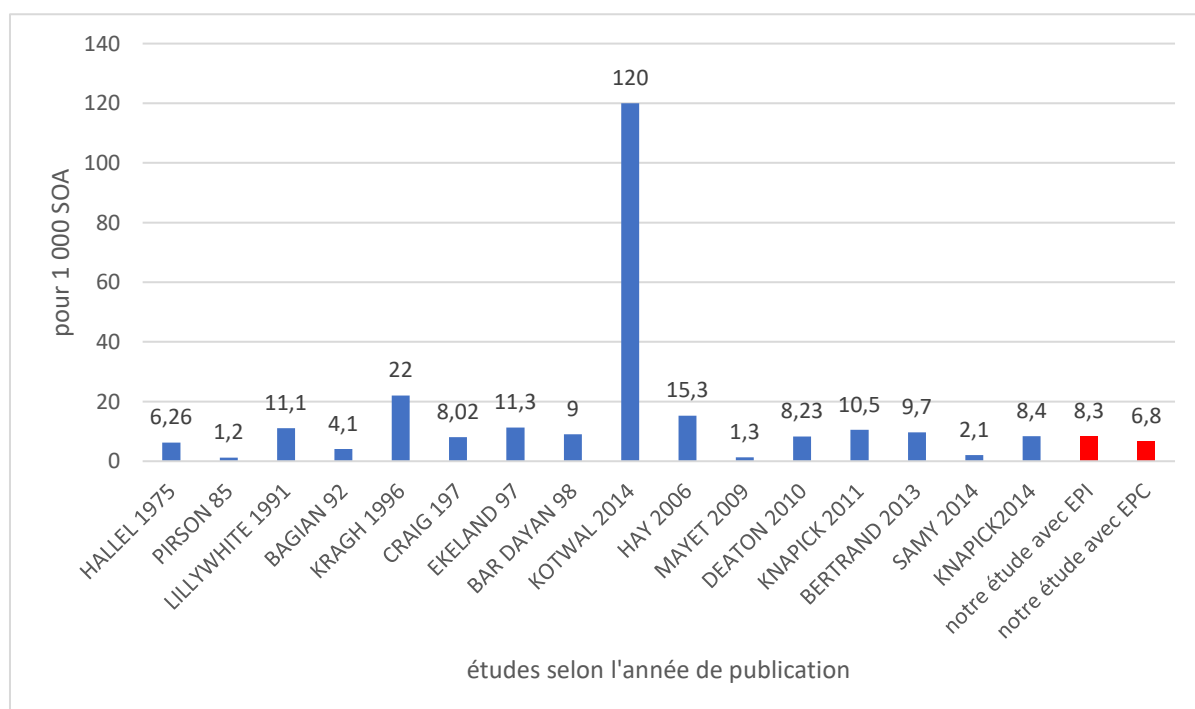


Figure 8 : incidence de survenue des cas pour 1 000 SOA selon les études publiées.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer la disparité mise en évidence entre les différents travaux.

Tout d'abord, comme le soulignait déjà Hallel en 1975 (22) puis Bricknell en 1999 (16), la **non-homogénéité de la définition des cas** rend difficile la comparaison des résultats au sein de la littérature.

En effet, nous avons choisi de prendre en compte toutes les blessures secondaires au saut sans distinction de gravité. Cette même définition est retrouvée dans plusieurs études : Lillywhite (18) en 1991 (Grande-Bretagne), Ekeland (26) en 1997 (Norvège), Deaton (9) en 2010 et Knapick (USA) en 2011 (8) puis 2014 (25). A ce titre, l'incidence de survenue de blessures retrouvée varie entre 8,23 et 11,3 pour 1 000 sauts, ce qui est comparable à l'incidence retrouvée lors de sauts avec l'EPI qui est de 8,3 pour 1 000 et supérieur à celle retrouvée lors de sauts avec l'EPC qui est de 6,8 pour 1 000 (cf *figure 8*). Cependant, certains auteurs ont fait un choix différent. Dans son étude réalisée en France et publiée en 2014, Samy (20) ne recensait que les fractures. Kotwal en 2004 (19) excluait de son analyse toutes les lésions dites légères (contusions, dermabrasions) alors que Mayet en 2009 (23) n'incluait que les accidents ayant entraîné plus de 21 jours d'arrêt de travail ou le décès du parachutiste.

De plus, de **nombreux facteurs influençant la survenue de blessures en SOA** sont admis au sein de la littérature tels que la vitesse du vent, les caractéristiques de la zone d'atterrissage, le cycle nycthémeral, la MTE et le contexte psychologique dans lequel le saut est réalisé. Différents articles détaillent le lien entre ces facteurs et la survenue de blessures.

- Vitesse du vent :

Hallel (22), puis Pirson en 1985 (29) et Knapick en 2011 (8) s'accordaient sur le fait que l'incidence de survenue de blessures, notamment au niveau du rachis, était supérieure lorsque la vitesse du vent augmentait. Dans ces conditions, la vitesse horizontale acquise par le parachutiste entraîne un impact plus violent lors de l'atterrissage avec un risque accru de se faire trainer au sol si la voile reste gonflée.

- Zone d'atterrissage :

Les caractéristiques de la zone de poser semblent avoir un impact sur le taux de survenue de blessures en phase d'atterrissage. Hallel (22) retrouvait une incidence lors de

poser en terrain rugueux jusqu'à 3,2 fois plus élevée que lors de poser en terrain ensablé (18,2 blessures vs 5,7 pour 1 000 SOA ; $p < 0,001$). Dans une étude rétrospective américaine de 1996, Kragh (24) affichait aussi cette tendance, avec un risque relatif de survenue de blessures lors d'un poser sur une piste goudronnée 2,5 fois plus élevé que lors d'un poser sur un terrain plus meuble de type champêtre (31 vs 13 lésions pour 1 000 SOA ; $p < 0,039$).

- Nyctémère :

En 1998, Bar Dayan (17) observait que l'incidence des traumatismes au niveau de la tête avoisinait celle des fractures de la cheville (0,7 pour 1 000 SOA). Il justifiait cette répartition par le fait que 50 % des sauts étaient réalisés de nuit causant par défaut de visibilité et d'estimation des distances, une mauvaise protection de la tête. Il proposait l'hypothèse selon laquelle le vol étant plus stressant dans ces conditions, les parachutistes atterrissaient dans un état de fatigue plus avancé entraînant une réduction de la concentration lors de la phase de poser. Hallel (22), puis Bricknell 24 ans plus tard (6) faisaient la même observation en recensant 2,4 fois plus de blessures lors de sauts de nuit par rapport aux sauts de jour (4,62 lésions pour 1 000 sauts de jour contre 11,25 lésions pour 1 000 sauts réalisés de nuit, $p < 0,001$).

- MTE :

L'emport de charge supplémentaire reste un critère majoritairement décrit comme pourvoyeur de blessures. Le lien entre la MTE et la survenue de traumatismes s'explique aisément par la seconde loi de Newton reprise dans l'étude de Pirson (29) sur l'analyse des facteurs influençant l'incidence de survenue de lésions en SOA. L'explication physique est jointe en annexe (*annexe 4*).

- Contexte psychologique :

En 2004, Kotwal (19) publiait une étude sur l'accidentologie en SOA lors des opérations américaines aéroportées menées en Afghanistan en 2001 et en Iraq en 2003. Il démontrait

que le stress occasionné par les conditions opérationnelles entraînait une explosion de l'incidence de survenue des blessures (76 blessés sur 634 sauts tactiques soit une incidence de 120 blessés pour 1 000 sauts).

Ainsi, devant la non-standardisation de la définition des cas, mais aussi l'existence de nombreux facteurs de risques modifiant l'accidentologie en SOA, la comparaison entre les données de la littérature et nos résultats se doit d'être prudente.

A ce jour, la plus grande revue de la littérature effectuée reste celle de Bricknell (16) comparant pas moins de 15 travaux traitant du sujet à travers 6 pays différents (Belgique, USA, Grande-Bretagne, Israël, Australie, Malaisie). Ce dernier concluait à une incidence moyenne de survenue de 5,6 blessures pour 1 000 sauts en OA ce qui reste inférieur à nos résultats.

Afin de rendre plus spécifique la comparaison en limitant les biais suscités, 2 études réalisées dans des conditions similaires à la nôtre ont été sélectionnées. Dans son travail analysant les blessures au sein de l'ETAP durant le brevet parachutiste, Lacombe (28) retrouvait en 1991, une incidence de 4,7 lésions pour 1 000 SOA avec l'EPI. En 2013, Bertrand (21) recensait les blessures survenues en OA et en OR au sein de l'ETAP afin de comparer l'accidentologie du membre supérieur entre les deux techniques de mise à terre. Son étude mettait en avant une incidence globale de 9,7 blessures pour 1 000 sauts en EPI. Bien que la définition des cas varie d'une étude à une autre, nos résultats (8,3 blessés pour 1 000 sauts avec l'EPI) sont comparables avec ces données.

Concernant l'accidentologie en EPC, l'incidence de survenue de blessures retrouvée dans notre étude était de 6,8 pour 1 000. La comparaison avec les données de la littérature reste délicate puisqu'aucune étude ne s'intéressant à l'accidentologie secondaire au saut avec l'EPC n'a été publiée à ce jour.

Cependant, l'existence de 4 articles construits selon le même principe comparatif, nous permet de mettre en parallèle nos résultats. Leur objectif principal était de comparer l'incidence de survenue de lésions en SOA entre deux modèles de parachute. Bien que ne comparant pas les mêmes parachutes que ceux de notre étude, les différences techniques

entre les parachutes mis en opposition sont de même nature aux différences observées entre l'EPI et l'EPC permettant ainsi d'éclairer nos résultats.

Tout d'abord, l'**augmentation de la surface de la voile** réduit l'incidence de survenue de blessures.

Cette observation se retrouve dans la première étude comparant l'accidentologie entre le parachute 665 et 672 publiée par Pirson (29) en 1985. De porosité identique ($110 \mu\text{m} \pm 15$), de poids quasiment similaires (entre 11 et 12 Kg), tous deux non orientables, ils différaient par la surface de leur voile (60 m^2 pour le 665 contre 74 m^2 pour le 672). Cette différence entraînait une vitesse verticale de descente sous voile à MTE égale (100 Kg) de 6,7 m/s pour le 665 contre 5,6 m/s pour le 672. Dans les mêmes conditions de saut (depuis un avion, de jour, sans charge supplémentaire), le taux de survenue de blessures sévères (fracture, dislocation ou entraînant une hospitalisation d'une durée supérieure à 1 jour) était de 1,90 pour 1 000 sauts avec le parachute 665 contre 0,33 pour 1 000 sauts avec le parachute 672 ; $p < 0,001$.

Secondairement, la **réduction de la porosité** de la voile réduit aussi l'incidence de survenue de blessures.

Partant du principe qu'à vitesse verticale augmentée (cf *Annexe 4*), le risque de blessures à l'atterrissage était plus important, Bagian en 1992 (31) mit en parallèle 2 parachutes de porosités différentes : le P-78 et le Set-10. A MTE égale, équivalente à 300 lbs (soit 136 Kg), le Set-10, de porosité plus faible offrait un taux de chute de 16 Ft/s (soit 4,9 m/s) contre 19,5 Ft/s (soit 5,9 m/s) pour le P-78 de porosité « standard ». Les sauts avec les deux parachutes étaient réalisés dans des conditions identiques (de jour, sans charge supplémentaire, à ouverture retardée, à 2 100 mètres d'altitude). Le taux de survenue de blessures retrouvé dans le groupe de parachutistes ayant sauté avec le parachute de faible porosité était, selon les années, de 4,3 à 17,6 fois moins élevé que celui du groupe de parachutistes ayant sauté avec le P-78 de porosité standard ; $p < 0,007$.

L'augmentation de la manœuvrabilité réduit aussi l'incidence de survenue de blessures en SOA.

En 2010, Deaton (9) analysait l'accidentologie secondaire au SOA en Irak avec un parachute orientable utilisé par les forces spéciales américaines : le SF-10A. Doté de caractéristiques se rapprochant de l'EPC avec notamment une MTE maximale de 181 Kg (400 Lbs), une vitesse verticale de 3,2 à 4,6 m/s et la possibilité d'effectuer un tour complet (360°) sous voile en moins de 4 secondes, l'auteur retrouvait une incidence de survenue de blessures égale à 8,23 pour 1 000 sauts. Réalisée pourtant en territoire Iraquien et en situation opérationnelle, cette incidence ne semble pas supérieure à celles retrouvées dans la littérature en contexte moins stressant (cf *figure 8*).

Enfin, en 2014, Knapik (25) comparait le taux de blessures survenue lors de SOA entre le T-10 et le T-11. Répondant à la nécessité d'une capacité opérationnelle d'emport de charge supérieure aux normes établies pour le T-10, le T-11 fut créé en 1994 et distribué progressivement dans les troupes aéroportées américaines à partir de 2010. Sa voilure, plus grande, permet une réduction de la vitesse de descente passant de 22 Ft/s (soit 6,7 m/s) pour le T-10 à 19 Ft/s (soit 5,8 m/s) pour la version T-11. En analyse multivariée, Knapick retrouvait un risque de blessures avec le T-10 supérieur au T-11 (OR (T-10/T-11) = 1,56 ; IC 95 = 1,28-1,89 ; $p < 0,01$). Les performances des deux parachutes permettent de réaliser un rapprochement entre le T-10 et l'EPI d'une part et le T-11 et l'EPC d'autre part. Ainsi la réduction des lésions observées lors de sauts réalisés avec le T-11 par rapport au T-10 concorde avec celle observée lors de sauts avec l'EPC par rapport à l'EPI dans notre étude.

En s'appuyant sur ces différents articles, les données suggèrent que les modifications techniques appliquées à l'EPC à savoir la diminution de la porosité de la voilure, l'augmentation de sa taille et de sa capacité de manœuvre sont susceptibles d'entraîner une réduction du risque de survenue de blessure durant la phase la plus accidentogène (>70% des blessures) que représente l'atterrissage (26).

Ainsi, la réduction du risque de survenue de blessures observée lors de sauts réalisés avec l'EPC par rapport aux sauts réalisés avec l'EPI est en accord avec les données de la littérature.

Notre objectif secondaire se rapportait à la **répartition topographique des lésions** observées lors de sauts avec l'EPI et l'EPC.

Pour rappel, lors de sauts avec l'EPI les segments les plus atteints étaient, par ordre décroissant le membre inférieur, le rachis/bassin puis le membre supérieur alors que lors de sauts avec l'EPC les segments les plus atteints étaient le membre inférieur puis le membre supérieur et enfin le rachis/bassin.

Alors que l'épaule n'arrivait qu'en 4^{ième} position des sites les plus touchés avec l'EPI après la cheville, le rachis/bassin puis le genou, cette articulation se retrouvait au 1^{er} rang des sites les plus lésés avec l'EPC, devant la cheville, le rachis/bassin puis le genou.

L'ensemble de la littérature française (20,23,25) et étrangère (16,24,28,27) reconnaît le membre inférieur comme segment anatomique le plus sujet aux traumatismes. Selon les études, il regroupe 27 à 80 % des blessures totales observées (30,28). Nos résultats sont donc en accord avec la littérature puisque le **membre inférieur** représente la majorité des lésions soit 55,4% des blessures en EPI et 44,2% des blessures en EPC.

Admis unanimement au sein de la littérature et regroupant jusqu'à 48,5% de la totalité des lésions recensées (16), la majorité des traumatismes concerne la cheville (24,28,31,32,30). Cette répartition s'explique par le mécanisme de poser ; la cheville étant l'articulation principale absorbant le choc lors de la phase d'atterrissage (32). Au sein de notre étude et lors de sauts avec l'EPI, **la cheville** reste le site le plus atteint regroupant 29,7% des blessures. Nos données concernant les sauts réalisés avec l'ancien système de mise à terre sont donc en accord avec la littérature.

Cependant, recensant la majorité des lésions (28,4% des blessures totales) et dépassant la cheville, **l'épaule** est le site préférentiellement atteint lors de sauts avec l'EPC. De ce fait, le **membre supérieur** est la 2^{nde} région anatomique la plus touchée contrairement à l'ensemble de la littérature et aux résultats observés dans le groupe ayant sauté avec l'EPI. Seules 3 études placent le membre supérieur au mieux au 3^{ième} rang des segments les plus atteints (7,19,28).

En 2014 (25), en comparant l'accidentologie lors de sauts avec le T-10 et le T-11, Knapick observait des modifications semblables à celles constatées dans notre étude. Le T-11

réduisait significativement l'incidence de survenue de l'ensemble des blessures excepté au niveau de l'épaule ($RR(T-10/T-11) = 0,91 ; p = 0,79$). Devant la non significativité de ce résultat, il n'apportait cependant aucune explication à cette observation.

En s'appuyant sur l'article de Kirby publié en 1974 (33) sur les blessures secondaires au parachutisme militaire, nous pouvons proposer une hypothèse au nombre croissant de lésions de l'épaule observé. L'augmentation de la longueur de la sangle d'ouverture automatique associée à la mise en place du dispositif absorbeur de choc semblent modifier la préhension du matériel. Alors plus lourde et tirée vers le bas, la sangle se positionnerait par gravité sous le creux axillaire, le long du bord interne du membre supérieur (cf *image 13*).



Image 13 : Mauvaise prise de la sangle d'OA passant à l'intérieur et sous l'épaule (photo de gauche) et prise correcte de la sangle d'OA passant en dehors et au-dessus de l'épaule (photo de droite).

Dans ces conditions, le bras enroulé autour de la sangle, s'étire brutalement vers le haut lors du franchissement du « pas à la porte ». En 1978, Heckman (34) décrivait déjà une lésion du biceps brachial par un mauvais maintien de la SOA. Des lésions identiques secondaires à l'hypothèse proposée ont d'ailleurs été rapportées quelques années plus tard par Bourghli en 2012 (35) et Thompson en 2010 (36) venant ainsi étayer notre supposition. Ces données peuvent aussi expliquer la tendance à l'augmentation de la survenue de blessures observée au niveau du **reste du bras** lors de sauts avec l'EPC ($OR \text{ bras (EPC/EPI)} = 1,19 ; p > 0,05$), par continuité anatomique avec l'épaule.

Dans son article sur le profil lésionnel des parachutistes sautant avec le SF-10A (9) Deaton ne recensait qu'une lésion unique de la **cheville**. Il expliquait ce faible risque par la manœuvrabilité de la voile permettant au parachutiste de s'orienter correctement afin de réaliser un atterrissage conforme aux recommandations (14). Contrairement à l'EPI, l'EPC disposant de cette même capacité d'orientation pourrait expliquer la tendance observée dans notre étude à la réduction du nombre de blessures au sein de cette articulation.

A contrario, aucune explication appuyée par la littérature ne nous permet de justifier la tendance à l'augmentation des lésions observées au niveau du **genou** lors de sauts avec l'EPC par rapport à l'EPI (OR (EPC/EPI) = 1,21 ; $p > 0,05$).

La **tête**, l'**extrémité du membre supérieur**, le **thorax**, la **jambe** et le **piéd** semblent moins fréquemment lésés lors de sauts avec l'EPC par rapport aux sauts avec l'EPI. Cette diminution peut s'expliquer, comme précédemment cité, par la réduction de la force d'impact lors du poser.

Enfin, regroupant 1/5 des lésions totales recensées (21,6 % des lésions avec l'EPI contre 20% avec l'EPC), le **rachis** est la seconde région anatomique la plus touchée lors d'accidents avec l'EPI alors qu'il arrive au 3^{ème} rang avec l'EPC. Dans la littérature et selon les articles, cette région se retrouve à des rangs similaires avec des proportions de blessures comparables à nos résultats et fluctuant entre 11 et 28,5 % (7,28). Cette diminution peut s'expliquer, comme précédemment cité, par la réduction de la force d'impact lors du poser.

Malgré un seuil de significativité non atteint, notre analyse suggère une **association entre l'utilisation de l'EPC et les résultats obtenus en termes d'incidence de survenue de blessures et de modifications de la répartition lésionnelle**.

Conclusion :

Ce premier travail comparatif met en évidence une tendance globale à la réduction de la survenue de blessures lors de sauts avec l'EPC de 0,81 ($p>0,05$) par rapport au saut avec l'EPI. Ainsi, il semblerait que le nouveau système de mise à terre soit, comme attendu, moins pourvoyeur de blessures pour nos parachutistes.

Toutefois, l'utilisation de l'EPC semble aussi modifier la répartition des lésions lors d'accident de saut. Si le membre inférieur reste le segment préférentiellement atteint avec l'EPC, le membre supérieur devient la 2nde région la plus lésée et l'épaule le premier site touché, relayant la cheville à la seconde place.

Les blessures de l'épaule sont particulièrement incapacitantes autant sur le plan de la durée des arrêts de travail que de l'indisponibilité opérationnelle qui en découlent. De plus, ces blessures survenaient presque exclusivement à la sortie de l'avion. Cette étude a permis d'alerter le commandement de l'ETAP sur le lien potentiel entre la survenue de ces lésions et la mauvaise prise de la sangle d'OA lorsque le parachutiste sort d'avion. En réponse à cette hypothèse, des modifications ont été apportées avec la création d'un nouveau type de sortie dite « 1.5 », créée et enseignée à l'ETAP, offrant plus de temps au parachutiste lors du passage à la porte de l'aéronef. Cette modification devrait permettre une sortie de meilleure qualité qui laisse le temps au largueur de mieux brasser la sangle d'OA loin du bras du parachutiste permettant ainsi de réduire les blessures de l'épaule. Des études complémentaires devront être réalisées afin d'évaluer l'efficacité de ces modifications de la technique de sortie sur la réduction de l'accidentologie lors de SOA.

Présent sur les zones de saut, le médecin généraliste est au premier plan du soutien des activités physiques et sportives des militaires. Sa connaissance de la traumatologie spécifique à ces pratiques est essentielle dans le cadre de la prise en charge thérapeutique des traumatismes liés au saut. Il s'impose aussi comme un acteur central dans la prévention des blessures de par son rôle de conseiller auprès du commandement avec pour objectif une diminution des arrêts thérapeutiques et des restrictions d'activité.

Bibliographie :

1. Bourdès A. Le parachute et les militaires. Forces Armées Françaises. 1973;7:32-43.
2. Edme M. La chute libre dans l'armée de terre. Armées. 1967;68:2-1 1.
3. Pierre Sergent. Histoire mondiale des parachutistes. Société de Production Littéraire. Paris. 1974.
4. Kaufman KR, Brodine S, Shaffer R. Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. American journal of preventive medicine. 2000;18:54-63.
5. Bricknell MC. Is service with the parachute regiment bad for your health? Occupational medicine. 1997;68:710-4.
6. Bricknell MC, Amoroso PJ, Yore MM. What is the risk associated with being a qualified military parachutist? Occupational medicine. 1999;49:139-45.
7. Hay ST. Parachute injuries in the Australian Airborne Battle Group in 2004. Australian Defense Force Health. 2006;7:73-7.
8. Knapik JJ, Steelman R, Grier T, Graham B, Hoedebecke K, Rankin S, Klug K, Proctor S, Jones BH. Military parachuting injuries, associated events, and injury risk factors. Aviat Space Environ Med. 2011;82:797-80.
9. Deaton T, Roby J. Injury profile for Airborne Operations utilizing the SF-10A maneuverable parachute. Journal of special operations medicine. 2010;10.
10. Note de la DGA/DO/UM TER relative à la compatibilité EPC avec FELIN. Balma. 2015 Août 26.
11. Ministère de la défense et des anciens combattants, structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres. Notice de fonctionnement parachute dorsal d'arme de l'ensemble de parachutage du combattant TAP EPC-PP. 2012.
12. Ministère de la défense, Direction Centrale du Service de Santé des Armées : sous-direction action scientifique et technique ; bureau aptitude médicale et expertise. Instruction ministérielle n° 2100 relative à la détermination de l'aptitude médicale à servir du 1^{er} octobre 2003 (BOC p 7118). Modifiée par l'instruction n° 343/DEF/DCSSA/AST/AME du 8 février 2008 (BOC n°21 du 6 juin 2008, texte 3).
13. Ministère de la défense, Direction Centrale du Service de Santé des Armées : sous-direction action scientifique et technique ; bureau aptitude médicale et expertise. Instruction ministérielle n°700 relative à l'aptitude médicale à la pratique du parachutisme militaire du 9 juillet 2008. (BOEM 620-4).
14. Ministère de la défense, Etat-major des armées, division emploi. Instruction relative à l'obtention des brevets, certificats d'aptitude et qualifications parachutistes de spécialisation (1/2), Publication interarmées PIA-3.2.1.2(A)_BCQ-PARA(2013). 2015.
15. Ministère de la défense et des anciens combattants, structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres. Notice de fonctionnement Parachute dorsal d'arme de l'ensemble de parachutage individuel.

16. Bricknell MC, Craig SC. Military parachuting injuries: a literature review. *Occupational Medecine*. 1999 Jan;49(1):17-26.
17. Bar-Dayan Y, Shemer J. Parachuting injuries : A retrospective study of 43,542 military jumps. 1998 Jan;163(1):1-2.
18. Lillywhite LP. Analysis of extrinsic factor associated with 379 injuries occurring during 34,236 military parachute descents. *JR Army Med Corps*. 1991;137:115-121.
19. Kotwal RS, et al. Army ranger casualty, attrition, and surgery rates for airborne operations in Afghanistan and Iraq. *Aviat Space Environ Med*. 2004 Oct;75(10):833-840.
20. Samy J, Queyran X, Aigle L. Fractures induites par le saut à ouverture automatique. Études des blessés sur 4 ans et 44000 sauts suivis au centre médical des armées de Calvi. *Médecine et Armées*. 2014;42:163-70.
21. Bertrand L, Facione J, Chapus J-J, Lagauche D. Upper Limb Traumatic Accidents among French Paratroopers. A Review of 266 Accidents which Occurred at the Paratrooper School between 2000 and 2007. *Médecine et Armées*. 2013 Avr;41(2):183-9.
22. Hallel T, Naggan L. Parachuting injuries: a retrospective study of 83,718 jumps. *Journal of traumatology*. 1975;15(1):14-9.
23. Mayet A, Bay C, Salivas A, Verret C. Accidents de parachutisme dans les unités aéroportées de la région terre sud-ouest 2004-2005. *Médecine et Armées*. 2009;37(1):3-9.
24. Kragh JF, Amoroso PJ, Jones BH, Heekin RD. Parachuting injuries among Army rangers : a prospective survey of an elite airborne battalion. *Mil Med*. 1996;161:416-9.
25. Knapik J, Steelman R, Hoedebecke K, Rankin S, Klug K, Collier K, et al. Injury incidence with T-10 and T-11 parachutes in military airborne operations. *Aviat Space Environ Med*. 2014 Déc;85(12):1159-69.
26. Ekeland A. Injury in military parachuting: a prospective study of 4499 jumps. *Injury*. 1997;28(3):219-22.
27. Craig C, Morgan J. Parachuting injury surveillance, Fort Bragg, North Carolina, May 1993 to Decembre 1994. *Mili Med*. 1997 Mar;162:162-4.
28. Lacombe J. Accidents traumatiques au cours de la préparation militaire parachutiste. *Médecine et Armées*. 1991;19:603-7.
29. Pirson J, Verbiest E. A study of some factors influencing military parachute landing injuries. *Aviat Space Environ Med*. 1985;56:564-7.
30. Ellisgaard N, Ellitsgaard VC. Injury producing factors in sport parachuting. *J Sports Med*. 1989;29:405-9.
31. Bagian JP. Comparaison of parachute landing injury incidence between standard and low porosity parachutes. *Aviat Space Environ Med*. 1992;63:802-4.
32. Ellisgaard N, Warburg F. Movements causing ankle fractures in parachuting. *Br J Sports Med*. 1989;23:27-9.

33. Kirby NG. Parachuting injuries. *Journal of the Royal Society of medicine.* 1974;67:17-21.
34. Heckman JD, Levine MI. Traumatic closed transection of the biceps brachii in the military parachutist. *J Bone Joint Surg.* 1978;60A:369-372.
35. Bourghli A, Fabre A. Proximal end clavicle fracture from a parachute jumping injury. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012 Apr;98(2):238-41.
36. Thompson D. Scapula fracture secondary to static line injury in a 22 year-old active duty soldier. 2010;10(4):41-4.

Annexe :

ACCIDENT DE SAUT AUTOMATIQUE A L'ETAP

CARACTERISTIQUES DU PATIENT :

- Nom, prénom : Sexe : Unité :
- Age : Taille : Poids :
- Nb total de sauts (y compris ce saut) :
- Nb de jours depuis le dernier saut :
- Nb de sauts dans la journée :

CARACTERISTIQUES DU SAUT :

- Date : Lieu :
- Hauteur de largage :
- Avionnage :
Nombre de sautants/ avion : Nombre de blessés :
Nombre de sautants/ passage : Nombre de blessés :
- Type de saut : Jour Entretien (ETAP, SERTAP...)
 Nuit Formation initiale
 Gaine : Formation spécialisée (CDG, CDS)
- Type de parachute : EPI (Ensemble parachute individuel) EPC (Ensemble parachute combattant)
- Type d'accident : Avant la phase d'ouverture
 Après la phase d'ouverture
 Défaillance du parachute durant le vol
 Problème à l'atterrissage
 Déventement
 Rafales à l'atterrissage

CONDITIONS METEO/ VITESSE DU VENT :

CARACTERISTIQUES MEDICALES : Descriptif des lésions :

TRAITEMENT :

- Sur place Evacuation sur structure hospitalière
- Au CMA Hospitalisation :

DEVENIR :

Nombre de jours d'arrêt de travail (estimation) :

Nombre de jours d'incapacité au saut (estimation) :

Numéro Patient

Caractéristiques Patient :

Sexe Homme Femme

Age Taille en mètre Poids en Kg IMC

Nombre total de saut OA (inclus saut de l'accident) Nombre de jours depuis dernier saut OA

Nombre de saut OA dans la journée

Caractéristiques Parachute :

Type EPI EPC

Caractéristiques du Saut :

Lieu/DZ Gaine

Moment de la journée Jour Nuit

Type de saut Entretien Formation initiale Formation spécialisée (CDS/CDG)

Type d'aéronef Transall Atlas Casa Non renseigné Hercule

Caractéristiques Accident :

Circonstances de l'accident Problème SOA Accrochage avion Choc direct contre avion Défaillance parachute pendant le vol Déventement Atterrissage Avant ouverture SP

Remarques (accrochage avec un autre para, membre pris dans une suspenste...)

Conditions météo Vitesse du vent (m/s)

Annexe 2 : masque de saisie de données crée dans le logiciel epi info (page 1 /2)

Caractéristiques Médicales :

Localisation

- Membre inférieur
- Membre supérieur
- Rachis
- Thorax
- Abdomen
- Bassin
- Crâne
- Face

Localisation Membre Inférieur

- Pied
- Jambe
- Cheville
- Genou

Localisation Rachis

- Cervical
- Thoracique
- Lombar
- Sacré

Localisation Membre Supérieur

- Epaule
- Poignet
- Bras
- Main

Localisation Multiple

Diagnostic Initial

- Fracture
- Entorse
- Contusion
- Abrasion/Lacération/Brûlure
- Luxation
- Trauma crânien/Commotion cérébrale
- Lésion musculo-tendineuse

Diagnostic Final

- Fracture
- Entorse
- Contusion
- Abrasion/Lacération/Brûlure
- Luxation
- Trauma crânien/Commotion cérébrale
- Lésion musculo-tendineuse

Diagnostic Initial (CIM 10)

Code CIM 10

Diagnostic Final (CIM 10)

Code CIM 10

Lésion secondaire (si localisation multiple) (CIM 10)

Code CIM10

Traitement

Evacuation sur Structure Hospitalière

Hospitalisation

Conséquences Initiales de l'accident

Nombre de jours d'arrêt de travail estimé

Nombre de jours d'innaptitude TAP estimé

Conséquences Finales de l'accident

Nombre de jours d'arrêt de travail

Nombre de jours d'innaptitude TAP

Loi de Newton :

$$F = 0,5mv^2$$

Où :

- F est la force d'impact au sol résultante de la transformation de l'énergie cinétique
- v est l'énergie cinétique du parachutiste acquit lors de sa chute ;
- m est la MTE.

v se décompose en deux vecteurs ; l'un vertical (Vc) et l'autre horizontal (force du vent).

Or la composante verticale se traduit par l'équation suivant :

$$Vc = \sqrt{(mg)Ak^{-1}}$$

Où :

- g est la constante gravitationnelle
- A est la projection au sol de la surface de la voile
- k une constante.

Annexe 4 : interaction MTE/traumatisme décrite selon Pirson (29)