

Université Grenoble Alpes

Diplôme Inter-Universitaire de Médecine et d'Urgences en  
Montagne

Année 2020-2021

**La sécurité  
dans  
l'hélicoptère médicalisé  
en montagne**

MEMOIRE

Présenté par

**Dr Décarsin Baptiste**

**En vue de l'obtention du DIUMUM**



# Table des matières :

<b>I</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>II</b>	<b>INCIDENTS, ACCIDENTS.....</b>	<b>6</b>
	1) Incidents.....	6
	2) Accidents.....	11
<b>III</b>	<b>ELEMENTS MATERIELS CONSTITUTIFS DU VOL.....</b>	<b>15</b>
	1) Hélicoptère, Caractéristiques générales.....	15
	2) Limites et Particularités.....	16
	a) Réglementations du vol hélicoptère.....	16
	b) Météorologie et Reliefs.....	16
	c) Puissance de l'hélicoptère.....	17
<b>IV</b>	<b>ELEMENTS MATERIELS CONSTITUTIFS DU TREUILLAGE.....</b>	<b>17</b>
	1) LeTreuil.....	17
	a) Caractéristiques générales.....	17
	b) Limites et particularités.....	21
	c) Pannes et systèmes de sécurité.....	22
	2) Le matériel technique de sauvetage.....	22
	a) Interfaces de treuillage.....	22
	b) Brancard hélitreuillable.....	24
	c) Triangle/Sangle d'évacuation.....	24
	d) Poulie Pro Traction.....	24
	3) Le matériel médical.....	25
	a) Equipement médical du personnel treuillé.....	25
	b) Problèmes médicaux posés par le vol hélicoptère et l'hélitreuillage.....	25
	c) Contraintes imposées aux matériels de réanimation.....	27
	d) Conditionnement du patient.....	28
	4) Les moyens de communication.....	28
<b>V</b>	<b>INDICATIONS ET TECHNIQUES DE L'HELITREUILLAGE.....</b>	<b>29</b>
	1) Briefing de mission.....	29
	2) Arrivée sur site.....	30
<b>VI</b>	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>31</b>
<b>VII</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>34</b>
<b>VIII</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>35</b>
<b>IX</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>41</b>

## Liste des ABREVIATIONS :

- **ACR** : Arrêt Cardio-Respiratoire
- **BEA-E** : Bureau d'Enquête Accident Etatique
- **CODIS** : Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
- **CROSS** : Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage
- **CRS** : Compagnie Républicaine de Sécurité
- **DAG** : Détachement Aérien de Gendarmerie
- **DZ** : Drop Zone
- **EC** : EuroCopter
- **EGM** : Escadron de Gendarmerie Mobile
- **GMSP** : Groupement Montagne des Sapeurs Pompiers
- **Hz** : Hertz
- **IFR** : Instrumental Flight Rules
- **JVN** : Jumelles à Vision Nocturne
- **km/h** : Kilomètre par heure
- **kg** : Kilogramme
- **m** : Mètre
- **MAM** : Mal Aiguë des Montagnes
- **MBO** : Mécanicien Opérateur de Bord
- **mm** : Millimètre
- **m.s** : Mètre par seconde
- **PI** : Peloton d'Intervention
- **PCI** : Perte de Connaissance Initiale
- **PGHM** : Peloton de Gendarmerie de Haute-Montagne
- **RETEX** : Retour d'Expérience
- **RCP** : Réanimation Cardio-Pulmonaire
- **SAF** : Secours Aérien français
- **SAMU** : Service d'Aide Médicale Urgente
- **SAR** : Search And Rescue
- **SMUH** : Service Médical d'Urgence Hélicopté
- **TC** : Traumatisme Crânien
- **VFR** : Visual Flight Rules
- **VSAV** : Véhicule de Secours et d'Assistance aux Victimes

# I- INTRODUCTION

L'hélicoptère est une technique utilisée pour la première fois dans les années 1952-1953, par les militaires américains lors de missions SAR (Search and Rescue) au cours de la guerre de Corée afin de réaliser le sauvetage de leurs pilotes d'avions. Cette technique a été utilisée comme moyen d'évacuation sanitaire 2 ans après l'apparition de l'hélicoptère lors de la guerre d'Indochine.

Les évacuations sanitaires hélicoptères sont, en France, développées par notre armée lors de la guerre d'Algérie en 1956, où apparaissent les hélicoptères à turbines (ALOUETTE II et III) qui supplantent ceux à pistons. Puis inaugurées en montagne par l'armée de l'air française lors d'un secours au Mont-Blanc à la suite d'un accident aérien en 1957.

En 1967, les treuils mécaniques apparaissent, remplaçant ainsi les versions hydrauliques inefficaces en montagne.

Il faudra attendre les années 70 pour la réalisation du premier secours alpin hélicoptère, au sommet de l'Eiger pour un patient présentant une fracture de jambe en paroi.

Par la suite, à partir de 1973, la médicalisation des secours lors d'opérations en montagne devient de plus en plus systématique. Et l'hélicoptère occupe une part non négligeable de ces opérations de secours.

Bien que rares, les incidents et accidents lors d'hélicoptère existent.

Ils justifient l'évolution des mesures de sécurité, d'autant plus qu'ils mettent en jeu des vies humaines.

L'objectif de notre étude est de faire le point sur les incidents et accidents survenus lors d'un hélicoptère ainsi que les mesures de sécurité nécessaires pour les éviter.

Nous allons donc aborder les éléments matériels constitutifs du vol (hélicoptère), de l'hélicoptère (treuil, câble, harnais, matériels médicaux) ainsi que leurs limites et contraintes, mais aussi les systèmes de sécurité existants.

## II- INCIDENTS, ACCIDENTS

Peu d'accidents existent, cependant de multiples incidents ont eu lieu lors de treuillage.

Nous allons prendre pour exemples certains RETEX lors d'interventions avec le département aérien de la gendarmerie (DAG) comme avec le groupement hélicoptéré de la sécurité civile (GHSC). Sont aussi utilisé, les rapports du bureau d'enquêtes accidents pour la sécurité aéronautique d'état (BEA-E)[1]. Participaient à ces exercices ou secours, des personnels des pelotons de gendarmerie de haute montagne (PGHM), de la compagnie républicaine de sécurité (CRS) Montagne ou du groupe montagne des sapeurs-pompiers (GMSP).

### 1) INCIDENTS

**-Juillet 2003** : perte d'un cadavre lors d'un treuillage avec utilisation du « sac dévidoir »

**-Juin 2005** : incident en exercice : lors d'un exercice de treuillage avec des membres du PGHM, une perturbation aérologie engendre une perte de hauteur de la machine et un enfoncement du treuil. Conséquence : le secouriste hélitreuillé a été trainé sur plusieurs dizaines de mètres. Aucune blessure grave n'est occasionnée.

**- Mars 2007** : lors du treuillage d'un gendarme en exercice, le MBO constate à l'arrivée au patin que la ligne antistatique fait le tour de la « bouée » rouge, que le crochet est maintenu en deux endroits au harnais et que le câble du treuil est bloqué par la longe.

Piste de réflexion : les mousquetons de la plaque SIMOND® pourraient être de couleurs différentes afin de bien les différencier en fonction de leur utilisation.

**-Avril 2009** : Accrochage intempestif de l'interface de treuillage dans le câble du télécabine lors d'un exercice. Déformation immédiate du mousqueton alors que le treuil est en tension.

**-Juin 2010** : Secours pour des alpinistes bloqués en pleine paroi sur une vire dans le Grépon suite à une erreur dans la voie de descente en rappel. A noter que les conditions météorologiques sont peu favorables avec une nébulosité importante.

La décision est prise de déposer un secouriste au plan de l'Aiguille pour gagner en réserve de

puissance. Pendant ce temps, l'approche devient impossible par le haut comme par le bas, raison pour laquelle l'équipage part traiter une nouvelle alerte sur l'arrête des hirondelles. A leur retour une nouvelle tentative est entreprise, avorté de nouveau en raison de la nébulosité.

A 22h30, les conditions sont favorables, l'EC 145 décolle de la DZ des bois avec un seul secouriste à son bord afin de garder de la réserve de puissance disponible au niveau de la machine. Le secouriste est déposé suite à un treuillage d'une soixantaine de mètres sur la vire où les alpinistes doivent avoir préparé un relais. Il est alors prévu d'évacuer en premier les 2 alpinistes puis le secouriste avec le matériel (sacs). Après accroche du treuil, lors du départ en translation, le secouriste annonce qu'il est « accroché ». Pensant alors que l'hélicoptère est relié à la paroi par l'assurance du secouriste, la translation est stoppée et le pilote revient vers la paroi. Dans le même temps le mécanicien arrête la remontée de la charge. En réalité 3 personnes sont au bout du treuil, non solidaire de la paroi. A l'arrivée au patin, le MBO se rend compte que le secouriste est sous les 2 assistés, relié à eux par la sangle qui leurs servait d'assurance et celle qui coiffait le becquet.

Le MBO récupère alors toutes les interfaces disponibles afin de confectionner une longe de fortune qu'il accroche à son baudrier et lance au secouriste de manière à lui offrir une bonne assurance. La porte est ouverte, de la buée se forme sur l'intérieur du plexiglas empêchant la visibilité.

L'hélicoptère redescend ainsi jusqu'à la DZ des bois, à faible vitesse, avec un faible taux de chute, afin d'éviter tout à coup.

En réalité après un débriefing à vif, les alpinistes n'avaient pas préparé de relais pour accueillir le secouriste. Celui-ci s'est donc « vaché » à la sangle d'assurance des personnes, dont l'amarre est passée autour d'un becquet. Au moment de la mise en tension des deux assistés, le secouriste voulait ainsi couper la longe d'assurance. Mais celle-ci lui échappe et heureusement il ne peut la couper. Il se retrouve ainsi pendu avec tous les sacs sous les assistés, accroché à eux par la chaîne que forme sa longe de sécurité, la sangle qui était autour du becquet et la longe des assistés.

Pistes de réflexions :

-Se méfier des assurances par longe ou dispositif qui coiffe, car sous l'effet de la traction vers le haut, ce dispositif prévu pour assurer par pesanteur n'est plus efficace.

-Communication secouriste/équipage primordiale !!!

**-Juillet 2011** : Alors que le 3<sup>ème</sup> treuillage d'un secours est en cours, le fessier de la patiente (treuillée seule) heurte la vire suite à la perte de puissance des moteurs de l'hélicoptère. Par la suite, des oscillations majeures se forment le temps que la machine soit stabilisée en limitant au maximum la perte d'altitude.

**-Janvier 2012 :** Lors d'un entraînement, en début du treuillage, un à-coup latéral gauche brutal est ressenti (sans conséquence au niveau de la tenue machine et des paramètres de vol) ...

Le médecin a pris appui avec les pieds sur le patin, s'est accroupi avec le câble en tension puis s'est soudainement redressé et a sauté dans le vide sans prévenir. Il s'est ainsi retrouvé suspendu juste sous la machine en bout de câble. Il a normalement été descendu jusqu'au sol où il est récupéré par le mécanicien assurant sa sécurité. A posteriori le crochet du treuil est inspecté, 2 déformations sont constatées. Le câble a dû être changé et le harnais réformé.

**-Aout 2013 :** Evacuation de deux alpinistes au sommet du Grand Capucin. Alors que le secouriste est vaché au relais (entre les 2 alpinistes) mais encore accroché au treuil, plusieurs perturbations aérologiques ascendantes et d'enfoncements, engendrent une tension du câble qui soulève le secouriste et l'arrache du relais par rupture de sa longe d'assurance. Le frein du treuil n'est pas endommagé lors de la traction. La mission est abandonnée.

Piste de réflexion : un dispositif fusible tel le LEZARD® aurait été nécessaire (développement en cours de finalisation à cet époque).

**-Avril 2015 :** Bris de plexiglas de la porte coulissante à la suite d'une remontée de matériel au treuil.

**-Juin 2015 3h :** secours aux JVN à la suite d'une chute sur rappel en paroi. Après conditionnement de la victime avec collier cervical, attelle cervico-thoracique (type KED®) et culotte KONG®, la décision est prise d'utiliser le Lezard® pour l'évacuation. Lors du déjaugeage et la remontée d'un secouriste avec la victime, le second se rend compte que la corde de rappel s'enroule autour du pied de la victime. Echec de la communication radio du second secouriste demandant l'arrêt du treuillage. Il y a donc mise en tension du treuil vers le haut et de la corde vers le bas, commençant à faire sauter le relais sur lequel le second secouriste et le guide sont restés. Par chance le secouriste a le temps de couper la corde.

**-Mai 2016 :** Secours auprès d'une victime de 70 ans ayant chuté d'une trentaine de mètres en contre-bas d'un sentier de randonnée. La victime est en arrêt cardio-respiratoire (ACR), en cours de réanimation cardio-pulmonaire (RCP) par 2 secouristes avant l'arrivée des secours hélicoptés.

Le treuillage est effectué à 5 mètres de hauteur en fonction de la configuration des lieux et les rafales de vents. Un des sacs médicaux présente 2 anses qu'il est nécessaire de relier par une sangle et un

mousqueton avant de le fixer au crochet du treuil. Lors de la descente du sac médical, après arrimage et mise en tension sur le crochet du treuil, le sac tombe sur le personnel devant le réceptionner en bas et ne regardant pas l'hélicoptère à ce moment précis. Aucun blessé n'est à déplorer.

En regardant le treuil, le MBO constate que le mousqueton avec la sangle sont toujours présents dans le crochet. En réalité, il s'avère que lors de la préparation du matériel, le mousqueton n'a été attaché qu'à un bout de la sangle. L'ensemble ne tenait qu'avec des tours morts autour des anses.

La chute du sac aurait pu avoir des conséquences mortelles.

**- Février 2016 :** Blocage du câble au niveau du patin lors de la remontée d'une victime avalanchée avec la civière. Effilochage du treuil lors des manipulations pour essayer de le décoincer, nécessitant la dépose du personnel et de la victime en « sling » avant de la mettre dans la cabine pour un transport à l'hôpital. Par la suite, condamnation du treuil et de la porte droite le temps de la fin de la mission et des réparations.

**-Aout 2017 :** Sur accident en secours canyon :

Lors du treuillage au-dessus d'un canyon pendant un secours sur une probable fracture de cheville non compliquée, survient une chute de pierre provoquée par le souffle de l'EC 145. Celle-ci engendre une seconde intervention pour une fracture de jambe sur un groupe évoluant en amont de l'intervention.

**-Juillet 2018 :** Secours suite à la chute d'une randonneuse sur un névé au col de la Glière. La victime a glissé de 15 mètres et a fini sa course dans les rochers. Elle présente un TC avec PCI ainsi qu'une plaie au niveau de la tête.

Après médicalisation, la victime est treuillée en civière avec le médecin. Durant la remontée, la perche part en rotation importante. Après stabilisation, la perche et le médecin ont pu être remonté à bord. Durant la remontée aucun moyen anti-rotatif n'a été utilisé.

Au cours de la présentation pour récupérer les secouristes, la victime se met en ACR, engendrant une demande d'évacuation vers le Centre Hospitalier (CH) sans récupérer les secouristes. L'ACR est récupéré pendant le vol avec l'aide du MBO. Un Body scanner est réalisé à l'hôpital de Sallanches puis un transfert est réalisé vers l'hôpital de Genève par la même équipe devant la nécessité d'une chirurgie rapide. Les secouristes ne sont récupérés qu'à postériori.

Après débriefing, pour le médecin, cet ACR est certainement dû à l'importante rotation subit lors du

treuillage.

Le médecin n'avait reçu aucun entraînement à l'utilisation de la dérive. De plus celui-ci portait une grosse poche positionnée au niveau de sa hanche gauche favorisant la mise en rotation par le souffle du rotor. La configuration du terrain a contribué aussi à cette mise en rotation instantanée (forte pente, demi-cirque, treuillage cours).

**-Aout 2018 :** lors de la gestion d'une victime de 12 ans agitée, le secouriste oublie de s'accrocher à l'interface. Durant la remontée, il est dans l'impossibilité de communiquer avec l'hélicoptère. Le secouriste est resté accroché par la force des bras, aux sangles de la culotte KONG® installée sur la victime jusqu'à la remontée dans la cabine où le MBO s'en est rendu compte.

**-Février 2019 :** Luxation d'épaule suite à une chute de ski. Treuillage de l'équipe médicale sur place. La victime est récupérée en treuillage perche, avec le médecin, sur une piste étroite au milieu de grands arbres, donc manœuvre réalisée à environ 20 m.

A ce moment, une forte rotation s'installe. A l'arrivée dans la machine, le médecin est déboussolé.

**-Avril 2020 :** incident sur une interface Léopard:

Durant un exercice de treuillage sur relais, la gâchette du Léopard reste entrouverte lors du passage du second secouriste qui s'agrippe immédiatement à la chaîne du relais puis se vache avec sa longe de sécurité. En relâchant la tension sur la queue du léopard, la gâchette s'est immédiatement refermée.

A noter l'absence d'incident lors de la descente du premier secouriste.

Incident reproduit par la suite en Structure Artificielle d'Escale (SAE), concluant que la mise en tension de l'Adjust ne doit se faire que sous le point d'ancrage afin de permettre au Léopard d'être sous le relais avant mise en tension. L'ouverture de la gâchette est possible si le léopard se trouve au-dessus du relais lors de la mise en tension de l'Adjust.

**-Mai 2020 :** Chute d'un pêcheur d'une falaise, qui tombe dans un canyon situé dans les gorges du borne. La décision est prise de treuiller le médecin dans le canyon, soit 90m de câble déroulé au milieu de la végétation. Devant le patient se mettant en ACR, est demandé une extraction d'urgence avec dépose au VSAV proche pour entreprendre la réanimation. L'évacuation est faite avec la sangle Bruggemann qu'il est impossible de retirer à la dépose afin d'entreprendre le massage cardiaque. Celle-ci est donc coupée. La raison pour laquelle la sangle est endommagée pendant le treuillage est inconnue, mais le mousqueton a été déformé au point d'empêcher le dégrafage de la sangle.

Etiologie principale retenue : la sangle a probablement été posé avec la boucle vrillée.

**-Juillet 2010, Mai 2012, Avril 2016 :** Chute de pierres, déracinement d'arbres, avec décès d'une victime, blessure d'un secouriste avec ou sans gravité.

Piste de réflexion : attention au souffle rotor surtout dans les canyons qui canalisent la veine d'air.

## **2) ACCIDENTS :**

**- Juin 2006 : Massif de L'Astazou (Hautes-Pyrénées) : Crash d'un EC 145 lors d'un treuillage en exercice dont le thème est « le conditionnement et l'évacuation par voie aérienne d'un blessé en paroi, en haute altitude ».**

Le matin lors de la mise en place de l'exercice, l'un des secouristes perd son sac dans la pente du fait du souffle rotor. L'exercice de conditionnement et d'évacuation se déroule sans difficulté.

Alors que la simulation d'évacuation est fini, l'hélicoptère revient se positionner en stationnaire quelques dizaines de mètres en contrebas du lieu d'hélicoptère. L'un des secouristes est hélitreuillé afin de récupérer le sac tombé le matin.

Au moment de la remontée, alors qu'il se trouve quasiment à hauteur du patin, l'appareil s'écarte de la paroi, puis effectue plusieurs rotations autour de l'axe de lacet dans le sens horaire avant de percuter le relief. L'EC 145 chute alors, impactant plusieurs fois la paroi, en se disloquant et prenant feu pour finir dans un pierrier environ 400 m plus bas.

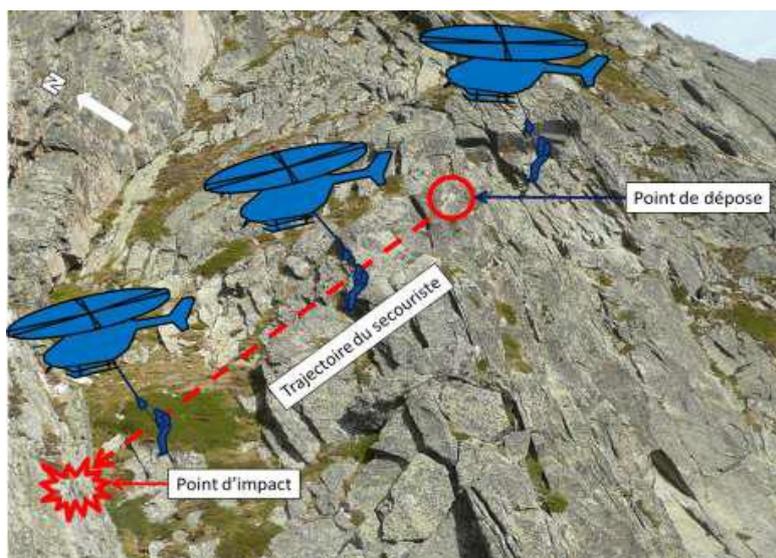
Le pilote, le MOB ainsi que le secouriste présent dans la machine sont décédés (suite à leur éjection de la cellule) à l'arrivée des secours. Le secouriste qui était en cours d'hélicoptère est gravement blessé (TC avec amnésie, traumatisme du bras, amputation de l'avant pied, plaie thoracique).

Les hypothèses principales retenues à l'origine de cet accident sont : une chute de pierres impactant le rotor principal ainsi que des conditions aérologiques changeantes et défavorables.

**-Octobre 2014 12h : Aiguilles rouges de Bassiès : Manœuvre en haute montagne.**

Lors du treuillage du 3eme secouriste (20 mètres de câbles, encore à une dizaine de mètres du sol) l'hélicoptère s'enfonce soudainement, sans signes précurseurs. N'arrivant pas à contrer cet enfoncement, le pilote « dégage » tout d'abord parallèlement à la paroi (vers l'avant) puis s'en écarte en virant à gauche vers le vide. Au cours de cette manœuvre, le secouriste heurte la paroi rocheuse et est grièvement blessé. Il est alors remonté et évacué directement vers le CH le plus proche pour être

pris en charge.



*Illustration 1 : dégagement de l'hélicoptère*

Aucune défaillance technique n'est à l'origine de l'événement.

La perte de contrôle de l'hélicoptère est due à une cause environnementale dont l'origine est un phénomène aérologique localisé de type « thermique ».

Elle est favorisée par les conditions particulières d'exécution de la mission : évolution en limite de puissance, en haute montagne, avec une aérologie changeante de façon inopinée et soudaine. C'est un phénomène survenu brusquement sans signe avant-coureur de type vibrations, alarmes...

### **- Aout 2016 :**

Descente au treuil d'une civière Franco Garda en position ouverte engendrant des rotations majeures de la civière sur elle-même, mais aussi des mouvements circulaires autour de son axe de fixation, avec risques importants de percussion de la poutre de queue ainsi que du rotor anti-couple (RAC).

Ceci a nécessité le déclenchement du système pyrotechnique de cisaillement du câble afin de préserver l'intégrité de l'appareil et d'éviter l'accident.

### **-Avril 2019 : Cirque de Fond Bellemare (Martinique) :**

Lors d'une mission de secours à un nageur en difficulté en mer, l'équipage de l'EC 145 de la BH972 réalise un treuillage. Le pilote de l'hélicoptère décide alors de rejoindre la plage toute proche et débute une translation avec le naufragé et le sauveteur au bout du câble du treuil.

Lors de la translation, l'EC 145 heurte sur le flanc droit une ligne moyenne tension à trois brins

surplombant la crique où a eu lieu le treuillage. Le câble du treuil cède suite à 3 arcs électriques qui se sont formés au niveau du nez, de la potence du treuil et de la partie supérieure de la cabine.



*Illustration 2 : Arc électrique au niveau de la potence de treuil et du nez de l'appareil*

La rupture du câble est due à une fusion, consécutive à un contact avec la ligne électrique. L'âme du câble est fondue.



*Illustration 3: Brins d'un même toron soudés entre eux*

Le naufragé et le sauveteur tombent à l'eau (hauteur estimée d'environ 15-20 mètres) puis rejoignent la plage à la nage. L'hélicoptère rejoint la BH972 sans encombre.

Le naufragé est légèrement blessé, probablement en raison d'un choc avec le crochet du treuil, les 3 membres d'équipages sont indemnes mais l'hélicoptère est endommagé.

Un VSAV arrive sur site 50 minutes après les faits, retardé par les câbles électriques sectionnés qui provoquent des embouteillages importants en bloquant des deux côtés la route d'accès à la crique de Fond Bellemare.

A noter que les 2 enregistrements téléphoniques des discussions avec les témoins, le CODIS et le CROSS qui mentionneraient la ligne électrique ont disparu.

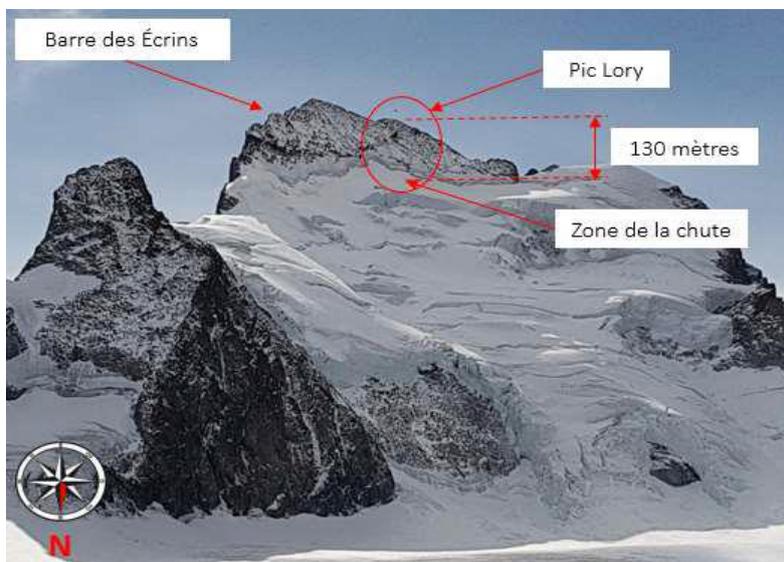
Le pilote n'a lui, jamais été avisé de l'existence d'une ligne électrique.

### **-Octobre 2019 : Barre des Ecrins Hautes-Alpes :**

Intervention pour 2 alpinistes à 4100m d'altitude sur la barre des Ecrins car l'un d'eux souffre du mal aiguë des montagnes (MAM).

Une fois l'hélicoptère allégé, le secouriste est treuillé auprès des deux alpinistes.

Le premier alpiniste est évacué seul, le treuillage se passe sans encombre avec utilisation de l'interface SIMOND®. Pour l'évacuation du second alpiniste, un treuillage double est annoncé sans décrocher l'interface du crochet du treuil. Pendant ce treuillage dynamique (treuillage court d'environ 12 m), le MBO guide le crochet de treuillage, équipé d'une interface, que le secouriste saisit sans la décrocher. Il attache l'alpiniste (avec le MAM) à l'un des mousquetons de l'interface, puis tente de s'accrocher lui-même au deuxième mousqueton. Au même instant, l'hélicoptère est déstabilisé par plusieurs turbulences aérologiques, s'enfonce et se décale. Le pilote lutte alors pour retrouver la position verticale des personnes à treuiller. L'alpiniste est alors soulevé, déstabilisant le secouriste qui perd l'équilibre. Pendant cette phase, le secouriste, qui n'est pas encore attaché à l'interface, tente de s'agripper à la personne secourue puis glisse et tombe 130 mètres plus bas.



*Illustration 4: Vue du pic Lory et zone de la chute*

Le mécanicien opérateur de bord finit l'opération de treuillage en ramenant l'alpiniste malade à bord. Après avoir déposé l'alpiniste au refuge des Écrins, l'hélicoptère récupère le second secouriste et le médecin au camp de base. L'équipage peut alors porter secours au personnel ayant chuté au pied de la barre des Écrins.

Pendant la phase de soins sur place, l'hélicoptère se dirige vers Briançon pour un avitaillement de carburant et embarquer les renforts demandés, à savoir 2 secouristes (pour le renfort sur le sur-accident) et un médecin (pour s'occuper des alpinistes au refuge).

Le secouriste initialement conscient sera transporté par Dragon à Grenoble et décèdera après son transfert à l'hôpital. Choucas 04 évacuera les 2 alpinistes et le second médecin vers le CH de Briançon.

## **III- ELEMENTS MATERIELS CONSTITUTIFS DU VOL**

### **1) L'Hélicoptère, caractéristiques générales**

L'hélicoptère utilisé étatique pour le secours en montagne à l'heure actuelle est l'EC 145.

Nous n'aborderons donc pas les autres hélicoptères tels ceux utilisés par le SAF (ou autres...) comme les Ecureuils et EC 135...

L'EC 145 de première génération est produit en 1999 par EUROCOPTER® depuis renommé Airbus Helicopter. C'est celui utilisé pour le secours en montagne. La deuxième génération est présente en France dans certains SAMU mais n'est pour le moment pas utilisée dans le secours en montagne étatique.

Cet hélicoptère [2] mesure 3,96m de hauteur, 13,03m de longueur rotors tournants (longueur fuselage 10,20m, rotor 11m). Il pèse 1782 kg à vide, pour un poids maximum en charge de 3585 kg. Poids qui a son importance lors de secours (emport de charges, de personnels, de carburant).

Il peut voler à 246km/h et possède une autonomie de 680 km environ.

L'équipage peut comprendre de 1 à 2 pilotes. Concernant les hélicoptères étatiques pour le secours en montagne, l'équipage standardisé sera composé d'un pilote, un mécanicien opérateur de bord (MBO), de deux secouristes, voir un médecin. L'équipage est adaptable en fonction des missions.

Concernant ses dimensions intérieures : Cabine : L 3,4m x l 1,4m x h 1,3m.

Sa charge interne est d'un maximum de 1793 kg. Il peut donc transporter en fonction des nécessités : des hommes : 8 à 10, des civières : 1 à 2

### **2) Limites et Particularités**

#### **a- Réglementations du vol hélicoptéré**

Actuellement, les hélicoptères d'états (Sécurité Civile et Gendarmerie) sont habilités à voler de jour

comme de nuit. Ils sont équipés, pour ce faire, de tout le matériel nécessaire afin de pouvoir voler aux instruments (IFR).

Sont ainsi distingué deux classes de vols quant au type de navigation [3].

Le vol en **VFR (Visual Flight Rules)** ou vol à vue : il n'y a le plus souvent pas de plan de vol déposé et les normes d'équipement avioniques sont minimales. Il faudra par contre respecter les conditions météorologiques.

Le vol en **IFR (Instrumental flight Rules)** ou vol aux instruments :

Pour ce faire, il faudra un pilote qualifié IFR et un appareil homologué IFR (doublage des instruments de navigation, d'orientation, de communication mais aussi un système de dégivrage fonctionnel)

Il faut retenir que le pilote de l'hélicoptère est le seul habilité à décider l'annulation d'un vol par contraintes techniques.

## **b- Météorologie et Reliefs**

Ces principales contraintes sont [3] :

- la **visibilité** : les hélicoptères civils volent à vue (VFR). Le minimum (autorisé par le code de réglementation de la circulation aérienne) est de 800 m de visibilité horizontale.

Les hélicoptères étatiques peuvent voler de jour comme de nuit aux instruments (IFR), voir avec l'aide de jumelles de vision nocturne (JVN) (il en est de même pour certains SAMU).

- Le **plafond** : il doit être au moins égal à 500 mètres.

- Les **turbulences** et la **vitesse du vent** : celle-ci au décollage et à l'atterrissage doit être inférieure à 70 km/heure.

- Le **givre**, la **grêle** : d'autant plus dangereux qu'ils sont rapides et importants (brusque réduction de la visibilité et entraînant des contraintes mécaniques)

- La **neige** : est un handicap pour le pilote qui perd la notion de relief, il n'a ainsi plus de points de repères, en particulier pendant le vol stationnaire et l'hélitreillage.

- La **tombée du jour** : Les vols à vue ne peuvent pas s'effectuer de nuit. Les hélicoptères civils doivent être posé une demi-heure après la tombée du jour maximum et ne peuvent décoller qu'une demi-heure avant son levé hors dérogation (par exemple certains hélicoptères SAMU SMUH)

La plupart des vols de nuit sont ainsi assurés par la protection civile et la gendarmerie.

## **c- Puissance de l'hélicoptère**

Le vol stationnaire afin de permettre un treuillage de précision demande beaucoup de puissance à l'hélicoptère, ce qui veut dire que par moment en fonction de l'aérologie, de la faible portance ou de

l'altitude, il ne pourra être maintenu que quelques minutes avant de « décrocher ».

Le pilote pourra alors décider au préalable, d'alléger le plus possible la machine, afin de garder une réserve de puissance suffisante qui pourra être utilisée en cas de danger.

## **IV- ELEMENTS MATERIELS CONSTITUTIFS DU TREUILLAGE.**

### **1) Le treuil**

#### **a- Caractéristiques générales**

Le treuil est un ensemble électromécanique pouvant dérouler et enrouler un câble de charge avec toutes les sécurités requises. Il est constitué d'un carter principal s'installant sur l'hélicoptère par l'intermédiaire d'une potence, l'ensemble pesant 75,15 kg.

Sur l'EC 145, des renforts de fixation ainsi qu'une connectique électrique sont prévus sur l'ensemble des appareils afin de pouvoir installer un treuil. Il n'y a par contre pas de raccordement hydraulique prévu de série.

Il est aussi possible sur l'EC 145 d'installer le système de treuillage à gauche (Sécurité civile dans la majorité des cas) ou à droite de l'appareil (Gendarmerie).



*Illustration 5 :Treuil Greenwich® monté sur un EC 145 de la Gendarmerie Nationale*

Le système de treuillage est constitué de quatre sous-ensembles :

**- le treuil équipé (Schéma 1 et 2)**

- . d'un moteur électrique d'entraînement principal et son électronique de puissance entraînant directement le tambour.
- . d'un réducteur de vitesse à train d'engrenages pour le mécanisme de déplacement en translation du tambour.
- . d'un système de tension du câble, au déroulement et à l'enroulement.
- . des capteurs de détection des positions extrêmes du câble et d'un coupe-câble avec étoupille pyrotechnique pour sécuriser l'hélicoptère si besoin.

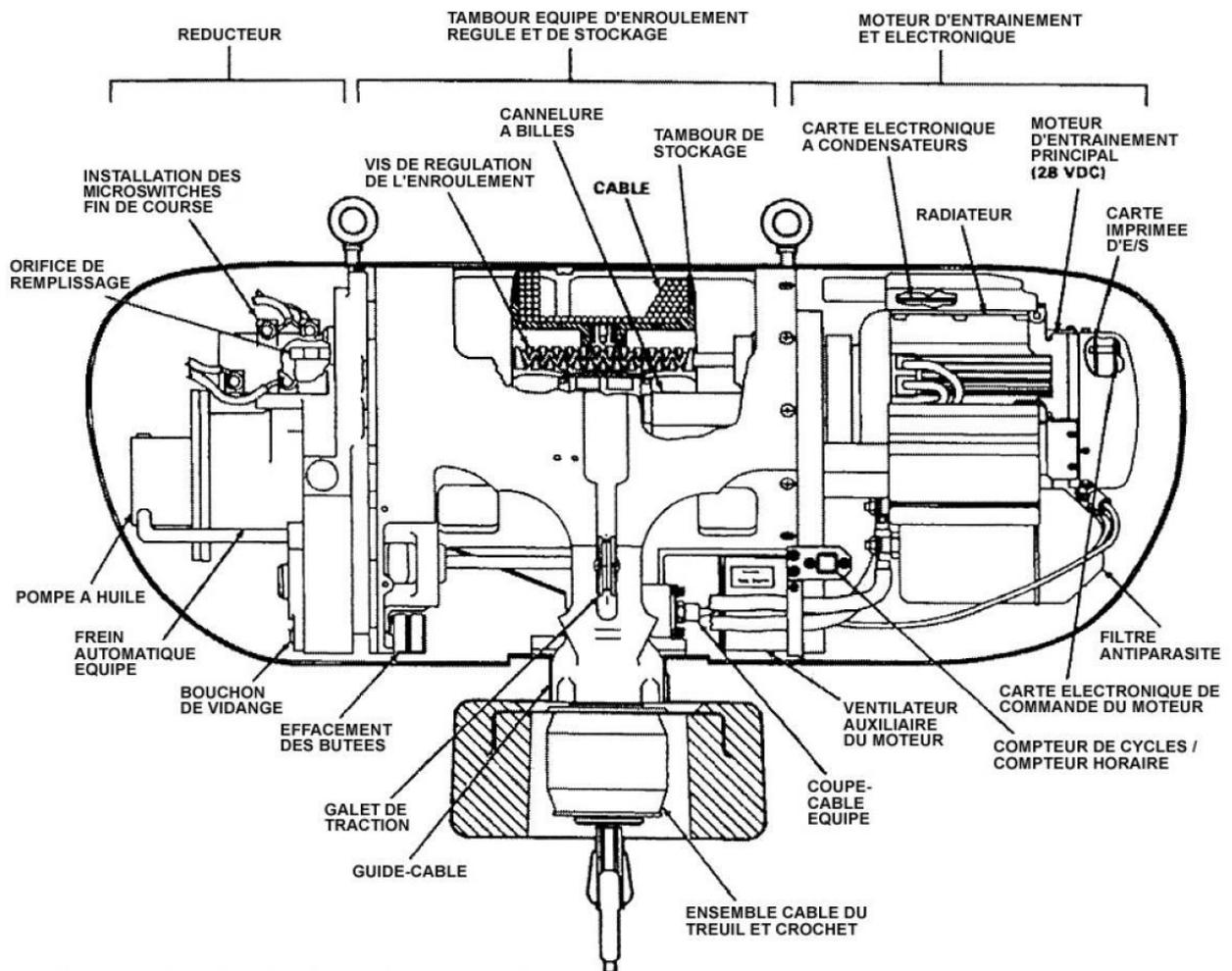
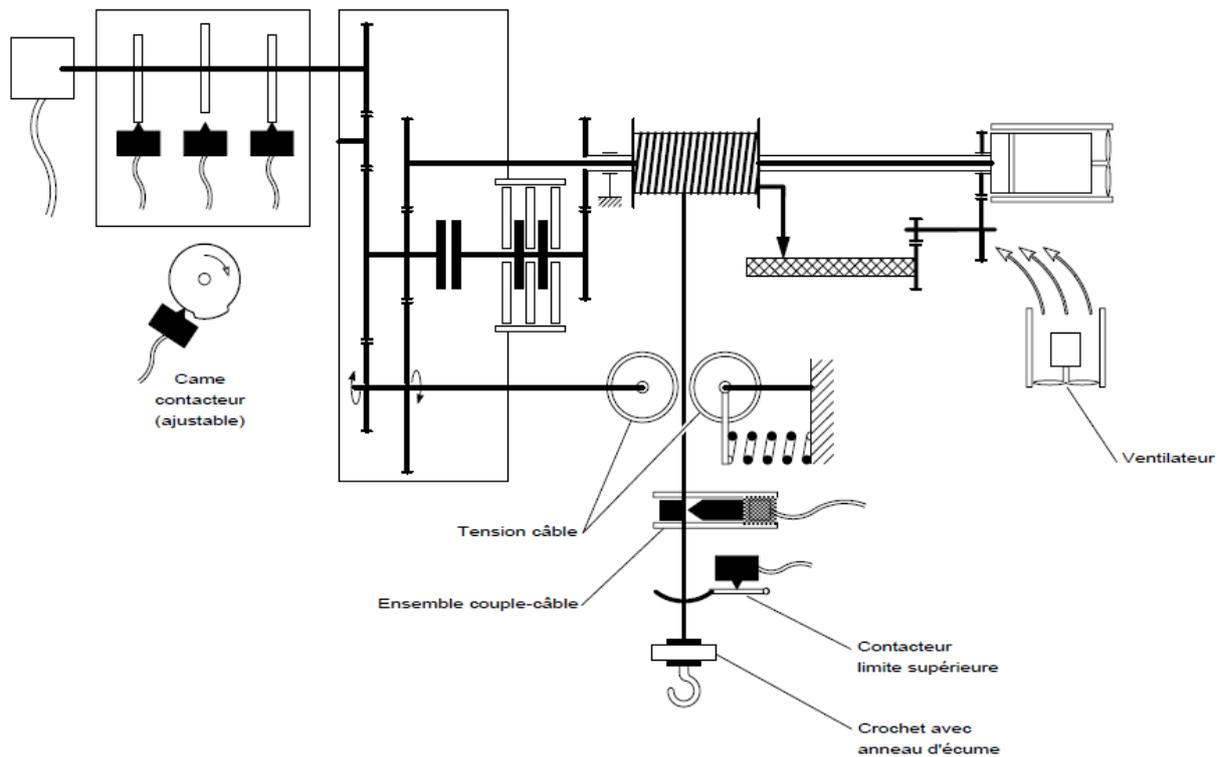
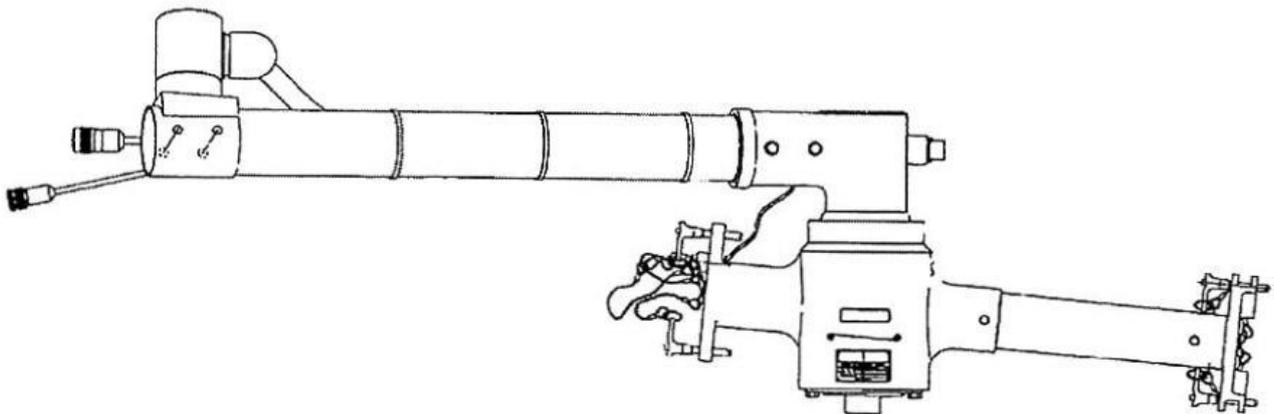


Schéma 1 : Composants du treuil Greenwich®



*Schéma 2 :Vue simplifiée du treuil*

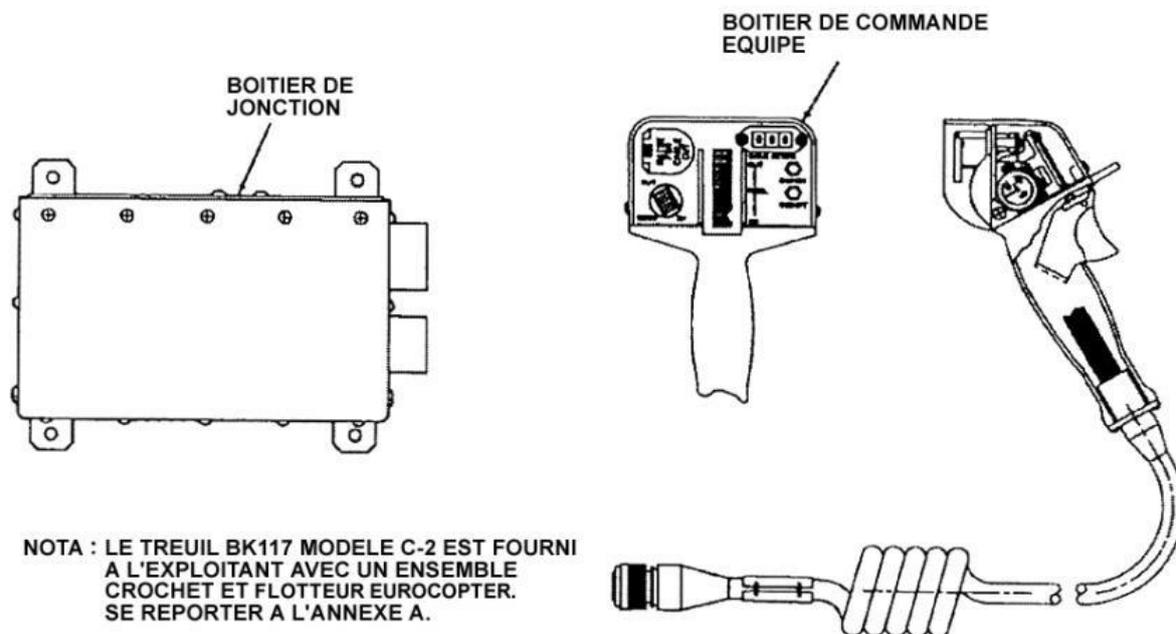
- **l'ensemble potence et support** (longueur 800mm)



*Schéma 3 :Potence du treuil Greenwich®*

Comprend le support avec broches de montage/démontage rapide, le bras de potence avec un ensemble actionneur rotatif muni d'un moteur électrique (Schéma 3)

- le boîtier de jonction
- la poignée de commande



*Schéma 4 : Boîtier de jonction et poignée de commande du treuil*

- La poignée de commande est équipée d'une molette de variation de vitesse REEL IN/OUT, d'un sélecteur de rentrée ou de sortie de la potence (BOOM IN/OUT), d'un interrupteur de commande du coupe-câble (CABLE CUT), d'un afficheur de longueur de câble (CABLE METER), de deux voyants d'alerte (ATTENTION) et de surchauffe (OVERHEAT) et d'un commutateur d'interphonie (ICS).
- Le commutateur de déploiement/rentrée de potence permet à l'opérateur de déployer la potence (position de fonctionnement) et de la rentrer (position de repos).
- Le commutateur coupe-câble (CABLE CUT) active la cartouche pyrotechnique du coupe-câble, ce qui a pour effet de sectionner le câble et de larguer la charge du treuil de sauvetage.
- L'afficheur CABLE METER indique, en mètre, la longueur de câble déroulée du treuil (Elle sera affichée en pieds sur l'écran de bord visible par le pilote).
- Les voyants ATTENTION et OVERHEAT indiquent l'état opérationnel du treuil équipé.

## **b- Limites et particularités :**

### **- Le câble**

Le câble hors tout mesure 93,5m, sa longueur utile étant de 90m, avec un diamètre de 4,92mm. Il est constitué d'acier pour les fortes sollicitations dont la limite de rupture du câble impose d'avoir une accélération maximale de  $106 \text{ m.s}^{-2}$  [4].

### **- Charges treuillées**

La charge maximale pouvant être treuillée est de 270 kg [4].

### **- Vitesse de treuillage**

La vitesse de treuillage est variable. Elle est commandée par le mécanicien opérateur de bord via la commande de treuil.



*Illustration 6: Poignée de commande du treuil*

Quoiqu'il en soit : au déroulement du câble, la vitesse maximale sera de  $0,25 \text{ m.s}^{-1}$  sur les 3 premiers et derniers mètres et de  $1,27 \text{ m.s}^{-1}$  du 3 au 87<sup>ème</sup> mètres.

A l'enroulement du câble,  $0,8 \text{ m.s}^{-1}$  sur les 27<sup>er</sup> centimètres puis  $0,25 \text{ m.s}^{-1}$  jusqu'à 3 m ainsi que sur les 3 derniers mètres. Entre les deux, la pleine vitesse maximale sera variable en fonction de la charge :  $1,27 \text{ m.s}^{-1}$  de 0 à 136 kg et  $0,75 \text{ m.s}^{-1}$  de 136 à 270 kg [4].

## c- Pannes et systèmes de sécurité

**Le dispositif coupe-câble** permet de couper la portion déroulée de câble, en cas d'urgence, grâce à une cisaille pyrotechnique (étoupille) à déclenchement électrique. Cet allumage peut être commandé par le pilote et/ou par le treuilliste via deux circuits électriques complètement indépendant entre eux et indépendant de la masse mécanique du treuil.

En cas de panne de l'étoupille pyrotechnique, est présent dans la cabine une cisaille manuelle.

Le pilote et le mécanicien de bord se mettent d'accord sur qui prendra la décision d'actionner ce dispositif préalablement à un treuillage [4].

**Le thermostat** réduit la vitesse de défilement du câble en cas de surchauffe (OVERHEAT) [4].

**Le compteur numérique horaire** quant à lui sert de base pour effectuer la maintenance programmée en heures d'utilisation [4].

**Le réducteur de vitesse** est lui constitué de 3 systèmes de sécurités mécaniques que sont : un frein automatique, un limiteur d'effort en cas de surcharge sur le câble et un autre sur les galets de tension du câble [4].

**Le frein automatique** permet de retenir la charge quelle que soit la position du tambour de câble en cas d'interruption du moteur électrique [4].

## 2) Le matériel technique de sauvetage

### a – Interfaces de treuillage

Pièce qui assure l'interface entre le crochet du treuil de l'hélicoptère et le personnel et/ou matériel treuillé.

- « **IGUANE®** » longueur 35cm pour l'EC 145 / équivalent de l'Interface SIMOND®.

Elle est composée d'une plaque métallique équipée d'un connecteur double action déporté et de deux longues équipées chacune d'un connecteur double action.

La plaque métallique s'accroche dans le crochet principal du treuil et en aucun cas dans le crochet secondaire réservé à la corde antistatique. (*Annexe 1*)

Les personnels équipés de baudriers sont accrochés aux longues textiles via les connecteurs.

A noter que dans le cas du treuillage d'une personne seule, la longe non utilisée doit rester libre.

Les brancards, triangle d'évacuation, sacs matériels... sont accrochés au connecteur déporté.

Limite de charge : Connecteurs déportés 150 kg

## Connecteurs longues textiles 150 kg

- « **LEZARD®** » interface entre treuil et personnel treuillé.

Elle permet de sécuriser les phases de dépose et de reprise grâce à un brin réglable instantanément éjectable libérant la victime, le secouriste et l'hélicoptère si celui-ci est amené à quitter brusquement sa position stationnaire. (*Annexe 2*)

Composition : (*Annexe 3*)

- . un corps avec anse de treuillage, verrou et gâchette
- . une longe réglable (haute visibilité) avec connecteur (queue de lézard) et bloqueur d'ajustement
- . deux longues noires avec connecteurs dédiés aux secouristes (supportant chacune 150 kg)
- . un connecteur central dédié aux matériels, civière et triangle d'évacuation (supportant 170 kg)

La masse totale maximale accrochée au LEZARD® dans la limite de 2 personnes ne doit pas dépasser 270 kg.

A noter quelques particularités d'utilisation strictes !

La mise en œuvre de connexion du LEZARD® au secouriste s'effectue à l'intérieur du cargo. Les 2 longues seront accrochées au baudrier du personnel d'intervention, le connecteur de la queue du LEZARD® au niveau de l'épaule. Le corps du LEZARD® est fixé au crochet du treuil uniquement via l'anse. Le mécanicien contrôle la bonne position des connecteurs et met en tension le câble du treuil pour vérifier l'effacement du verrou de l'anse.

L'équipage et le secouriste effectue un contrôle radio. Le mécanicien annoncera au pilote :

« accroché lézard » au moment où le secouriste se longe à la paroi et il confirmera par radio au moment de la récupération que le secouriste est bien longé sur le lézard. Cette annonce peut être faite par le secouriste via sa radio si la hauteur de treuillage ou le terrain le nécessite [5].

Ce matériel sera utilisé uniquement après concertation entre l'équipage et les secouristes. Il n'est en aucun cas systématique. Cette procédure est à utiliser pour des treuillages lorsque la dépose et la récupération nécessite que le ou les personnels soient accrochés ou suspendus au sol.

Un moyen radio opérationnel est impératif.

**EN AUCUN CAS le MEDECIN ne pourra l'utiliser seul !!!**

## **b - Brancard hélitreuillable**

Il en existe de différentes marques, le plus répandu en secours en montagne actuellement étant la TSL RESCUE Franco Garda®. Il est destiné à l'immobilisation et à l'évacuation d'une victime.

Il est composé d'une coque repliable en 3 éléments, d'un jeu d'élingues et d'une housse de protection.

*(Annexe 4)*

Le brancard vide se descend toujours plié.

Sa masse totale équipée ne doit pas dépasser 150 kg.

A la remontée, le secouriste est placé « tête brancard » à main droite pour un treuil monté à droite et inversement pour un treuil monté à gauche.

Lors de la montée, peut être déployé une dérive anti-giration, qu'il est nécessaire de savoir utiliser afin de maximiser le confort du patient ainsi que la sécurité pendant la phase de treuillage.

## **c – Triangle / Sangle d'Evacuation**

Il en existe aussi de différents modèles de différentes marques: le plus répandu et utilisé en montagne étant le triangle d'évacuation Kong Pegasus®. *(Annexe 5)*

Utilisé pour le treuillage de personnes conscientes dont la corpulence correspond à un enfant de plus de 2 ans, la masse totale maximum acceptée étant de 100 kg.

La mise en place du harnais se fait tout d'abord en enfilant les bretelles et choisissant les points de fixation les plus adéquats à la taille de la personne ; puis en ramenant la pointe de la sous-cutale afin de relier les 3 points de fixation par le mousqueton à virole, pour finir par verrouiller le connecteur et ajuster les sangles de réglages.

Le connecteur sera accroché sur le connecteur central de l'interface de treuillage via une sangle textile d'une longueur maximale de 10cm.

## **d - Poulie PRO TRACTION®**

Ce dispositif viendra s'accrocher sur une interface de treuillage à l'exception du Lezard®.

Il comprend une poulie Pro Traction®, une corde semi-statique, un mousqueton à verrouillage automatique (obligatoire) et un sécateur. *(Annexe 6)*

Il permet au secouriste de rester solidaire du treuil par une interface et de pouvoir récupérer une personne avec le système de poulie traction.

Cette procédure n'est à utiliser que pour des personnes :

- suspendues à leur corde de rappel ou se trouvant loin du relais, en tension sur leur corde.
- assurées sur un point d'amarrage sol précaire.
- ou si un temps d'exposition à des dangers est identifié (chute de pierre, sérac...)

A noter qu'il est obligatoire qu'une communication claire puisse être assurée via radio entre le secouriste et l'équipage de l'hélicoptère. (*Annexe 7*)

### **3) Le matériel médical**

#### **a- équipement médical du personnel treuillé**

Lors d'un hélitreuillage, le médecin doit pouvoir emporter facilement avec lui son matériel médical. Ce matériel doit être adapté (volume, poids), résistant (chocs, éléments climatiques) et complet pour ainsi pouvoir faire face à toutes les situations.

Il sera ainsi conditionné dans un ou plusieurs sacs à dos (type montagne) solides et résistants et aisément transportables ou treuillables. Chaque fonctionnement de base montagne est différent mais le principe de fond reste le même. Il peut de plus porter un gilet type intervention afin de répartir le matériel de communication et médical dont il aura le plus besoin (laissé à l'appréciation de chacun). Le médecin doit avoir, de plus, dans le sac son matériel personnel (vêtements adaptés, alimentation, EPI). Il portera sur lui, baudrier avec longes de sécurité, matériels permettant une autonomie en progression sur corde, casque avec système de communication, chaussures appropriées, gants. Le matériel emporté sera à adapter en fonction du lieu d'intervention (canyon par exemple).

#### **b- Problèmes médicaux posés par le vol hélicoptéré et l'hélitreuillage**

##### **Les accélérations décélérations.**

Plusieurs études menées par le SAMU de Paris et le centre d'essai en vol de l'armée ont montré que les accélérations décélérations verticales en hélicoptères sont peu ressenties (maximum à 0,5 G contre 0,85 G pour le freinage d'une ambulance allant à 40 km/h).

Il est par contre important de noter que lors des accélérations horizontales, le déplacement de la masse sanguine s'effectue vers les membres inférieurs (si le patient est dans l'axe du vol tête vers l'avant). Il y a alors risque de désamorçage de la pompe cardiaque si le patient présente une hypovolémie vraie

(hémorragie massive – grands brûlés) ou relative (vasoplégie par traumatisme médullaire, choc anaphylactique ou infectieux).

A l'inverse, les décélérations ou la masse sanguine se déplace vers le haut du corps, augmentent notamment la pression intracrânienne [6] [8].

Ces répercussions hémodynamiques peuvent être prévenues via un remplissage vasculaire correcte. Si besoin, nous pourrions avoir recours aux amines vaso-actives et/ou employer un pantalon anti-G.

### **Les vibrations.**

Les vibrations mécaniques sont induites par les moteurs ainsi que par le mouvement des pales du rotor. Elles ont été considérablement diminuées au fil des évolutions mécaniques, en particulier grâce au système de suspension existant au niveau du rotor principal mais aussi grâce à la démocratisation des hélicoptères à turbines plutôt qu'à pistons ainsi qu'au nombre de pales.

Ainsi l'EC 145 (hélicoptère bi-turbine quadripale) émet des vibrations de l'ordre de 12 à 18 Hz [7].

Les vibrations atmosphériques sont quant à elles les plus nocives pour l'organisme car de très basses fréquences : 4 à 7 Hz.

A noter que les fréquences les plus nocives sont comprises entre 4 et 10 Hz. Une étude a mis en évidence des risques de diminution de la fréquence cardiaque pouvant aller jusqu'à 10 % ; une chute du débit cardiaque de 20 % et une baisse de 5 % de la pression artérielle pour des fréquences comprises entre 5 et 10 Hz [8] [9].

Comparativement, les niveaux vibratoires des ambulances se situent quant à eux de 4 Hz à l'arrêt du véhicule moteur tournant, de 4 à 16 Hz en circulation de 40 à 90 km/heure [10][11].

Les vibrations peuvent être atténué par l'utilisation d'un matelas à dépression.

### **Le niveau sonore.**

Le niveau sonore dans un hélicoptère peut atteindre les 100 décibels [12].

Ce qui participe à la fatigue opérationnelle du personnel naviguant mais aussi à une impossibilité de communiquer de vive voix entre les membres de l'équipe comme avec le patient. C'est pourquoi les personnels sont équipés de radio avec casque et micro.

Cela favorise aussi à la majoration du stress chez le patient. Ce qui peut être contre carré par l'utilisation d'un casque anti-bruit ou d'une anxiolyse si cela s'avère nécessaire.

D'un point de vue purement médical cela rend les alarmes sonores inefficaces.

## **Problèmes liés à l'altitude.**

### **Hypoxie :**

Effet minime devant l'altitude de vol et le temps passé. Toutefois, si la victime présente des troubles ventilatoires dus à un pneumothorax, il faudra si possible ex-suffler celui-ci avant le transport au risque de le majorer [8] [13].

### **Dépression atmosphérique :**

Là aussi les effets sont minimes sauf état pathologique. Mais il y a des risques :

- d'aggravation des pneumothorax.
- de dilatation des gaz abdominaux pouvant faire céder une suture chirurgicale récente.
- de reprise de saignement d'un ulcère gastrique par augmentation du volume de l'air gastrique.
- de refoulement des coupes diaphragmatiques majorant les problèmes respiratoires du patient.

Comme pour l'hypoxie, la brièveté des vols ainsi que la diminution rapide d'altitude préviennent ces complications [13] [14].

### **Le mal de l'air (aérocinétose).**

Habituellement peu ressenti devant la stabilité de l'hélicoptère en vol, il peut tout de même survenir chez certains individus, auquel cas une prévention par antiémétique peut être nécessaire [13].

### **L'effet stroboscopique :** anecdotique sur l'Alouette, quasi inexistant sur l'EC.

Ainsi le passage des pales devant la bulle de plexiglas pouvait occasionner des crises épileptiques chez les patients prédisposés. Auquel cas, une solution préventive simple était de protéger les yeux du patient via un tissu [13].

## **c- Contraintes imposées aux matériels de réanimation**

### **Matériel de surveillance hémodynamique :**

- Alarmes lumineuses plutôt que sonores (Bruit ambiant)
- Vérifier la bonne adhérence des électrodes (Accès limité au patient pendant le vol)
- Monitoring de la spO2 se fera préférentiellement par un doigtier plutôt qu'une pince, pour éviter la perte du signal pendant le vol.

**Matériel ventilatoire :** Matériel de transport petit et simple.

Il faudra contrôler la bonne connexion des tuyaux, si besoin les scotcher pour solidariser le tout (côté du respirateur comme du côté de la sonde).

En théorie, sur de longs trajets et en haute altitude, les pressions peuvent varier. Il faudra donc pouvoir modifier les volumes insufflés en cours de vol. Il en est de même pour le ballonnet de la sonde d'intubation qui peut, dans les mêmes conditions, augmenter de volume en vol. Là aussi, s'assurer avant le décollage d'un gonflement « à fuite » de ce dernier (le gonflage peut se faire au sérum physiologique) [15].

**Matériel d'immobilisation :**

Il est préférable d'utiliser des attelles type aluform lorsque cela est possible. Car augmentation de pression en vol à haute altitude d'où modification de volume des attelles à dépression.

**Les perfusions :**

Celles-ci doivent être en poches plastiques pour éviter les effets de pression qui ralentissent et accélèrent leurs débits.

#### **d- Conditionnement du patient**

Compte tenu de l'exiguïté de la cabine mais aussi des risques liés à l'environnement (risque de turbulences...) et du stress engendré par le vol et le treuillage, il faut si possible éviter d'avoir à effectuer des gestes techniques pendant le vol.

Le patient devra donc être évalué au mieux par le médecin, conditionné correctement avec monitoring fonctionnel en un ensemble solidaire avant l'extraction.

Le centre hospitalier recevant la victime sera prévenu par la régulation du SAMU et une équipe sera prête au moment de l'atterrissage pour la suite de la prise en charge.

A noter que tous problèmes d'agitation, qu'ils soient liés au stress ou au terrain psychiatrique du patient doivent être réglés avant l'installation dans la perche.

#### **4) Les moyens de communications**

Toute opération de sauvetage nécessite une liaison radio entre le MBO, le pilote, le personnel treuillé,

mais aussi entre l'équipe de secours et la base de secours et/ou le SAMU.

Pendant la phase de treuillage, une communication par moyen phonique doit avoir lieu entre le secouriste/médecin et le mécanicien mais aussi entre le treuilliste (mécanicien) et le pilote. Elle se fera par l'intermédiaire de fréquences radio dites tactiques. Celles-ci sont des fréquences radio autonomes dédiées aux secours.

Les communications entre l'équipage et le secouriste se font par radio.

La méthode standardisée des communications aéronautiques se déroule en quatre temps :

- appel pour capter l'attention du destinataire, c'est-à-dire une première intervention du secouriste en direction de l'équipage.
- réponse de l'équipage ayant pour but de valider la disponibilité pour l'écoute.
- émission du message clé par le secouriste.
- réponse et acquiescement du destinataire.

L'objectif d'une telle pratique est de s'assurer que l'interlocuteur est disponible et attentif pour recevoir le message.

Si cette communication par phonie n'existe pas ou plus, alors le mécanicien treuilliste se mettra en communication visuelle avec le personnel treuillé ou le blessé. Il communiquera avec eux (et inversement) par des signes de la main [17] [18].

## **V- INDICATIONS ET TECHNIQUES DE L'HELITREUILLAGE**

**1) Briefing de mission** (préparation du vol) avec pilote, MBO, secouristes, médecin... se fait avant le décollage ou dans la machine lors du vol en fonction des situations.

Plusieurs plans existent : la sécurité civile utilise l'acronyme MEMO :

- Mission : type de mission
- Equipements : définition des équipements nécessaires à la mission (médicaux, crampons, piolets, cordes, etc...)
- Moyens : mis en œuvre pour réaliser la mission (treuil notamment)
- Obstacles : nature de la zone d'intervention

Les contraintes dues à l'altitude et à l'aérologie spécifique de la haute montagne imposent aux équipages d'hélicoptère qui y évoluent de travailler en limite de puissance. Dans ces conditions, la réserve de puissance est minimale, en particulier lors des phases d'évolution à basse vitesse. Avec la proximité des obstacles (approche, décollage, travail en stationnaire), le risque est maximum et dans ces configurations, l'objectif est de réduire le temps d'exposition au danger (équipage et personnel treuillé).

En règle générale, le treuillage en montagne est une manœuvre complexe qui nécessite que l'équipage (pilote et mécanicien de bord treuilliste) soit expérimenté et régulièrement entraîné. La décision peut être prise d'alléger l'appareil pour faciliter la manœuvre de treuillage.

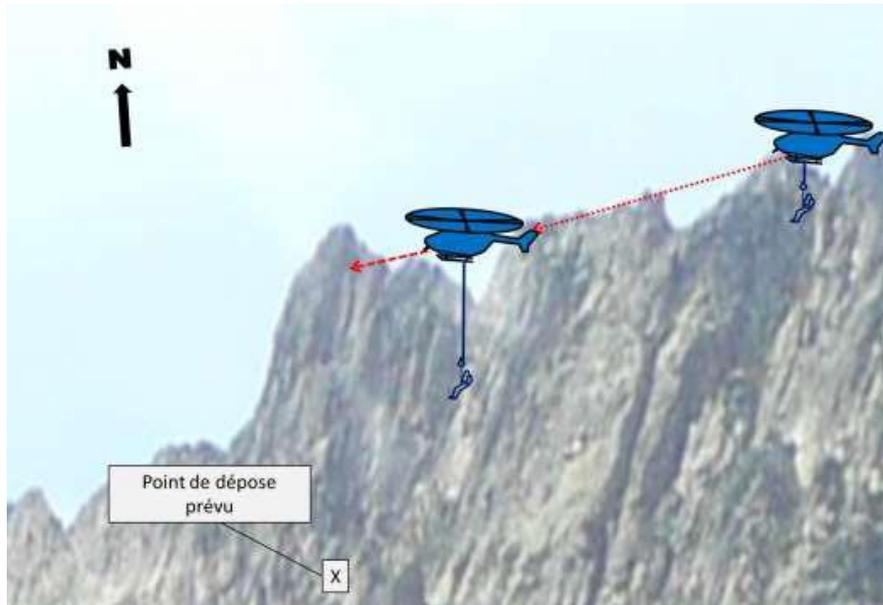
## **2) arrivée sur site** : Reconnaissance aérologique :

L'objectif de cette reconnaissance est de s'approprier l'espace d'évolution, d'en définir les conditions aérologiques globales et de déterminer au plus près de l'aire de poser ou de treuillage choisies les critères significatifs : vent, soleil, terrain, aérologie, zone de posé, obstacles ....

Une attention particulière est apportée à l'aérologie turbulente, vent fort, cisaillement, conditions marginales....

Lors de cette phase le pilote va de plus définir : un axe préférentiel de treuillage.

La réalisation d'un hélitreuillage en stationnaire nécessite que le pilote ait une marge de puissance disponible. De ce fait, les hélitreuillages sont quasi systématiquement réalisés en « dynamique » (amorçage de la descente ou de la remontée d'une personne pendant une phase de vol où la vitesse est réduite progressivement afin d'arriver en stationnaire - vitesse sol nulle - au-dessus du point de dépose) afin de rester le moins de temps possible en stationnaire (phase de vol demandant beaucoup de puissance à la machine).



*Illustration 7: Phase dynamique de treuillage*

Ainsi lors de l'arrivée en fin de phase de mise en puissance, le pilote tire progressivement le manche de pas cyclique, tout en baissant progressivement le manche de pas collectif pour maintenir sa position.

Arrivée à l'aplomb du point de dépose, le pilote perd le visuel du point de posé. Il l'annonce au mécanicien de bord, qui le guide alors à la voix (système de communication radio).

## VI- DISCUSSION

Plusieurs points sont à retenir suite à ces incidents et accidents.

Tout d'abord concernant **notre pratique** et **notre capacité** à analyser et réaliser les choses.

Il faut privilégier le travail à 2, favorisant le « checking partners ». Ce qui est valable dans beaucoup de pratique sportive en montagne.

La préparation mentale peut être un atout supplémentaire. En s'imaginant le déroulement d'une « musique » ou check list personnel, permettant une répétition quasi automatique des gestes en opérationnel, à ne pas confondre avec ce qui est routinier.

Cette préparation mentale permettra aussi de travailler sur la nécessité de rechercher en permanence un équilibre ou une cohérence entre l'engagement pris (quels risques) et le bénéfice recherché (quels résultats).

Lors d'un secours, chaque acteur est expert dans son domaine. L'équipage travaille étroitement avec

l'équipe de secours. Cependant, dans de telles opérations, la conscience de la situation peut être partielle pour chacune des parties, et repose sur la reconnaissance de l'expertise de chacun.

Cette situation présente un risque de « laisser-faire » vis-à-vis des décisions de chacun dans son domaine d'expertise sans remise en cause croisée.

Dans certaines situations, la frontière entre les univers aéronautiques, de l'alpinisme et du secours, est mince et les choix des uns peuvent influencer le travail des autres. C'est le cas notamment lors du treuillage, où s'entrechoquent les frontières propres à chaque milieu : les choix du secouriste, pris en fonction des informations dont il dispose, peuvent ne pas être adaptés pour l'équipage qui dispose d'informations différentes. Dans ce cas, le questionnement est essentiel pour aboutir au partage d'une même conscience de la situation.

Ce qui amène à la problématique de la **communication** : c'est un facteur primordial de réussite, ce dont nous nous rendons bien compte lors des formations comme le DIUMUM.

Un contact permanent doit être assuré entre les différents membres de l'équipe, dans le respect des domaines de compétences respectifs, en n'hésitant pas à faire part de ses contraintes, sensations ou interrogations. La communication radio étant essentielle, le matériel doit être adapté au milieu et conditions, c'est à dire à utiliser si possible les mains libres...laryngophone, micro à déclenchement vocale, casque à conduction osseuse.

Les protocoles de communication sont normés et doivent être respecté afin de fluidifier les communications et faciliter la compréhension de chacun.

#### Concernant la **prise en charge des victimes** :

Sur zone il faudra si possible, adopter une attitude calme et ferme, tout en expliquant précisément la suite des opérations à la personne prise en charge, d'autant plus devant des situations de fragilités psychologiques.

Il est de plus important de bien insister sur le rangement du matériel (des secours comme des victimes) afin d'éviter les incidents et complications qui pourraient devenir catastrophiques.

#### Concernant la **phase de treuillage** : il faut bien distinguer les deux gestes sous treuil :

Le premier annonçant au MBO le déjaugage possible puis le second afin de confirmer la poursuite de la montée.

Il est à noter que les situations nécessitant la section du câble ne sont pas prévues dans les manuels. Il n'existe pas d'item spécifique lors des vérifications avant treuillage et ce n'est que peu abordé lors du briefing d'équipage (hormis la prise de décision de qui déclencherà le système).

Il est à retenir qu'il est préconisé d'utiliser une interface par treuillage. De plus, l'usage d'une interface non conforme à la procédure normale, est un facteur contributif d'évènements (incidents/accidents). Le maintien de l'interface accrochée au treuil est inadapté car il augmente le temps d'exposition aux risques pour l'hélicoptère comme pour les personnes treuillées.

Devant de multiples incidents de civière en rotation lors de la remontée de la victime avec le médecin, il peut être intéressant de former l'ensemble des médecins du secours au maniement de la dérive anti-giration. Ce, malgré le peu d'intérêt médical que comporte la médicalisation du treuillage... Hors certains cas bien précis.

Une autre piste est de faire remonter systématiquement le médecin en premier puis le secouriste avec la perche afin de favoriser la sécurité de la victime, de l'équipage mais aussi la réussite de l'opération de secours. Les secouristes sont entraînés au treuillage perche avec dérive et ont des meilleures capacités physiques pour manoeuvrer et gérer l'entrée de la perche en cabine. Enfin, en cas de rotation de la perche, le médecin n'est pas impacté et conserve toutes ses capacités cognitives.

Dans la machine ou à l'extrémité du câble, le MBO est une sorte de « GOUROU ». Il est là au besoin pour parler, aider, voire rassurer.

#### Concernant le **matériel** :

Notons qu'il peut être intéressant d'avoir à sa disposition et accessible facilement un matériel tranchant pour couper le cas échéant une corde.

De plus, éviter tout matériel qui majorerait la prise au vent, par conséquent la giration et le risque d'accroche.

A cela nous ajouterons quelques pistes ou axes d'amélioration possible lors des secours en : Axes de réflexion déjà proposés suites à des accidents survenus par le passé.

- choix de dépose sur les balises « safety zone » ;
- éviter les évolutions aériennes à basse altitude sans nécessité opérationnelle ;
- privilégier des treuillages à grande hauteur ;
- passage à moyenne altitude (pas d'effet de souffle) avec avertissement sonore pour prévenir les autres usagers et laps de temps suffisant pour leur mise à l'abri ;
- possible dépose en amont ou en aval de la victime ;
- équipement complet systématique des personnels intervenants (néoprène, casque, masque, système étanche pour radio ...).

## VII- CONCLUSION

L'hélicoptère est, en permanence, une phase potentiellement dangereuse. Quelles que soient la fréquence de réalisation, l'expérience et la configuration du terrain.

L'application stricte et réfléchie des protocoles de treuillage ne suffisent pas à nous prémunir de tous les dangers. Une vigilance accrue s'impose donc lors de cette action qui n'est jamais anodine.

Dans un tel environnement, l'absence de questionnement et de partage favorise les prises de décisions inadaptées face à la situation globale.

Les procédures à appliquer par les équipiers peuvent différer selon les autorités d'emplois aéronautiques avec lesquelles ils opèrent. De même, les pratiques opérationnelles des équipages d'EC 145 de la gendarmerie et de la sécurité civile peuvent différer pour des opérations identiques.

Or, pour réaliser ces secours, afin de garantir un socle commun ne laissant pas de place au doute ou à l'interprétation en opération, le partage de procédure commune est nécessaire et à poursuivre.

« LA CONFIANCE N'EXCLUT PAS LE CONTRÔLE »

(un membre du PGHM)

## VIII- ANNEXES :

### Annexe 1 : IGUANE®, Fiche matériel Gendarmerie Nationale.



#### Interface de treuillage PETZL « IGUANE » EC145 / EC135 / AS350

Interface (version courte 25 cm)  
AS 350 / EC 135



Interface (version longue 35 cm)  
EC 145



### Annexe 2 : LEZARD®, fiche matériel Gendarmerie Nationale.

#### Interface de treuillage « LEZARD »

Lézard

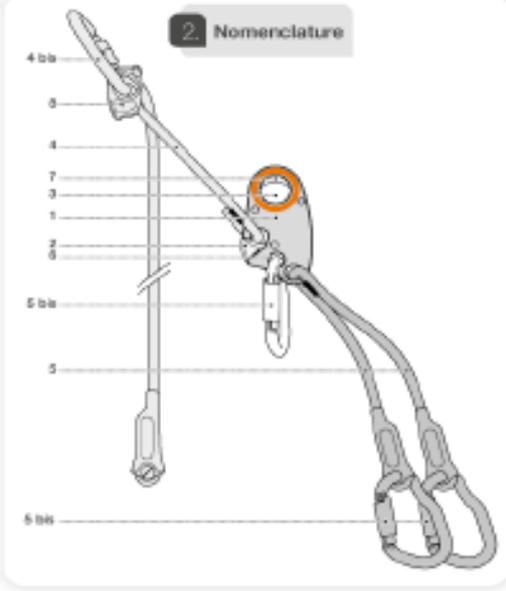
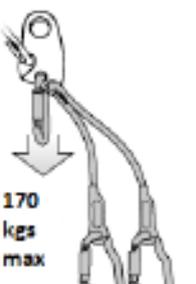


Installation sur le crochet treuil.



## Annexe 3 : LEZARD®, Composition, fiche matériel Gendarmerie Nationale.

### Interface de treuillage « LEZARD »

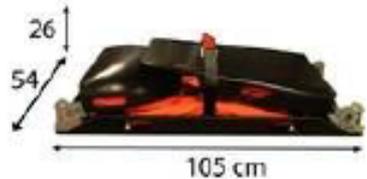
« LEZARD »	LIMITATIONS DGA
<p data-bbox="416 674 596 707"><b>2. Nomenclature</b></p>  <p data-bbox="221 1301 300 1328">1-Corps.</p> <p data-bbox="221 1346 331 1373">2- Gachette.</p> <p data-bbox="221 1391 564 1417">3-Anse de treuillage ou œil du Léopard.</p> <p data-bbox="221 1435 571 1509">4 bis- Connecteur EN 362* Modèle Wire Lock EN 12275 Type B/K <i>Uniquement pour un ancrage au sol.</i></p> <p data-bbox="221 1527 596 1576">5-Longes noires uniquement dédiées aux secouristes/victimes.</p> <p data-bbox="221 1594 475 1621">5 bis – Connecteurs EN362.</p> <p data-bbox="221 1639 639 1688">6- Connecteur VERTIGO-RL dédié à : civière, culotte, sangle et charge non humaine.</p> <p data-bbox="221 1706 312 1733">7- Verrou.</p> <p data-bbox="221 1751 639 1778">8- Bloqueur d'ajustement de la longe (L01100).</p>	 <p data-bbox="1018 779 1342 853">Masse totale max accrochée au Léopard dans la limite de deux personnes</p> <p data-bbox="820 898 954 920">270 KGS MAX</p>  <p data-bbox="1031 1084 1353 1189">Masse max par connecteurs (5) dans la limite d'une personne par connecteur sans dépasser 270kgs pour le système.</p> <p data-bbox="842 1256 995 1279">150 kg MAX    150 kg MAX</p>  <p data-bbox="1034 1464 1334 1547">Masse max sur le connecteur central dans la limite d'une personne.</p> <p data-bbox="799 1559 842 1637">170 kgs max</p>

**Annexe 4 : Brancard TSL RESCUE FRANCO GARDA®**, Fiche matériel,  
Gendarmerie nationale.

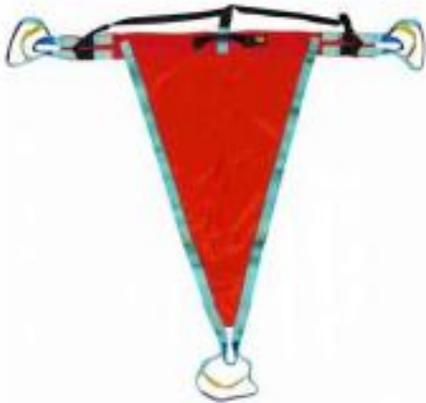
Commandant des Forces Aériennes  
de la Gendarmerie Nationale

Consignes Permanentes d'Opérations  
Fiche Matériel

**Brancard Hélicoptère TSL RESCUE Franco Garda**

Brancard déplié	Brancard plié
	
<p>Lierve anti-giration deployee</p>	<p>Dérive anti-giration pliée</p>
	
<p>Mise en œuvre de la dérive anti-giration</p>	
	

# Annexe 5 : Triangle d'évacuation KONG PEGASUS®, Fiche matériel Gendarmerie Nationale.

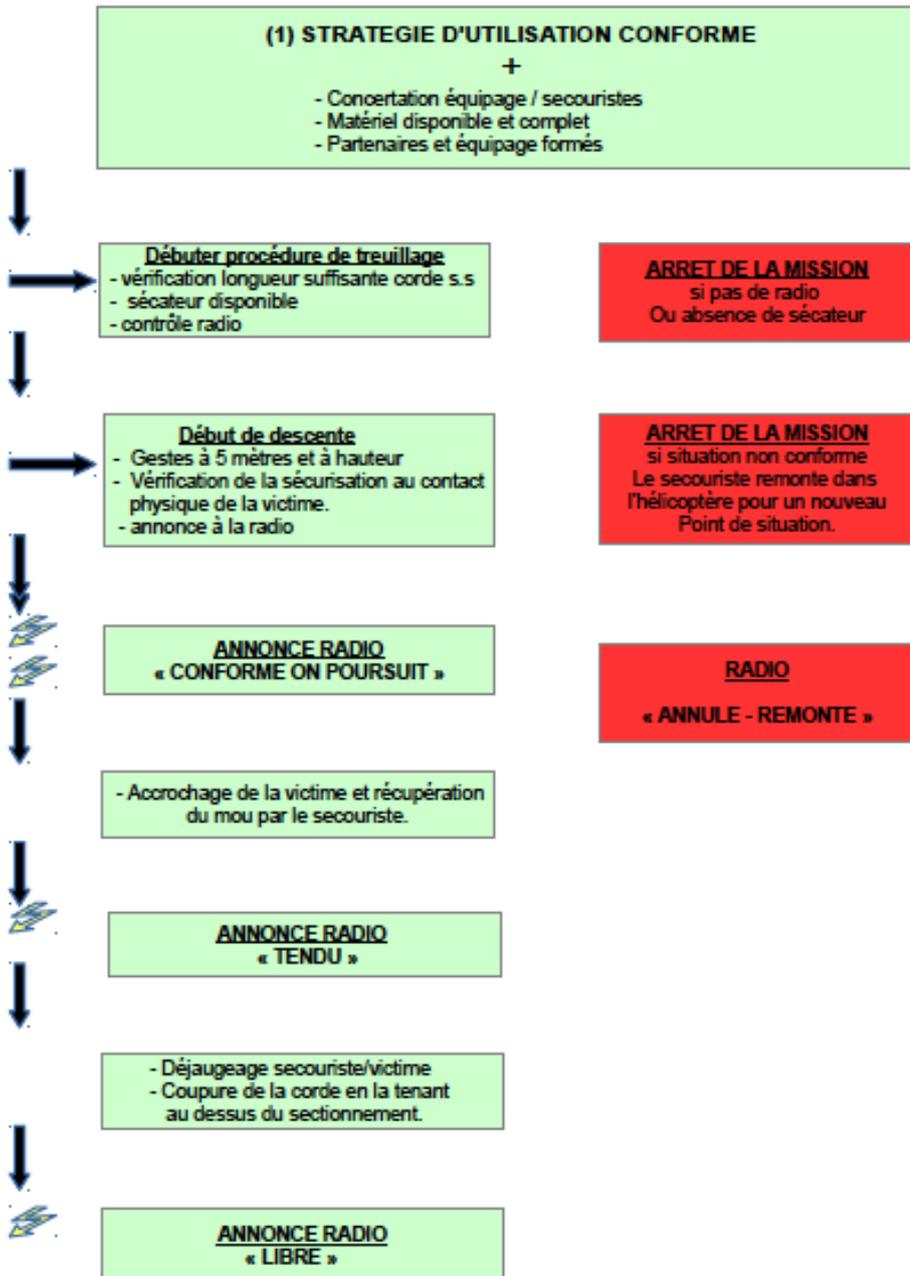
<b>Triangle d'évacuation KONG Pégasus</b>	
Présentation du harnais	Harnais
	
Consigne AS 350	Consigne EC135 / BK117C-2
	

# Annexe 6 : Poulie Pro Traction®, Fiche matériel Gendarmerie Nationale.

POULIE PRO TRACTION FACE AVANT	POULIE PRO TRACTION FACE ARRIERE
	
SYSTEME DE POULIE PRO TRACTION + SECATEUR	EN SITUATION
	

**Annexe 7: Poulie Pro Traction®**, procédure d'utilisation et communication radio, fiche matériel Gendarmerie Nationale.

Réalisation:



## **IX- BIBLIOGRAPHIE :**

1. Le bureau d'enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'état (BEA-E)  
<https://www.defense.gouv.fr/portail/ministere/organisation-du-ministere-des-armees/organisation-du-ministere-des-armees/organismes-dependant-du-ministre/les-bead/bea-e/2020>
2. Caractéristique générale de l'hélicoptère EC 145 ou BK117-C2 : Eurocopter  
<https://www.airbus.com/helicopters/civil-helicopters/light-twin/h145.html>
3. Arrêté du 17 novembre 1958 portant réglementation de la circulation aérienne des hélicoptères:  
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000006075111/>
4. Caractéristique générale du treuil Greenwich adaptable sur BK117 C2, Fabricant Greenwich.  
*Obtenue par l'intermédiaire de la gendarmerie nationale car très difficilement trouvable sur internet.*
5. Fiche matériel n°25 des forces aériennes de la gendarmerie nationale : Utilisation du LEZARD.
6. E. LECARPENTIER / P.LAMARCHE. TRANSPORT HELIPORTE DES BLESSES : Contraintes physiologiques et aéronautiques liées aux transports héliportés.
7. EUROCOPTER EC 145 : TECHINCAL DATA
8. P. LEMAÎTRE, J. VENDITTI, A. GUÉRIN, Pr P.-Y GUEUGNIAUD, Dr P.-Y. DUBIEN, Dr G. BAGOU, Dr M. GALLON. Les transferts héliportés (hors pédiatriques). La revue des SAMU 2010
9. CARA M. Physiologie du transport: accélérations, chocs, secousses et vibrations. La revue des SAMU 1983, Tome 2, N°3, 122-132.
10. CYNTHIA L., ARKEN P. et al. Effectiveness of helicopter versus ground ambulance service of interfacility transport. J Trauma 1998, 45: 785790.
11. CUNNINGHAM PR., RUTLEDGE et al. A comparaison of the association of helicopter and group ambulance transport with the outcome of injury in trauma patients transported from the scene. J Trauma 1997; 43:940-946.
12. TORRES E. Spécificités aéronautiques et médicales du transport héliporté des malades et des blessés graves. Urgences pratiques 1998, N°29 61-63.
13. TORRES E., TOURNIER IL. Problèmes posés par le transport héliporté des malades et des blessés graves. Contre-indications théoriques et pratiques au transport aérien des patients. Urgences pratiques 1997, N°21, 15-19.
14. PASTEYER r., LANATA E., BAER M., TIERCELIN G. Contre-indications absolues et relatives des évacuations sanitaires aériennes. La revue des SAMU 1984, Vol 7, N°1, 7-10.
15. MILHAUD A., NEMITZ B., BUFFET JP. Evacuation sanitaire héliportée avec treuillage. La revue des SAMU 1981, 4 : 151-4.

- 16.** HEITZ V., WETZEL C., BARTIER JC. DRAGON 67 : 25 ans de secours. Urgences pratiques 1999 N°35 27-29.
- 17.** Manuel Des Procédures - Consignes communes treuillage – Commandement des forces aériennes de la gendarmerie nationale – GENDARMERIE.
- 18.** Protocole d'emploi de l'hélicoptère EC 145- A l'usage des partenaires du GHSC- Ministère de l'intérieur – GHSC.
- 19.** BERTHIER F, GONDRET C, DE LA COUSSAYE J.E, GOLDSTEIN P, BERTRAND C, LETELLIER N, GIROUD M, CARLI P : Spécificité des interventions héliportées : Urgences-SAMU 2012
- 20.** Doctrine d'emploi des hélicoptères dans le cadre de l'aide médicale urgente : SAMU-Urgences de France