



HAL
open science

Risques pour la santé encourus par le randonneur de haute montagne

Théophile Kollmann

► **To cite this version:**

Théophile Kollmann. Risques pour la santé encourus par le randonneur de haute montagne. Sciences pharmaceutiques. 2015. dumas-01232487

HAL Id: dumas-01232487

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01232487v1>

Submitted on 23 Nov 2015

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.

UNIVERSITE DE ROUEN
UFR DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2015

N°

THESE

pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement le 06/07/2015

par

KOLLMANN Théophile

Né(e) le 29/04/1989 à Rouen

***Risques pour la santé encourus par le randonneur de
haute montagne***

Président du jury : *FAVENNEC, Loïc, Professeur*

Membres du jury : *GARGALA, Gilles, Maître de Conférences*

ZOLLI, Gisèle, Docteur en Pharmacie

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier mon maître de thèse, M. Loïc Favennec pour m'avoir en partie inspiré ce sujet de thèse lors de ses cours de conseils aux voyageurs, ainsi que d'avoir accepté de diriger cette thèse.

Je remercie également les autres membres du jury d'avoir, sans hésitation, accepté d'en faire partie, M. Gilles Gargala, que j'ai également eu la chance d'avoir comme professeur, ainsi que Mme Gisèle Zolli, pour l'attention et la patience qu'elle m'a accordé en tant que maître de stage.

Un grand merci à ceux qui ont contribué à réaliser cette thèse, en particulier à ma compagne Angélique Lerosier pour tout ce qu'elle m'a apporté depuis plus de 6 ans, pour ses conseils et ses relectures attentives, et tant d'autres choses ... , ainsi qu'à mes parents, Marie et Christophe Kollmann, sans qui je n'en serai pas là aujourd'hui.

Merci également à mes amis Hugo Dumontier et Maxime Terrier de m'avoir accompagné en randonnée, et d'avoir accepté de servir d'illustration pour cette thèse !

Merci à mes grands-parents, à toute ma famille et ma belle-famille, ainsi qu'à mes proches.

Enfin, merci à tout ceux qui ont été à mes côtés pendant ces 7 années d'études, ils sont nombreux, et qui d'une manière ou d'une autre, m'ont aidé ou soutenu, avec, par ordre d'apparition : Benjamin, Gabriel, François-Xavier, Alexandre, Jean-Michel, Adil, Marie G, Hélène, Caroline L, Louis, Sonia, Aélie, Julien, Maxime, Jacques et Béatrice, Monique, Alice et Marie H, Allison et Valentin, Laure, Angélique, Quentin, Matthieu, Lore-Adèle, Mélanie, Antoine P, Gaétan, Laura, mes maîtres de stages hospitaliers, notamment Mme Kadri, également à Marie-Hélène et toute l'équipe de la pharmacie Zolli, ainsi que tous les autres ...

**L'université de Rouen et l'UFR de Médecine et de Pharmacie de Rouen n'entendent
donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse.**

Ces opinions sont propres à leurs auteurs.

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014 - 2015
U.F.R. DE MEDECINE ET DE-PHARMACIE DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESEURS : **Professeur Michel GUERBET**
Professeur Benoit VEBER
Professeur Pascal JOLY
Professeur Stéphane MARRET

I - MEDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mr Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
Mr Bruno BACHY (<i>surnombre</i>)	HCN	Chirurgie pédiatrique
Mr Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Jacques BENICHOU	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Jean-Paul BESSOU	HCN	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme Françoise BEURET-BLANQUART (<i>surnombre</i>)	HCN	Commission E.P.P. D.P.C. Pôle Qualité
Mr Guy BONMARCHAND (<i>surnombre</i>)	HCN	Réanimation médicale
Mr Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mr Jean-François CAILLARD (<i>surnombre</i>)	HCN	Médecine et santé au travail
Mr François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe CHASSAGNE	HCN	Médecine interne (gériatrie)
Mr Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
Mr Pierre CZERNICHOW	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition

Mme Danièle DEHESDIN (<i>surnombre</i>)	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Frédéric DI FIORE	CB	Cancérologie
Mr Fabien DOGUET	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mr Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
Mr Philippe DUCROTTE	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologique
Mr Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric DURAND	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
Mr Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
Mr Pierre FREGER	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
Mr Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
Mr Michel GODIN (<i>surnombre</i>)	HB	Néphrologie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
Mr Philippe GRISE (<i>surnombre</i>)	HCN	Urologie
Mr Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
Mr Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
Mr Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal JOLY	HCN	Dermato - Vénérologie
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Xavier LE LOET	HCN	Rhumatologie
Mr Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry LEQUERRE	HB	Rhumatologie
Mr Eric LEREBOURS	HCN	Nutrition
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
Mr Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
Mr Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie

Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine interne
Mr Jean-Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre MICHEL	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Bruno MIHOUT (<i>surnombre</i>)	HCN	Neurologie
Mr Jean-François MUIR	HB	Pneumologie
Mr Marc MURAINÉ	HCN	Ophthalmologie
Mr Philippe MUSETTE	HCN	Dermatologie - Vénérologie
Mr Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
Mr Jean-Marc PERON (<i>surnombre</i>)	HCN	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
Mr Christian PFISTER	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
Mr Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Bernard PROUST	HCN	Médecine légale
Mr François PROUST	HCN	Neurochirurgie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction
Mr Jean-Christophe RICHARD (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Horace ROMAN	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie - Pathologie
Mr Guillaume SAVOYE	HCN	Hépto-gastrologie
Mme Céline SAVOYE-COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
Mr Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mr Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
Mr Christian THUILLEZ	HB	Pharmacologie
Mr Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion
Mr Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean-Pierre VANNIER	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
Mr Pierre VERA	CB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric VERIN	CRMPR	Médecine physique et de réadaptation
Mr Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier VITTECOQ	HB	Rhumatologie
Mr Jacques WEBER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Mr Jeremy BELLIEN	HCN	Pharmacologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mr Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Physiologie
Mme Sophie CLAEYSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
Mr Stéphanie DERREY	HCN	Neurochirurgie
Mr Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
Mr Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas MOUREZ	HCN	Bactériologie
Mr Jean-François MENARD	HCN	Biophysique
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
Mr Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
Mr Olivier TROST	HCN	Chirurgie Maxillo Faciale

PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Mme Dominique LANIEZ	UFR	Anglais
Mr Thierry WABLE	UFR	Communication

II - PHARMACIE

PROFESSEURS

Mr Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
Mr Jean-Jacques BONNET	Pharmacologie
Mr Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre GOULLE	Toxicologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mme Isabelle LEROUX - NICOLLET	Physiologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
Mr Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie VAUGEUIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mme Dominique BOUCHER	Pharmacologie
Mr Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mr Jean CHASTANG	Biomathématiques
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mr Eric DITTMAR	Biophysique
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie

Mr François ESTOUR	Chimie Organique
Mr Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Najla GHARBI	Chimie analytique
Mme Marie-Laure GROULT	Botanique
Mr Hervé HUE	Biophysique et mathématiques
Mme Laetitia LE GOFF	Parasitologie - Immunologie
Mme Hong LU	Biologie
Mme Sabine MENAGER	Chimie organique
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric ZIEGLER	Biochimie

PROFESSEURS ASSOCIES

Mme Cécile GUERARD-DETUNCQ	Pharmacie officinale
Mr Jean-François HOUIVET	Pharmacie officinale

PROFESSEUR CERTIFIE

Mme Mathilde GUERIN	Anglais
----------------------------	---------

ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE

Mr Jérémie MARTINET	Immunologie
Mme Sandrine DAHYOT	Bactériologie

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Mr Romy RAZAKANDRAINIBE	Parasitologie
Mr François HALLOUARD	Galénique
Mme Caroline LAUGEL	Chimie organique
Mr Souleymane ABDOUL-AZIZE	Biochimie
Mme Maïté NIEPCERON	Microbiologie

LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Roland CAPRON	Biophysique
Mr Jean CHASTANG	Mathématiques
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mr Jean-Jacques BONNET	Pharmacodynamie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX-NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR

Mr Jean-Loup **HERMIL** UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS

Mr Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine Générale

Mr Alain **MERCIER** UFR Médecine générale

Mr Philippe **NGUYEN THANH** UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS

Mr Pascal **BOULET** UFR Médecine générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD** UFR Médecine générale

Mme Yveline **SEVRIN** UFR Médecine générale

Mme Marie Thérèse **THUEUX** UFR Médecine générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

Mr Serguei FETISSOV (med)	Physiologie (ADEN)
Mr Paul MULDER (phar)	Sciences du Médicament
Mme Su RUAN (med)	Génie Informatique

MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil ADRIOUCH (med)	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle BOUGEARD-DENOYELLE (med)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine CLEREN (phar)	Neurosciences (Néovasc)
Mme Pascaline GAILDRAT (phar)	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas GUEROUT (phar)	Chirurgie Expérimentale
Mr Antoine OUVRARD-PASCAUD (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric PASQUET	Sciences du langage, orthophonie
Mme Isabelle TOURNIER (phar)	Biochimie (UMR 1079)

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre Henri Becquerel

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation

SJ – Saint Julien Rouen

Table des matières

Table des matières.....	1
Liste des figures	3
Glossaire des abréviations	4
Introduction.....	5
1. La pratique de la randonnée	6
1.1. Histoire de la randonnée	6
1.1.1. Le XIXe siècle : les origines (2)	6
1.1.2. Première moitié de XXe siècle : l'influence de Jean Loiseau (2-4)	7
1.1.3. De 1950 à aujourd'hui : L'essor de la pratique de la randonnée (2,4)	8
1.2. La moyenne et haute montagne en France	10
1.2.1. Particularités du milieu montagnard.....	10
1.2.1.1. Particularités géographiques.....	11
1.2.1.2. Particularités climatiques	13
1.2.2. Ecosystèmes	15
1.2.2.1. Faune sauvage	15
1.2.2.2. Faune d'élevage.....	18
1.2.2.3. Flore	19
1.3. La randonnée, une activité à risque	21
1.3.1. Le cadre, l'isolement, la préparation.....	21
1.3.2. La limitation des ressources.....	23
1.3.2.1. L'eau.....	24
1.3.2.2. La nourriture.....	24
1.3.2.3. Le matériel.....	26
1.3.2.4. Les soins médicaux.....	28
2. Risques pour la santé	30
2.1. Le Risque Infectieux	30
2.1.1. Contamination microbiologique des eaux de montagne.....	31
2.1.1.1. Principaux agents pathogènes.....	31
2.1.1.2. Transfert et survie des micro-organismes après excréation.....	35
2.1.1.3. Quantification de la contamination fécale.....	37
2.1.2. Les moyens de lutte contre la contamination biologique de l'eau de boisson	38
2.1.2.1. L'ébullition	38
2.1.2.2. La pré filtration	40
2.1.2.3. Les traitements chimiques.....	40
2.1.2.4. Les systèmes de filtration.....	47
2.1.2.5. Les systèmes de traitement aux UV	55
2.1.2.6. Synthèse : Avantages et inconvénients de chaque catégorie de désinfection	55
2.1.3. Comment le randonneur peut-il contribuer à ne pas entretenir la contamination fécale ?	58
2.1.3.1. Pourquoi, où et comment enterrer ses excréments ?.....	58
2.1.3.2. La technique du « Rempportez tout »	60
2.1.3.3. Que faire du papier toilette ?.....	61
2.1.3.4. Hygiène en montagne.....	61
2.1.4. Autres risques infectieux	62
2.1.4.1 En mangeant des baies sauvages	62
2.1.4.2 Par les piqûres de tiques.....	63
2.2. Le Risque Climatique.....	66
2.2.1. Risque solaire : du coup de soleil à l'insolation.....	66
2.2.1.1. Le coup de soleil	67
2.2.1.2. La prévention : Les protections solaires.....	68

2.2.1.3. Le traitement des coups de soleil.....	70
2.2.1.4. L'insolation	70
2.2.2. La chaleur : de l'insolation à la déshydratation.....	70
2.2.3. Le froid : l'hypothermie	71
2.3. Les Blessures.....	73
2.3.1. Les fractures, Les entorses.....	73
2.3.1.1. Les fractures.....	73
2.3.1.2. Les entorses.....	75
2.3.2. Les coupures, les hémorragies	75
2.3.2.1. Les coupures	75
2.3.2.2. Les hémorragies	76
2.3.3. Les ampoules.....	77
2.4. Les Morsures, les Piqûres	79
2.4.1. Les morsures (26).....	79
2.4.1.1. Les chiens gardiens de troupeaux	79
2.4.1.2. Les serpents.....	80
2.4.2. Les piqûres (26).....	82
2.4.2.1. Les tiques.....	82
2.4.2.2. Les hyménoptères.....	82
2.4.2.3. Les araignées.....	84
2.4.2.4. Les scorpions	86
2.4.2.5. Autres : scolopendres, chenilles et taons.....	86
2.5. Le Mal des Montagnes	87
2.5.1. Les causes	87
2.5.2. Les symptômes.....	88
2.5.3. Le diagnostic.....	88
2.5.4. La prévention et le traitement.....	90
3. La Trousse à Pharmacie du Randonneur.....	91
3.1. Douleurs et Fièvre :.....	91
3.2. Troubles Gastro-intestinaux :	92
3.3. Piqûres d'Insectes :	93
3.4. Réactions Allergiques :	96
3.5. Coup de Soleil et Brûlures :	97
3.6. Fractures, Entorses, Crampes et Courbatures :	98
3.7. Coupures :	99
3.8. Ampoules :	101
3.9. Mal des Montagnes :	101
3.10. Autres :	102
Conclusion	104
Bibliographie	105
SERMENT DE GALIEN.....	111

Liste des figures

Figure 1 : Reliefs des montagnes françaises	11
Figure 2 : Géographie et vocabulaire de la montagne	12
Figure 3 : Exposition et étagement de la végétation	13
Figure 4 : Changements météorologiques brutaux	14
Figure 5 : Le chamois	16
Figure 6 : Troupeau de vaches	19
Figure 7 : Rations alimentaires pour une journée de randonnée	25
Figure 8 : Matériel nécessaire pour une randonnée	26
Figure 9 : Équipement de pluie	27
Figure 10 : Signaux de détresse	28
Figure 11 : Cycle de vie de <i>G. duodenalis</i>	32
Figure 12 : Cycle de vie de <i>Cryptosporidium sp.</i>	33
Figure 13 : Transfert et mortalité des micro-organismes après excrétion	36
Figure 14 : Cuisine de randonneur	39
Figure 15 : Micropur Forte MF1T DCCNa®	42
Figure 16 : Comparatif des produits de désinfection de l'eau	46
Figure 17 : Katadyn Hiker Pro®	48
Figure 18 : Katadyn Vario®	49
Figure 19 : MSR Microfiltre Miniworks® EX	50
Figure 20 : MSR Microfiltre Sweetwater®	50
Figure 21 : MSR Microfiltre Hyperflow™	51
Figure 22 : Katadyn MyBottle + ViruPur	52
Figure 23 : Taille des différentes particules présentes dans l'eau	53
Figure 24 : Comparatif de microfiltres présentés	54
Figure 25 : Avantages et inconvénients des différents systèmes de traitement de l'eau	56
Figure 26 : Tableau comparatif Katadyn des systèmes de traitement de l'eau	57
Figure 27 : Mûres sauvages	63
Figure 28 : <i>Ixodes ricinus</i>	64
Figure 29 : Coup de soleil	67
Figure 30 : <i>Vipera aspis</i> (Vipère aspic)	81
Figure 31 : <i>Latrodectus mactrans tredecimguttatus</i>	85
Figure 32 : Lake Louise acute mountain sickness scoring system	89

Glossaire des abréviations

éd. = édition

CNSGR = Comité National des Sentiers de Grande Randonnée

GR = chemin de Grande Randonnée

IGN = Institut Géographique National

FFRP = Fédération Française de la Randonnée Pédestre

PR = chemin de Petite Randonnée

UNESCO = Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture

IR = Infrarouge

UV = Ultraviolet

CP = Coefficient de Protection

DEM = Dose Erythémale Minimale

IP = Indice de Protection

IPD = Immediate Pigment Darkening = Indice de Pigmentation Immédiate

PPD = Persistent Pigment Darkening = Indice de Pigmentation Persistante

SPF = Sun Protector Factor = FPS = Facteur de Protection Solaire

FDA = U.S. Food and Drug Administration

GREC = Glaçage, Repos, Élévation, Compression

CIVD = Coagulation IntraVasculaire Disséminée

SDRA = Syndrome de Détresse Respiratoire Aigüe

OAP = Œdème Aigu du Poumon

OPHA = Œdème Pulmonaire de Haute Altitude

AMM = Autorisation de Mise sur le Marché

IM = Intra Musculaire

SHA = Solution Hydroalcoolique

CI = Contre Indiqué

Introduction

Le but de cette thèse est de répertorier, de lister et d'analyser les risques potentiels auxquels s'expose un randonneur pour sa santé lorsqu'il pratique son activité en moyenne et haute montagne, et d'apporter des solutions pour réduire, minimiser, voire dans certains cas supprimer ces risques, pour que ce loisir reste un plaisir et ne tourne pas à la catastrophe.

Cette thèse s'adresse aux professionnels de santé qui sont amenés à conseiller des randonneurs, qu'ils soient pharmaciens ou médecins.

Elle s'adresse également aux randonneurs eux-mêmes qui souhaiteraient élargir leurs connaissances et s'assurer qu'ils partent bien avec tout le matériel nécessaire tout en minimisant un maximum le poids de leurs sacs à dos.

Dans une première partie nous développerons tout ce qui caractérise la randonnée en moyenne et haute montagne, en passant par son histoire, le cadre de la montagne et les risques liés à cette activité.

Dans une deuxième partie nous aborderons une grande partie des risques pour la santé qui résultent de cette activité sans pour autant avoir la prétention d'en dresser une liste exhaustive, certains risques qui lui sont moins spécifiques ne seront certainement pas abordés dans cette thèse.

Enfin, dans une troisième partie nous listerons le matériel et les médicaments indispensables pour préserver le randonneur et sa santé durant son aventure.

1. La pratique de la randonnée

1.1. Histoire de la randonnée

Dans l'ancien français, «randon» signifiait « course impétueuse » ou « afflux impétueux » (1). C'est ce mot qui plus tard donnera le terme randonnée. À l'origine, la marche n'était pas un but en soi, les premiers marcheurs ne l'étaient ni par plaisir, ni pour l'activité sportive ou encore moins pour la recherche de sensations... Les bergers, les soldats ou encore les pèlerins marchaient dans un but précis, et la marche était pour eux une nécessité à une époque où les moyens de transport modernes n'existaient pas encore.

Nous allons aborder dans cette partie les grandes dates qui ont influencé le développement de la randonnée pédestre en France durant les deux derniers siècles.

1.1.1. Le XIXe siècle : les origines (2)

En 1832, Charles-François Denecourt réalise les premiers balisages de la forêt de Fontainebleau, seuls quelques artistes, peintres et écrivains, se précipitent à la recherche d'inspiration...

En 1872, le « Club Vosgien », inspiré des marcheurs saxons, applique son balisage géométrique, toujours en vigueur sur le massif des Vosges, puis en 1897, les « Excursionnistes Marseillais » délimitent leurs chemins à leur tour.

À la fin du XIXe siècle, différents courants organisent l'esprit de la randonnée comme le scoutisme chrétien ou le mouvement laïque des « Éclaireurs de France ».

Marc Sangnier fonda un journal nommé le « Sillon » en 1894 à destination de ces différents courants, et c'est lui-même qui construisit la première auberge de jeunesse, l'Épi d'Or, en Essonne, en 1929.

1.1.2. Première moitié de XXe siècle : l'influence de Jean Loiseau (2–4)

C'est **Jean Loiseau** (1896-1982) qui, encore aujourd'hui, est considéré comme le père de la randonnée. Cet ancien scout, passionné de nature et de marche, fonda en 1934 « Les Compagnons Voyageurs », un groupe de marcheurs avec qui il va parcourir pendant des années les chemins de France et d'Europe. Le mot « randonneur » n'existe pas encore, on parle à l'époque plutôt « **d'excursionnistes** » ou de « promeneurs ». En 1936, la loi sur les congés payés va favoriser l'accès aux loisirs en pleine nature. C'est aussi à lui que nous devons le premier vrai manuel pratique du randonneur : « Voyages pour les Jeunes » (éd. Susse, 1944). Dans cet ouvrage il s'appuie sur les réseaux de chemins « existant dans nos campagnes et nos montagnes » pour proposer de les raccorder, de les baliser de signes et de les entretenir. Il pense également à border ses sentiers d'auberges et de refuges. L'idée d'utiliser des signes peints, des flèches, des plaques en métal ou des cairns de pierres est prévu, ainsi qu'une indication régulière des kilométrages et une annonce des bifurcations, obstacles et dangers.

Cependant, sous l'occupation et le régime de Vichy, Jean Loiseau prend ses distances avec les institutions officielles de la marche. De son côté le régime de Vichy encourage la pratique de la marche mais interdit les mouvements scouts et la pratique du camping. En 1943, Jean Loiseau et le « Touring Club de France » (association de cyclistes et d'excursionnistes pédestres fondée en 1890) tentent de fonder une « Commission spéciale des Routes du marcheur », mais cela s'est conclu par un échec à cause d'événements dus à la guerre.

Après la fin de la guerre, en 1945, est fondé une « Commission des sentiers de tourisme pédestre ». En 1946, le mot « randonnée » fait son entrée dans « Les Compagnons de la Bonne Humeur », sans pour autant être encore dans le dictionnaire...

Le 22 août 1947 est créé le « **Comité National des Sentiers de Grande Randonnée** » (CNSGR) réunissant le « Touring Club de France », le « Camping Club de France », le « Club Alpin Français », le « Club Vosgien », les « Excursionnistes Marseillais » et les mouvements de scoutisme et des auberges de jeunesse. À la fin des années 1940, bien que l'on puisse enfin circuler librement, les sentiers de grande randonnée restent néanmoins pauvres. Ainsi, en 1947, « Camping plein air » en appelle à l'engagement des militants randonneurs pour tracer et baliser immédiatement les premiers GR (chemins de Grande Randonnée). Loiseau propose un balisage blanc et rouge « pour être mieux vu à la tombée de la nuit et différencier du rouge des forestiers ». Le premier tronçon du GR3 est inauguré le 31 août 1948, il relie alors sur 28 km Orléans à Beaugency, suivi du GR1, qui fait le tour de Paris, et du GR5, dans les Vosges et le Jura (5-7). Dès lors, les « grandes routes du marcheur » se transforment vite en « sentiers de grande randonnée ». C'est aussi à la fin des années 1940 que les mots « randonnée » et « randonneurs » sont lancés !

Jean Loiseau, qui considère alors ses idées reconnues et son combat terminé, décide dès lors de rester en retrait.

1.1.3. De 1950 à aujourd'hui : L'essor de la pratique de la randonnée (2,4)

Dès 1952, on dénombre pas moins de 1000 km de sentiers GR.

En 1956, un accord est conclu avec l'IGN pour faire figurer les GR sur la nouvelle carte au 1 : 50000.

En 1969, le CNSGR reçoit l'agrément du Ministère de la Jeunesse et des Sports, au titre des activités en plein air et en 1971 il est reconnu d'utilité publique.

En 1972, 10.000 km de GR existent dans toutes les régions de France grâce aux milliers de bénévoles et le nombre de randonneur ne fait que croître.

En 1977, « Randonnée Magazine » est la première revue consacrée à la randonnée.

En 1978, le CNSGR devient la « **Fédération Française de la Randonnée Pédestre** » (FFRP) et son champ d'action s'élargit à l'étude des questions sur la randonnée pédestre, à l'intervention dans le domaine de la nature et de l'environnement mais aussi à la représentation et à la défense des intérêts des randonneurs pédestres et de leurs associations.

Les années 1980 voient apparaître la première charte du balisage, la mise en place officielle de la formation d'animateur de randonnée pédestre et la FFRP devient une fédération sportive agréée.

Dans les années 1990, suite aux GR sont créés les « GR de Pays » marqués en jaune et rouge et les PR (chemins de Petite Randonnée) marqués en jaune. Lors du 50^e anniversaire de la randonnée, en 1997, Maurice Bruzek annonce « 80.000 km de sentiers et 240 GR sont balisés ». C'est depuis cette décennie également que différents plans de sauvegarde des sentiers de randonnée se mettent en place, le sentier devient un élément du patrimoine et l'UNESCO classe peu à peu certains sentiers célèbres.

En 2005, selon l'étude Carat Sport, la marche-randonnée se place en tête des sports préférés des Français (68% des personnes interrogées).

Ainsi, en 2013, 180.000 km de sentiers balisés sont répertoriés, **36 millions de marcheurs** parcourent les sentiers (estimation du Ministère des Sports), 220.000 personnes adhèrent à la FFRP (dont 62% de femmes), et on dénombre 20.000 bénévoles dont 7000 baliseurs.

1.2. La moyenne et haute montagne en France

La montagne est le plus souvent définie comme un relief important à la surface de la terre, par opposition aux plaines et collines. On caractérise principalement les montagnes par leur altitude par rapport au niveau de la mer. En dehors de cela il est difficile de définir précisément où commence la montagne. Les différentes définitions de ce terme sont souvent imprécises. Selon Raoul Blanchard, géographe et alpiniste français (1877-1965) : « une définition même de la montagne, qui soit claire et compréhensible, est à elle seule à peu près impossible à fournir » (8). D'après la Loi montagne française (1985), sa définition est pourtant réduite à des conditions climatiques difficiles ou par des fortes pentes qui rendent difficiles les activités humaines (9).

Nous allons néanmoins tenter dans cette partie de définir ce qui peut caractériser le milieu de la moyenne et de la haute montagne en France, sa géographie, son climat, ses écosystèmes.

1.2.1. Particularités du milieu montagnard

Nous désignerons la moyenne montagne de manière arbitraire dans une zone située à une altitude modérée, pouvant être située dans les Alpes entre 1000 et 2000 mètres.

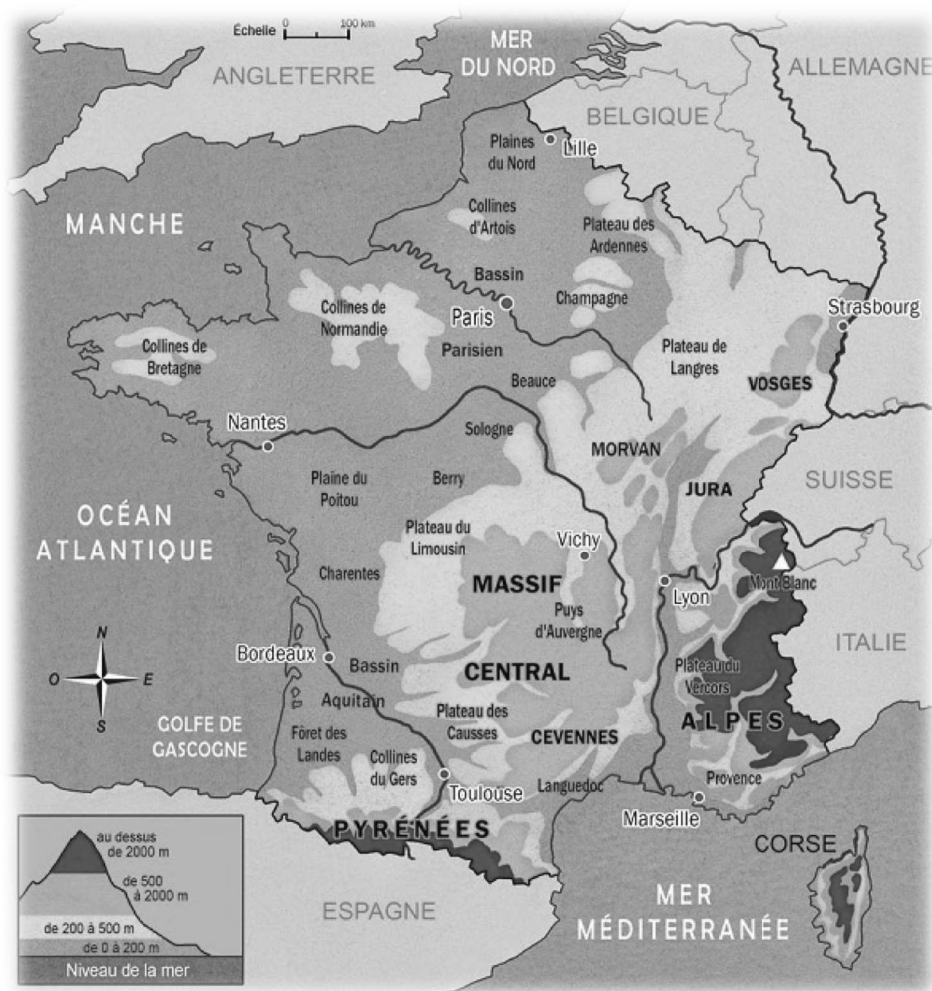
La haute montagne désignera de plus hauts sommets, à une altitude supérieure à 2000 mètres.

La flore, la faune et l'installation humaine y est beaucoup plus rare qu'en moyenne montagne et les conditions climatiques et le relief nécessitent un plus haut niveau d'expérience pour les randonneurs qui souhaiteraient s'y aventurer.

1.2.1.1. Particularités géographiques

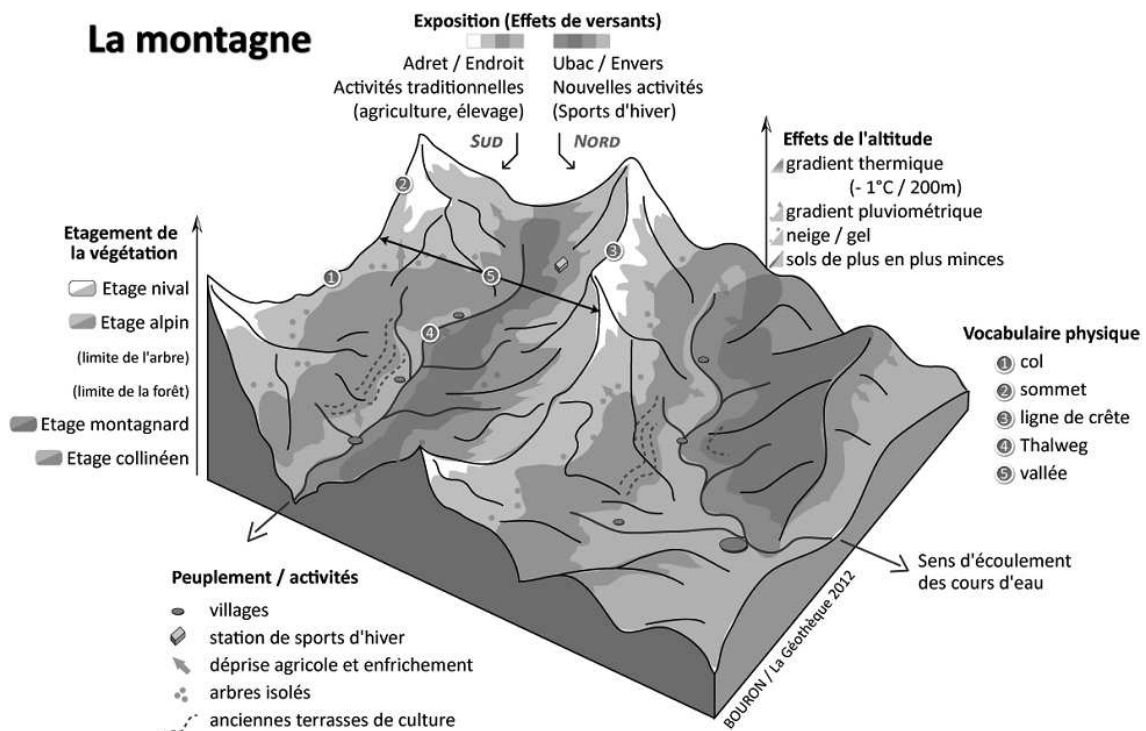
La moyenne montagne comme définie précédemment, peut être retrouvée dans diverses régions de France (Figure 1), dans de petites chaînes montagneuses comme le Morvan, en Bourgogne, les Vosges, en Lorraine, le Jura, en Franche-Comté, ou encore dans le Massif Central et en Corse. Deux chaînes de haute montagne sont présentes en France : les Alpes au Sud-Est et les Pyrénées au Sud-Ouest.

Figure 1 : Reliefs des montagnes françaises (10)



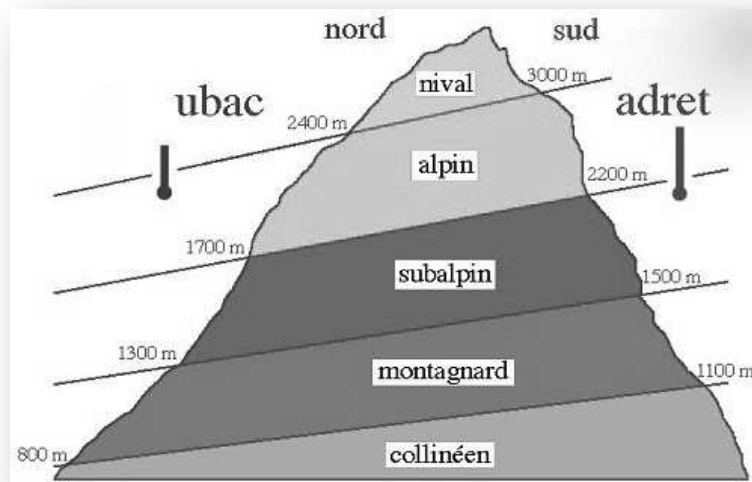
La géographie de la montagne est essentiellement influencée par deux facteurs : l'altitude et l'exposition (Figure 2 et 3). On observe en effet un **étagement de la végétation** et de l'activité humaine en fonction de l'altitude (11). Plus l'altitude est importante, plus la végétation et les traces de l'homme se raréfient, jusqu'à disparaître.

Figure 2 : Géographie et vocabulaire de la montagne (12)



Sur la figure 2 on distingue ainsi en premier l'étage collinéen qui en montagne correspond au fond des vallées, la présence de l'homme y est plus importante, on y trouve villages et agriculture. L'étage montagnard sera caractérisé par la présence de forêts composées de feuillus alors que l'étage subalpin de forêts composées plutôt de conifères. Ensuite vient l'étage alpin, ce sont les alpages, là où se trouve les troupeaux. En dernier lieu on trouve l'étage nivale où la végétation devient presque inexistante, on n'y rencontre plus que des roches et des neiges persistantes. En même temps que la végétation se raréfie avec l'altitude, les sols deviennent de plus en plus minces et de moins en moins riches.

Figure 3 : Exposition et étagement de la végétation (13)



Comme on peut le constater sur la figure 3, les altitudes qui délimitent ces différents étages sont variables en fonction de l'exposition du versant. Ainsi sur le versant nord, que l'on nomme aussi « Ubac » ou encore « Envers », l'exposition solaire y étant moins importante les températures y sont nettement moins élevées. Par conséquent en gagnant de l'altitude on passe plus rapidement dans les étages supérieurs que sur le versant sud, mieux exposé, que l'on nomme également « Adret » ou « Endroit ». Ainsi, la moyenne montagne comme définie précédemment correspond aux étages montagnard et subalpin principalement constitués de forêts, et la haute montagne aux étages alpin et nival où il n'y a plus d'arbres.

La montagne, par sa géographie particulière et inhospitalière pour l'homme, peut engendrer des risques pour la santé du marcheur, que nous développerons dans une autre partie.

1.2.1.2. Particularités climatiques

Concernant le climat montagnard, il se caractérise essentiellement par des **températures plus faibles** et des **précipitations plus abondantes** (14).

La température de l'air diminue progressivement avec l'altitude. Le gradient thermique moyen est d'environ 0,55°C tous les 100 mètres. Le nombre de jours de gelée est voisin de 6 mois à 2000 mètres et de 310 jours à 3100 mètres (11,14).

On observe également un gradient pluviométrique croissant avec l'altitude. Les précipitations deviennent plus importantes en fréquence et en intensité car le relief induit une ascendance des masses d'air et donc un refroidissement et la condensation de la vapeur d'eau en nuages (14). Entre 500 et 2500 m, l'augmentation de la pluviosité est d'environ 100 mm tous les 100 m. Les précipitations sont plus élevées dans les chaînes dites « océaniques » comme le Jura, les Vosges, les Pyrénées occidentales et centrales, ... alors que le centre de la chaîne des Alpes possède un climat plus sec. La durée de l'enneigement augmente avec l'altitude, dans les Alpes internes elle persiste 4 mois à 1000m, 7 mois à 1800 m et 10 mois à 2500 m (11).

Ainsi, même s'il pratique son activité en été, il n'est pas exclu que le randonneur soit confronté pendant son périple à des précipitations importantes, des orages, du brouillard (figure 4) ainsi que des températures très basses pouvant passer en dessous de 0°C. Il se peut également qu'il ait à traverser des plaques de neiges, aussi nommés « névés » (15). Ces éléments climatiques caractéristiques sont autant de facteurs de risque pour la santé du randonneur de haute montagne. Nous verrons plus loin quels sont ces risques en question.

Figure 4 : Changements météorologiques brutaux (16,17)



1.2.2. Ecosystèmes

Sur son parcours le randonneur gravira les différents étages décrits précédemment. Ceux-ci ne sont pas là que pour marquer une altitude ou des différences de températures... C'est réellement tout un écosystème que l'on découvre à chacun d'entre eux, avec sa faune et sa flore.

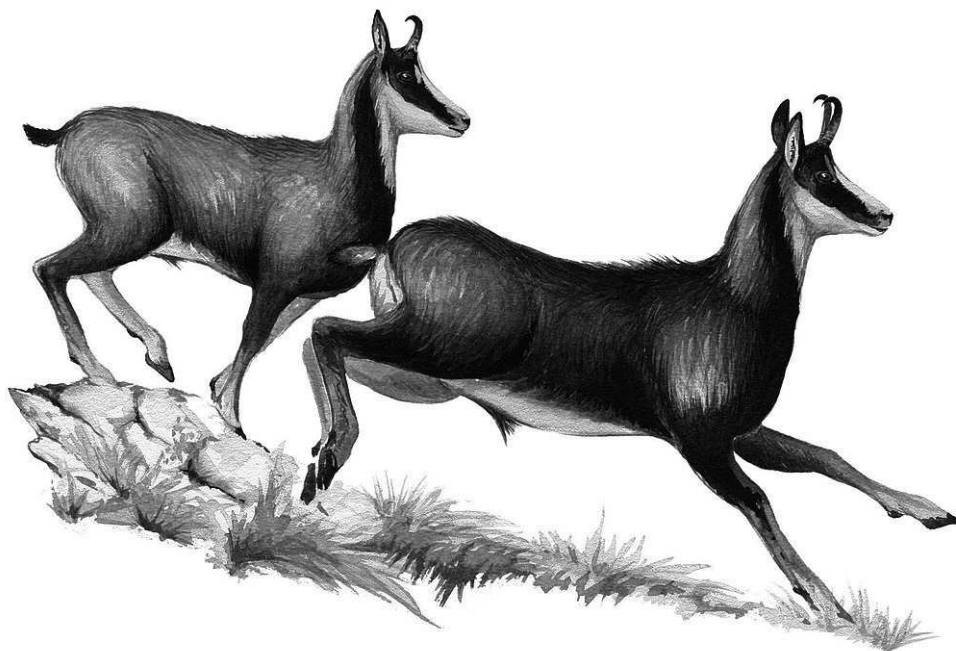
1.2.2.1. Faune sauvage

La marmotte, le chamois (Figure 5), le mouflon, le bouquetin, l'aigle royal, l'ours des Pyrénées sont des exemples emblématiques de la faune sauvage des Alpes et des Pyrénées.

La marmotte des Alpes (*Marmota marmota*) (18,19) est un petit mammifère d'environ 50 cm de long, de l'ordre des rongeurs et de couleur brun, marron ou noir. Elle est présente entre 1500 et 3000 mètres dans les Alpes et dans les Pyrénées depuis une introduction en 1900. Elle se nourrit essentiellement de végétaux herbacés et de graines, et hiberne pendant 5 mois et demi dans des terriers. Quand elle sent un danger elle émet un sifflement caractéristique pour donner l'alerte aux autres marmottes, sifflement que le randonneur a de forte chance d'entendre sur son parcours avant même de repérer visuellement l'animal.

Le chamois (*Rupicapra rupicapra*) dans les Alpes ou Isard (*Rupicapra pyrenaica*) dans les Pyrénées (20), est un mammifère capriné des montagnes d'Europe à cornes recourbées en crochet vers l'arrière comme on peut le voir sur la figure 5, à robe gris-beige en été ou noire en hiver. On le retrouve entre 2000 et 3000 mètres dans les Alpes et les Pyrénées.

Figure 5 : Le chamois (21)



Les mouflons sont des ovins sauvages présents dans les montagnes d'Europe. Ce terme regroupe plusieurs familles d'ovins sauvages. Le mâle présente des cornes recourbées en volutes.

Le bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) et le bouquetin des Pyrénées (*Capra pyrenaica*) sont deux espèces de mammifères caprinés. La seconde a cependant disparu des Pyrénées à la fin du XXe siècle et fait l'objet d'un plan de restauration dans les Pyrénées Françaises depuis 2012 (22). Ils présentent de longues cornes annelées, arquées vers l'arrière (23).

L'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) (24), avec une longueur moyenne de 85 cm et une envergure de 2,20 m est un grand rapace qui chasse les marmottes et les jeunes chamois. Il vit dans les falaises et descend en plaine l'hiver.

L'ours des Pyrénées (*Ursus arctos arctos*) (19) est une sous-espèce d'ours brun. Il est en voie de disparition en France malgré des essais de réintroduction. En 2000, on comptait une dizaine d'individus, en 2013 il semblerait en avoir 24. Il peut mesurer jusqu'à 2 m, bien que carnivore il se nourrit principalement de végétaux. En pratique, bien que potentiellement dangereux, il est très rare qu'un ours agresse quelqu'un, car, la plupart du temps ils fuiront la présence de l'homme. Il peut être possible de repérer la présence de l'ours par des traces de griffes sur des troncs d'arbres, de la fourrure prise dans l'écorce d'un arbre en se frottant, ou encore la présence d'arbres tombés dont l'écorce est déchiquetée, parfois jusqu'au cœur. Face à un ours, mieux vaut garder une attitude adéquate. C'est-à-dire rester à distance, minimum 30 m, si possible 90 m, rester en groupe, se montrer imposant, conserver pour cela son sac à dos sur les épaules, faire du bruit (25).

Le loup commun (*Canis lupus*) (19) a disparu de France dans les années 1930 mais à partir de 1992 des loups, venus d'Italie, sont observés dans le parc du Mercantour, dans les Alpes. En 1998 on en recense une vingtaine. Le loup est protégé en France depuis 1993 bien qu'il soit peu apprécié des éleveurs en raison des attaques de troupeaux. Les éleveurs sont indemnisés par l'État pour chaque animal tué par un loup. Le loup vit en meute organisée autour d'un couple dominant, il communique par des hurlements mais aussi par des odeurs ou des postures. Il faut savoir que les loups sont naturellement farouches et qu'ils ont appris à se méfier des humains. Mais par prudence, en cas de rencontre avec un loup le randonneur devra suivre les mêmes attitudes que décrites avec l'ours (25).

En France métropolitaine, le seul serpent venimeux est la vipère, répartie en plusieurs espèces (26): *Vipera aspis* (Vipère aspic) est l'espèce la plus répandue, dans le Sud de la France, les plaines et les montagnes jusqu'à 3000 m d'altitude, *Vipera berus* est présente dans

le Massif central et les Alpes, *Vipera ursinii* (Vipère d'Orsini) est retrouvée dans les basses Alpes, *Vipera seoanei* (Vipère de Séoane) réside dans le Pays Basque, *Vipera ammodytes* (Vipère ammodyte) en Haute Savoie et *Vipera lastei* (Vipère de Lataste) dans les Pyrénées Orientales. Toutes ces espèces sont néanmoins des animaux craintifs et peu agressifs qui n'attaquent que lorsqu'elles se sentent menacées ou dans certaines conditions (météorologiques, reproduction, mue,...). Les vipères ont une tête triangulaire et détachée du corps, à l'inverse des couleuvres qui ont une tête ovalaire dans le prolongement du corps. Elles possèdent une pupille à fente verticale, alors que les couleuvres ont une pupille ronde. Leur taille est inférieure à 80 cm. La morsure est formée de 2 points espacés de 5 à 15 mm marqués par les 2 crochets de la vipère.

De manière générale, si le randonneur ne souhaite pas être importuné par des animaux sauvages ou des troupeaux, il suffit de suivre quelques règles. Tout d'abord, éviter de s'installer à un endroit où des traces d'animaux sont présentes (crottes, herbe couchée, passages d'animaux, ...), cuisiner et manger à distance du lieu où l'on souhaite passer la nuit et ranger et nettoyer le campement. Il faut éviter de garder de la nourriture dans la tente et opter plutôt pour des boîtes hermétiques pour le rangement. En suivant ces quelques règles, le randonneur pourra s'éviter la déconvenue de devoir déplacer son campement en plein milieu de la nuit !

1.2.2.2. Faune d'élevage

La faune d'élevage, autrement dit le bétail, est artificiellement introduit par l'homme en grand nombre pendant la saison estivale. La transhumance, ou, migration périodique des bovins, cervidés, équidés et ovins, a lieu tous les ans et a pour but de faire paître le bétail dans les alpages dès que les beaux jours sont arrivés, c'est-à-dire de fin mai à la mi-octobre (27). Nous

verrons plus loin que cette forte concentration n'est pas sans conséquence pour la santé des randonneurs concernant la contamination des eaux de montagne.

Sur sa route, les marcheurs rencontreront sans aucun doute divers troupeaux, des vaches (Figure 6), des moutons (*Ovis occidentalis*), des chèvres (*Capra hircus*) (28)...

Figure 6 : Troupeau de vaches (29)



Afin de protéger leurs troupeaux contre des loups ou des chiens errants, les éleveurs utilisent des chiens de protection. Ces chiens sont souvent de la race du chien de montagne des Pyrénées aussi nommé Patou. Pour la sécurité des promeneurs, il est conseillé de contourner les troupeaux et d'adopter un comportement calme, même en l'absence de chien de garde.

1.2.2.3. Flore

La flore des montagnes françaises comporte un nombre considérable d'espèces végétales, dont un grand nombre sont pourtant géographiquement localisées. Certaines sont présentes

principalement dans certaines chaînes de montagnes mais pas d'autres. Par exemple les Gymnospermes spontanés abondent dans les Alpes et les Vosges mais sont quasiment inexistantes dans les Pyrénées. Dans les étages montagnards humides, les Bryophytes et les Ptéridophytes sont particulièrement nombreux. On retrouve également beaucoup de Saules, de Saxifrages, d'Astragales, de Pédiculaires, d'Ombellifères et de Rosacées... (11).

La végétation de l'étage collinéen est caractérisée par la présence majoritaire de chênes pubescents, qui disparaissent théoriquement vers 800 à 1000 m et que l'on retrouve peu dans les étages supérieurs. On trouve également un peu de hêtres et de chênes sessiles. La végétation de l'étage montagnard comprend des pins sylvestres sur les versants sud et des sapins sur les versants nord. On retrouve sur les deux versants un peu de hêtres dans les Pyrénées. L'étage subalpin comprend des pins, et dans les Alpes sur les versants nord : des mélèzes et des épicéas. L'étage alpin inférieur est essentiellement constitué de pelouse continue à *Carex curvula* qui devient discontinue dans l'étage alpin supérieur. Quand à l'étage nival la végétation y est très rare. On trouve néanmoins des algues et des lichens sur les rochers.

Il existe des variations dans la végétation entre les différentes chaînes de montagnes françaises, en fonction de la localisation plutôt océanique, continentale ou encore méditerranéenne (11). Il est du devoir du randonneur pendant ses journées de marche de veiller à préserver la nature qui l'entoure.

1.3. La randonnée, une activité à risque

Maintenant que nous avons vu quelles sont les caractéristiques du milieu montagnard, il apparaît que cette activité présente des risques pour diverses raisons, certaines apparaissent comme évidentes, mais d'autres moins...

Nous allons dans cette partie découvrir que le cadre en lui-même, la géographie du milieu, l'isolement qui en résulte, augmentent l'importance du risque de manière générale et compliquent le recours à des secours extérieurs. Cet isolement entraîne également une limitation des ressources vitales au randonneur.

1.3.1. Le cadre, l'isolement, la préparation

La montagne est un milieu inhospitalier pour l'homme, comportant des espaces difficiles d'accès, des pentes raides et des parois abruptes augmentant ainsi considérablement les distances, l'isolement mais aussi le risque de blessure.

Le randonneur devra être bien préparé avant de se lancer dans cette grande aventure. Une mauvaise préparation fait courir à coup sûr un grand risque au randonneur et à ceux qui l'accompagnent. D'abord, il est essentiel de prévenir quelqu'un de l'endroit où l'on compte se rendre, et de la durée de son séjour dans le milieu montagnard. Ensuite, il faut s'assurer d'emporter tout le matériel nécessaire pour la durée de la randonnée (nous développerons cela plus loin). Enfin, il faut être entraîné physiquement et psychologiquement pour le parcours que l'on compte entreprendre, il faut aussi connaître ses limites. Une randonnée en haute montagne n'est pas à considérer comme une promenade dans un parc public.

La **préparation du parcours** est un élément capital pour un séjour en montagne réussi, celui-ci devra être défini à l'aide d'une carte, en essayant de prévoir les étapes qui seront réalisées chaque jour avec les lieux d'arrêt pour passer la nuit. Il faudra bien sûr tenir compte de la distance, de la dénivellation et des lieux pour dormir. Cela doit rester raisonnable, c'est-à-dire être dans les capacités physiques et mentales de chaque membre du groupe de randonneur. Ce parcours ne pouvant pas tout le temps être fixe, il faudra prévoir des trajets alternatifs en cas d'imprévus. Les randonneurs, ou au moins le plus expérimenté du groupe devra posséder un bon sens de l'orientation et savoir se servir d'une carte et d'une boussole. Chaque année, certains s'écartent de leur itinéraire sans très bien savoir où ils vont, n'ayant certainement ni carte, ni boussole. Pour les personnes inexpérimentées il faudra toujours partir avec au moins une personne qui possède l'expérience de la randonnée.

Le **choix de la période** est aussi primordiale, la saison estivale est très réduite en montagne, jusqu'à la mi-juillet le randonneur pourra encore rencontrer des plaques de neige sur son parcours et des températures basses, et à partir de la fin août ou début septembre la météo se dégrade en montagne. Avant de partir il vaut mieux surveiller la météo, car connaître les prévisions météorologiques fait toute la différence entre une randonnée réussie et une autre, mal préparée.

Une fois que tout ces points ont été pris en compte, un autre élément reste à maîtriser : soi-même ! **L'allure de marche** est propre à chacun en fonction de ses capacités et il faut en acquérir la maîtrise. L'erreur habituelle consiste à partir trop rapidement. Hors la randonnée implique de l'endurance. La bonne allure est celle à laquelle le marcheur pourra tenir toute une journée. En groupe, bien que frustrant, il faudra adapter l'allure sur celle du plus lent. En plus de la forme physique, l'allure dépend de la dénivellation, de la charge du sac à dos et des conditions météorologiques.

Il reste toutefois un élément à prendre en compte durant la randonnée : **être attentif** à l'environnement et **savoir s'adapter**. Météo changeante, configuration du terrain imprévue, baisse rapide de la luminosité, distance parcourue plus faible que prévue ?

La randonnée est faite d'imprévus, le randonneur doit y faire face. Il devra toujours observer le ciel, pour repérer à temps les changements de météo. Il devra toujours étudier la carte, pour ne pas être surpris par le terrain. Il devra connaître l'heure de coucher du soleil et avoir une montre, pour ne pas être surpris par l'obscurité. Rester conscient de ce qui se passe autour de soi aide à anticiper les difficultés éventuelles (25).

Nous venons de voir que l'attitude du randonneur est le premier élément pour garantir sa sécurité en montagne. La préparation, la connaissance du milieu, la capacité d'adaptation sont les bases. Le danger et l'isolement quant à eux sont réels.

Après ces étapes franchies, il va falloir entrer plus en détail dans le matériel requis pour la randonnée. Pour cela, il faut d'abord définir les besoins du randonneur, besoins auxquels il faudra faire face quand on connaîtra les limites des ressources disponibles.

1.3.2. La limitation des ressources

Ce n'est pas une fois atteint un sommet, à plusieurs heures, voire journées de marche de la civilisation, qu'il faudra se rendre compte qu'on a oublié un élément capital, que l'on a plus de quoi s'alimenter, de quoi se tenir chaud, ou de quoi se soigner...

En effet il n'est quasiment pas possible de se ravitailler pendant une randonnée. En effet, le randonneur ne croisera ni épicerie, ni magasin de bricolage, ni pharmacie en haute montagne. Mis à part pour l'eau, il sera plus compliqué de se ravitailler en nourriture, en matériel et en médicaments.

1.3.2.1. L'eau

Il faudrait boire en moyenne 2 L d'eau par jour, sachant qu'en marchant cette quantité passe à 3 ou 4 L. Or il est impossible, pour une raison de poids et de place, d'emporter la quantité d'eau minérale nécessaire à toute une randonnée dans son sac à dos. Il faudra donc consommer l'eau sur place, celle des **ruisseaux et torrents présents sur le trajet**. Pour cela, il sera nécessaire de repérer d'avance sur la carte tous les cours d'eau que le randonneur croisera afin de s'approvisionner. Les gourdes devront être remplies d'au moins 2L d'eau par personne en permanence, de quoi avoir des réserves pour une demi journée de marche (30). Il faudra refaire le plein dès que possible et veiller à ne pas avoir toutes ses gourdes de pleines pour ne pas non plus se surcharger. L'idéal, pour la bonne gestion des réserves en eau, est de faire un roulement, c'est-à-dire prélever l'eau, la traiter (voir partie 2.1.2.), ne pas la boire avant le délai requis, puis la consommer quand nécessaire, et, au point d'eau suivant, remplir une autre gourde, la traiter, et pendant le délai continuer à boire sur la première gourde avant de passer à celle-ci. Il est primordial de ne pas manquer d'eau, si les réserves viennent à diminuer trop vite il faudra chercher un point d'eau sans plus attendre. Pour cela il faudra s'aider de la carte (les cours d'eau et lacs y figurent en bleu), de ses yeux (observer les alentours, chercher les points en contrebas) et de ses oreilles (25)... Le risque de manquer d'eau étant évidemment la déshydratation (voir partie 2.2.2.). Le soir, au moment de camper, on choisira un endroit assez proche d'un point d'eau où l'on pourra remplir toutes les gourdes disponibles pour les besoins de la cuisine, des boissons chaudes etc...

1.3.2.2. La nourriture

Pour la nourriture en revanche il faut s'assurer de prévoir suffisamment de rations pour tout le groupe et pour toute la durée du périple, voire même un petit peu plus en cas d'imprévu. Les rations doivent pouvoir subvenir aux besoins nutritionnels des randonneurs.

Lors de l'une de mes randonnées, qui a duré 6 jours avec deux autres randonneurs, nous sommes finalement venus à la conclusion que les rations présentées dans la figure 7 étaient adéquates (30,31). Il s'agit bien sûr d'un exemple et les quantités nécessaires pour chaque personne peuvent varier. Ces rations nous ont permis d'assurer des journées de marche entières normales, sans souffrir de la faim. Nous faisons bouillir de l'eau uniquement pour les repas du matin et du soir, pour les boissons chaudes et les repas lyophilisés. Ces derniers, de différentes marques et de valeurs nutritionnelles très variées avaient été reconditionnés en rations de poids différentes (de 80 à 135g) mais de valeur énergétique égale. Les fabricants spécialisés dans l'alimentation du randonneur proposent un large choix de plats lyophilisés.

Figure 7 : Rations alimentaires pour une journée de randonnée (30)

Repas	Aliment	Quantité (g/pers/jour)
Petit-Déjeuner :	Biscuit sec type « petit-déjeuner »	75g
	Café soluble et/ou thé en sachet	--
	Sucres en morceaux	--
Midi :	Pain	80g
	Fromage : emmental	40g
	Saucisson sec	40g
	Fruits secs	30g
Encas :	Barres de céréales	40g
	Bonbons à sucer	10g
Soir :	Repas lyophilisés (reconditionnés en fonction de la valeur énergétique)	80 - 135g
	Thé en sachet	--

1.3.2.3. Le matériel

Certains oublis concernant le matériel peuvent être fatals... Nombreux ouvrages et sites internet proposent des listes de matériel à emporter. La liste suivante (figure 8) est inspirée de mes expériences, de mes carnets de randonnées et de certains ouvrages (25,30,31) :

Figure 8 : Matériel nécessaire pour une randonnée

Pour le groupe	Par personne	Vêtements
Tente	Duvet + Sac de compression	Chaussures de randonnée
Carte(s)	Tapis de sol	Chaussettes de randonnée
Boussole	Lampe torche + Piles de rechange	Pantalons
Altimètre	Paire de lacets	Sur-pantalon type k-way
Bougies	Serviette	Veste ou poncho type k-way
Briquet(s) + Allumettes	Brosse à dent + Dentifrice	T-shirts manches courtes et manches longues
Carnet + Crayon	Papier toilette	Pull chaud ou polaire
Téléphone portable	Savon	Chapeau ou casquette
Bouilloire	Bol, Gobelet, Cuillère	Vêtements chauds pour dormir
Gourdes	Lunettes de soleil	
Réchaud à gaz	Sac à dos	
Bouteilles de gaz		
Couteau suisse		
Sacs poubelle		
Sacs congélation zipés		
Élastiques, Cordes, Mousquetons, Scotch		
Mouchoirs en papier		
Couverture de survie		
Jumelles		

Cette liste n'est bien sûr pas limitative mais par contre pour l'espace dans le sac à dos et les capacités du randonneur à porter son matériel toute une journée c'est une autre histoire. De nombreux sites internet présentent des tutoriels pour alléger au maximum son packaging et on assiste à une course pour le moindre gramme économisé.

Toutefois certains éléments ne sont pas à prendre à la légère comme le choix de la tente (nombre de places, poids, résistance, facilité de montage/démontage, étanchéité,...), le choix des bonnes chaussures de marche (à essayer plusieurs fois avant de partir avec en randonnée), le choix de sacs de couchages (chauds et légers), sans oublier le réchaud à gaz et le nombre adéquat de bouteilles de gaz (calculer la consommation prévue en fonction du nombre de repas). Briquets et allumettes ne sont pas de trop, il faut diversifier les sources d'allumage du réchaud et les ranger dans des sacs différents (au cas où ceux-ci prendraient l'eau). Cartes et boussole sont évidemment indispensables ! Les vêtements de pluie ne sont pas à négliger, la météo étant toujours imprévisible, et les sacs poubelles en plus de leur utilité première peuvent également servir à protéger les sacs à dos en cas de pluie (Figure 9).

Figure 9 : Équipement de pluie (32)



Un téléphone portable, chargé et gardé éteint pendant la randonnée, est indispensable en cas d'urgence. Les élastiques, la corde, des mousquetons, du scotch peuvent servir en cas de réparation de fortune. Une paire de lacets supplémentaire peut être très utile également...

1.3.2.4. Les soins médicaux


Pour clore cette partie sur la limitation des ressources auxquelles doit faire face le randonneur, il ne faut pas oublier que la montagne peut être un environnement dangereux, que le risque de blessure, si le randonneur n'est pas attentif, est partout, et que l'intervention des secours est plus compliquée qu'ailleurs. Il reste une dernière chose extrêmement importante à ne pas oublier dans son sac à dos : une trousse à pharmacie complète.




Dans le cas d'un accident grave, si l'intervention des secours s'avère nécessaire, certaines règles de base sont à connaître par le randonneur (Figure 10).

Figure 10 : Signaux de détresse (33)

Signaux de détresse (sol-air)

Message au terrain
Carré de tissu rouge de 1 m de côté avec un anneau blanc de 15 cm de largeur



	Signaux manuels	Signaux sonores	Signaux optiques	
Nous avons besoin de secours	 <i>La personne se tient immobile debout</i>	 6 coups/mn	Lampe électrique ou miroir :  6 éclats/mn	Fusée :  Rouge
Nous n'avons besoin de rien	 <i>La personne se tient immobile debout</i>	 3 coups/mn	 3 éclats/mn	 Vert

Comme on peut le voir sur la figure 10, le premier des signaux de secours est à privilégier si l'on est sûr que quelqu'un nous voit : se tenir debout, immobile, avec les deux bras vers le ciel. Dans les autres cas, des signaux sonores peuvent être utilisés ou des signaux lumineux si l'on dispose du matériel permettant de les réaliser (34).

Enfin, dans l'hypothèse d'un sauvetage par hélicoptère, il est important de créer un balisage au sol, avec des vêtements de couleur voyante de préférence et sur une surface la plus étendue possible.

Néanmoins, avant de partir, il faudra veiller à posséder tous les médicaments et tout le matériel médical pouvant potentiellement être nécessaires en cas d'incident.

C'est pourquoi nous allons maintenant voir dans la deuxième partie de cette thèse les différents risques auxquels s'expose le randonneur pour sa santé, afin de pouvoir enfin lister dans la troisième et dernière partie le contenu de la trousse à pharmacie du randonneur.

2. Risques pour la santé

2.1. Le Risque Infectieux

Nous l'avons vu, l'un des premiers besoins vitaux du randonneur de haute montagne est bien évidemment l'eau. Le sportif qu'il est a des besoins en eau importants du fait de l'effort quotidien et continu qu'il fournit. S'il part seulement à la journée, il peut emporter de l'eau minérale en bouteille, mais, s'il part pour plusieurs jours, le poids lié à la quantité d'eau nécessaire devient trop important. Ainsi, dans un souci d'optimisation de la charge totale du sac à dos, le randonneur se voit obligé d'utiliser les différentes sources et cours d'eau présents sur son parcours. Ces points d'eau eux-mêmes fréquentés et utilisés par les autres randonneurs, la faune sauvage et de nombreux troupeaux d'élevages, qui, après s'être désaltérés vont déféquer à proximité de ceux-ci et entraîner le problème de la « contamination fécale » des cours d'eau. Cette contamination peut être à la fois parasitaire, bactériologique et virale.

Ainsi, comme le souligne Kathleen Meyer dans son ouvrage « Comment chier dans les bois » : « aux Etats-Unis, il n'existe malheureusement plus une source ou un cours d'eau, quelle que soit sa limpidité ou son éloignement, dont l'eau ne puisse désormais être bue sans la menace de contracter une giardiose, maladie véhiculée par les matières fécales dans l'eau. Cette maladie était encore inconnue au début des années soixante-dix ».

Nous verrons tout d'abord comment a lieu cette contamination, comment l'homme peut éviter de se contaminer lui-même et nous terminerons par comment il peut, par son comportement, diminuer cette contamination pour les promeneurs futurs.

2.1.1. Contamination microbiologique des eaux de montagne

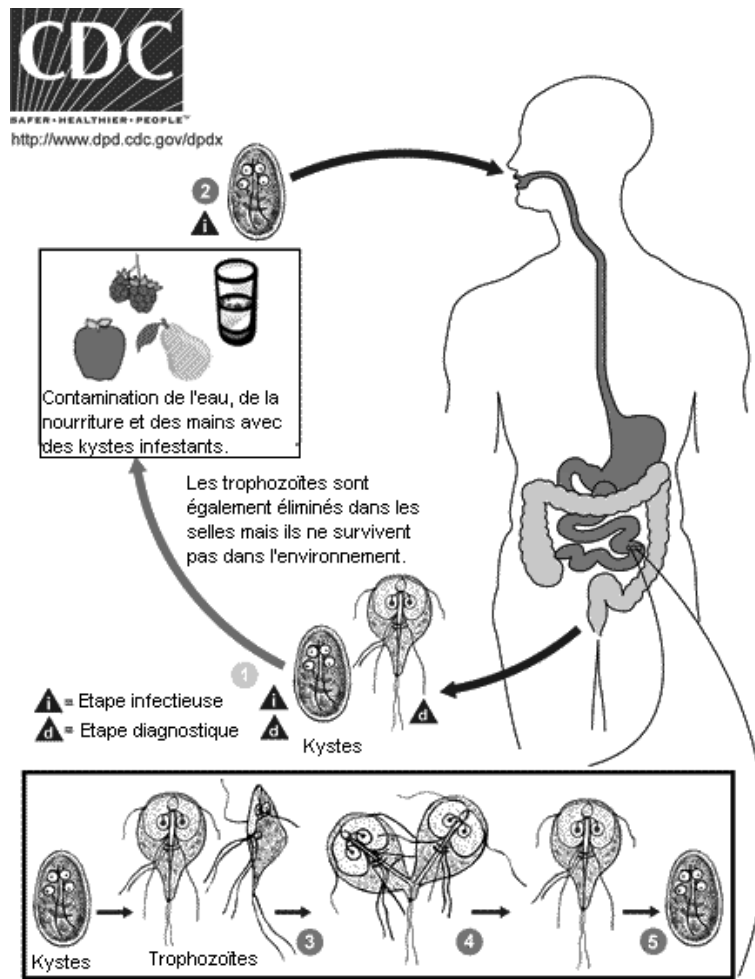
Au commencement (puisque'il en faut un) il y a un réservoir, c'est à dire une population de contaminés contenant un contaminant microbiologique. Dans le cas qui nous intéresse, la haute montagne, les troupeaux d'élevages et notamment les bovins (dont le cheptel était de 13M en France en 2010 (35)), occupent une place importante dans la chaîne de contamination. Ces bovins relarguent dans la nature bon nombre de ces micro-organismes par le biais de leurs fèces.

2.1.1.1. Principaux agents pathogènes

- **Protozoaires** (36–38) : Il s'agit d'organismes unicellulaires d'une taille variant de 1 à 15 microns. Ces parasites à coque rigide forment des kystes qui entraînent chez l'homme des pathologies gastro-intestinales :

- *Giardia duodenalis* (36,37,39) est un parasite protozoaire de la classe des flagellés (Figure 11). C'est la première cause de diarrhée parasitaire dans le monde. Cependant, l'infection n'est pas toujours symptomatique, 60% des contaminés sont porteurs sains. En France, la prévalence de la giardiose varie entre 2 et 7,5%.

Figure 11 : Cycle de vie de *G. duodenalis* (40)



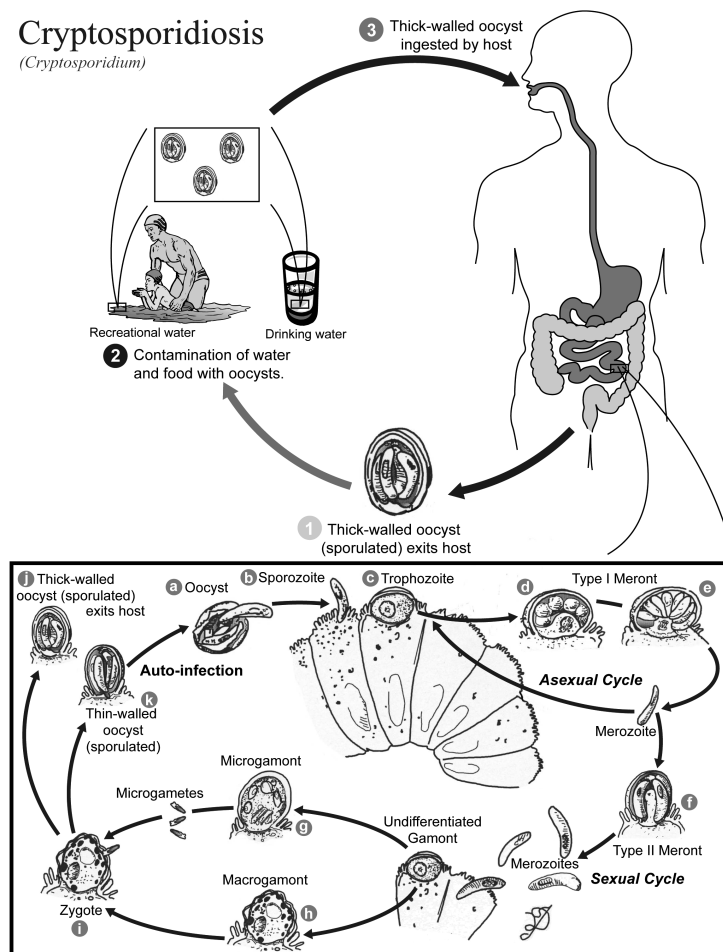
Comme le montre la figure 11, la contamination se fait par de l'eau souillée, la dose infectante est faible. Les kystes passent par voie orale. Dans le tube digestif 4 formes végétatives sont libérées, ce sont les trophozoïtes qui vivent dans le duodénum puis s'enkystent sous l'effet des sels biliaires avant d'être éliminés dans les selles. Les kystes sont très résistants (1 mois en milieu extérieur) mais sont toutefois sensibles aux UV et à la congélation.

Durant la phase aiguë (7 à 10 jours après l'ingestion de kystes) la diarrhée est importante, les selles grasses et donc flottantes, malodorantes, fluides mais non liquides, accompagnées de flatulences et de crampes. On retrouve la présence de nausées et de vomissements ainsi qu'un sentiment de satiété et une anorexie. Cette phase aiguë peut durer entre 7 et 21 jours et passer à l'état chronique ou intermittent par la suite. En phase chronique, la perte de poids

peut être importante de plusieurs dizaines de kilos avec 1 à 2 épisodes de diarrhées par mois en raison d'une digestion perturbée. Chez l'enfant cela se traduit par une cassure de la courbe de poids. Enfin, sans le savoir, beaucoup d'individus sont porteurs asymptomatiques de kystes de *G. duodenalis*.

- *Cryptosporidium parvum* (36,37) est un parasite protozoaire, c'est une coccidie de l'embranchement des sporozoaires (Figure 12). Il est responsable de diarrhées hydriques à guérison spontanée chez l'immunocompétent. Il est présent partout dans le monde.

Figure 12 : Cycle de vie de *Cryptosporidium sp.* (41)



Comme le montre la figure 12, la contamination se fait fréquemment par l'eau souillée, mais aussi par le lait cru, le cidre ou encore les coquillages. Les oocystes passent par voie orale, puis se divisent en 4 sporozoïtes extracellulaires qui entrent dans les entérocytes pour donner des trophozoïtes, puis des schizontes à 8 noyaux qui sont libérés dans la lumière intestinale, puis 8 mérozoïtes qui entrent à leur tour dans des entérocytes pour donner des schizontes à 4 noyaux afin de libérer 4 mérozoïtes chacun. Une fois entrés à nouveau dans l'entérocyte ils se différencient en microgamétocyte mâle ou macrogamétocyte femelle. Il y a fécondation au moment de la rencontre de micro et de macrogamètes pour donner l'oocyste qui est éliminé dans les selles. Ces oocystes sont très résistants, à la javel, à la température jusqu'à 60°C mais sont sensibles aux UV, à l'ébullition et à la dessiccation.

Après 8 jours d'incubation, il y a survenue de diarrhée aqueuse et de vomissement souvent accompagnés d'amaigrissement. En cas d'immunodépression de l'hôte la guérison n'est pas spontanée. Enfin, la contamination peut également être asymptomatique.

En 1993, *C. parvum* fut responsable de la contamination d'une de l'eau à Milwaukee, dans le Wisconsin aux Etats-Unis, qui a affecté près de 400 000 personnes (42).

- **Bactéries** (38,43) : Il s'agit d'organismes unicellulaires d'une taille variant de 0,2 à 5 microns, se propageant rapidement dans un environnement chaud, surtout dans l'eau, en fonction de l'abondance des substances nutritives.

• *Escherichia coli* est une entérobactérie. C'est un bacille gram négatif aérobie/anaérobie facultative. *E. coli* fait partie de la flore digestive de nombreuses espèces mais certaines souches ou pathotypes peuvent s'avérer pathogènes en exprimant des facteurs de virulence

particuliers et entraîner des infections digestives se traduisant par d'importantes diarrhées (43). Ces bactéries peuvent survivre une dizaine de jours dans l'eau (44).

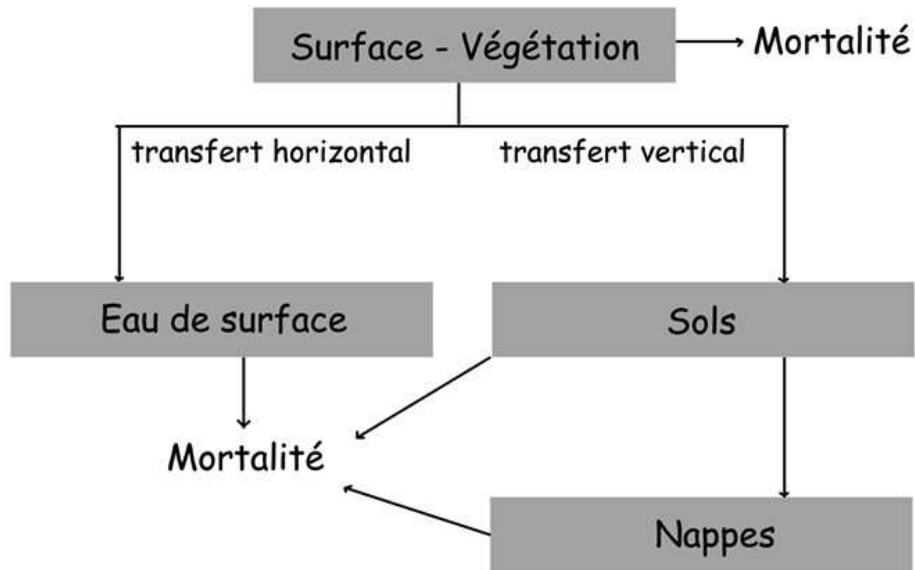
- **Virus** (38) : Leur taille varie de 0,02 à 0,2 microns. Ne disposant pas de métabolisme propre ils ne peuvent pas se propager sans un organisme vivant.

2.1.1.2. Transfert et survie des micro-organismes après excrétion

Prenons l'exemple de *C. parvum*, en ce qui concerne l'excrétion de ce parasite, deux études réalisées entre 1995 et 1996 sur des veaux de différentes régions françaises ont montré que la prévalence de la contamination variait de 10% à 100%, que celle-ci fluctuait en fonction de la période de l'année, mais également des régions concernées (70% pour le Cantal contre 17,9% pour le Maine et Loire) (45). Après une période prépatente de 3 à 6 jours, 4.10^6 à $4,15.10^7$ oocystes.g⁻¹.jour⁻¹ peuvent alors être excrétés (46). On se rend compte par cet exemple que la population contaminée est loin d'être négligeable en France et que la notion de « **réservoir** » prend tout son sens. La quantité de micro-organismes relâchée dans la nature en est d'autant plus importante.

Une fois les micro-organismes excrétés ils se retrouvent inexorablement à la surface du sol et/ou sur la végétation, puis, une partie de ceux-ci est susceptible d'être emporté par les pluies sur de longues distances. On parlera de **transfert horizontal**, c'est-à-dire par ruissellement vers les eaux de surface, lacs et cours d'eau, ou de **transfert vertical**, c'est-à-dire dans le sol puis vers les nappes (47) (Figure 13). Ces transferts varient en fonction de la nature des sols (48) et du taux de mortalité des micro-organismes.

Figure 13 : Transfert et mortalité des micro-organismes après excrétion (49)



La Figure 13 montre les différents modes de transfert des micro-organismes ainsi que les différents niveaux de mortalité. Le taux de mortalité sera influencé par de nombreux facteurs, certains favorisant la survie et le développement à la surface du sol (47)(50):

- l'exposition au nord du versant de la montagne
- la localisation des micro-organismes aux collets des plantes
- les excréments restant en amas épais
- la repousse rapide de l'herbe par dessus les excréments
- une teneur en matière organique des sols importante
- des conditions froides et humides

Et d'autres à l'opposé diminuant le taux de survie (47):

- une exposition au sud du versant
- la localisation des micro-organismes sur les feuilles
- les UV

- la dessiccation
- la compétition avec la microflore du sol

Il est important de noter que des conditions climatiques particulières, le froid et l'humidité, sont fréquemment retrouvées en haute montagne, et donc que les micro-organismes fécaux sont favorisés pour survivre et suivre le chemin des eaux de ruissellement et ainsi rejoindre les cours d'eau (47).

Dans les ruisseaux et torrents, on observe un **attachement** des micro-organismes à des sédiments de nature organique ou minérale (51), ainsi qu'une lenteur à la sédimentation naturellement favorisée par les turbulences hydrologiques. Ces phénomènes sont favorables à l'augmentation de la durée de vie, au transport et à la dissémination de ces bactéries et parasites (52). On a ainsi observé que la part d' *E. coli* libre avait un taux de décroissance environ 2 fois supérieur à celle d' *E. coli* associé à une particule de transport (53).

La survie des microorganismes est très variable en fonction du type et de l'espèce. Les bactéries survivent quelques jours dans l'eau (*E. coli* : 10 jours, *Salmonelles* : 200 jours), les parasites sont relativement résistants dans leur forme kystique (*Giardia* : 1 mois), et la plupart des virus disparaissent rapidement (sauf entérovirus : 3 mois à 25°C) (44).

2.1.1.3. Quantification de la contamination fécale

Afin d'établir si une eau était de bonne qualité ou non, il fallait pouvoir quantifier le niveau de contamination par les excréments de celle-ci. C'est dans ce but qu'ont été recherchés des **indicateurs de contamination fécale**. *E.coli* est considéré comme un bon indicateur en raison de son abondance dans l'intestin de nombreuses espèces et de sa résistance dans l'environnement. Le fait de retrouver sa présence dans des eaux de montagnes signifie que

celle-ci a pu être contaminée par d'autres agents pathogènes d'origine fécale. On estime que la concentration moyenne de la souche est proportionnelle à la contamination fécale (54). Il existe aussi d'autres indicateurs comme *Clostridium perfringens* et certains coliphages, certaines études démontrent qu'ils peuvent être aussi de bons indicateurs (55). Cependant, ces indicateurs sont des bactéries, leur durée de vie en milieu extérieur reste variable suivant les espèces. Alors, en ce qui concerne les protozoaires, leur durée de vie est également très variable. L'absence d'un indicateur bactérien ne permet donc pas de confirmer l'absence de contamination parasitaire (56).

2.1.2. Les moyens de lutte contre la contamination biologique de l'eau de boisson

Maintenant que le randonneur est averti de l'existence de cette contamination fécale dans la majeure partie des points d'eau de montagne, il devra prendre certaines précautions, à commencer par bien choisir l'endroit où il puise son eau. Il vaut mieux prélever l'eau la plus claire possible et la plus en amont dans les ruisseaux, en évitant les marres, étangs, flaques et autres points d'eau stagnante (57). Même avec ses précautions de base, il doit prévoir dans son équipement ce qui lui permettra de consommer cette eau en prenant le moins de risques possibles. Nous allons voir maintenant les différentes méthodes de désinfection afin de rendre l'eau potable. Une eau est dite potable quand elle ne contient, en quantité dangereuse, ni substance chimique, ni microorganisme nocif pour la santé (58).

2.1.2.1. L'ébullition

Le meilleur moyen de désinfecter l'eau est de la faire bouillir. En altitude l'eau bout à une température plus basse en raison de la pression atmosphérique plus faible (59). Ainsi, à

4500m l'eau ne bout pas à 100°C mais à 85°C (57). On recommande de faire bouillir l'eau pendant au minimum 15 minutes (60). Il faudra faire attention à mettre l'eau dans des récipients propres. Tous les microorganismes pathogènes responsables d'infection par voie hydrique, bactéries, virus, protozoaires, œufs et kystes, sont détruits après ébullition à 100°C plus ou moins prolongée suivant les microorganismes (44,58). En randonnée de haute montagne cela est possible avec un petit réchaud à gaz (Figure 14), indispensable à l'équipement du randonneur.

Figure 14 : Cuisine de randonneur (61)



Comme ici sur la figure 14 : l'eau pourra être portée à ébullition pour les repas lyophilisés et les boissons chaudes par exemple... mais il paraît difficile de faire bouillir la quantité d'eau nécessaire à chaque randonneur, chaque jour, en raison de la consommation importante de gaz que cela entraîne. Dans un souci d'optimisation du poids des sacs à dos il n'est pas possible d'emporter suffisamment de bouteilles de gaz pour une randonnée de plusieurs jours. Bien

que ce moyen soit efficace pour désinfecter l'eau de boisson on devra se tourner vers d'autres méthodes pour la traiter durant la randonnée.

2.1.2.2. La pré filtration

Il s'agit d'une étape préalable à tout traitement chimique de l'eau. Elle a pour but d'éliminer le plus possible de particules de matière organique en suspension dans l'eau afin de rendre le traitement désinfectant plus efficace. En effet ces particules peuvent interagir avec la molécule désinfectante. Plus une eau sera propre et plus elle sera facile à traiter. Le randonneur pourra utiliser pour cela de simples filtres à café en papier dont le poids sera négligeable et qui seront suffisamment efficaces (44).

2.1.2.3. Les traitements chimiques

Il s'agit de pastilles ou de solutions, à mettre dans l'eau, contenant des molécules chimiques dont le but est de rendre inactif les bactéries, virus et parasites. L'action de ces différents désinfectants dépend de différents facteurs (44):

- la **concentration en désinfectant** : si elle est insuffisante l'effet recherché ne sera pas atteint.

- le **temps de contact** entre le désinfectant et l'eau à traiter : le temps d'action nécessaire est variable entre chaque molécule.

- la **température de l'eau** : avec une eau $<10^{\circ}\text{C}$ l'efficacité de tous les désinfectants est diminuée, il faudra alors doubler le temps de contact. Ce qui sera le plus souvent le cas dans les torrents de montagne.

- le **pH de l'eau** : les hypochlorites sont plus efficaces en milieu acide.

- la **quantité de matière organique** présente dans l'eau comme vue au paragraphe précédent.

Les désinfectants chimiques ont une efficacité variable selon les produits (58). De plus, les données concernant leur efficacité aux concentrations faibles préconisées pour la désinfection de l'eau de boisson sont souvent seulement disponibles auprès des fabricants (58). Les produits disponibles sur le marché sont les suivants :

• **Les dérivés chlorés** : il s'agit des désinfectants les plus rependus sur le marché mais pas forcément les plus efficaces. Ils ont tous le même mode d'action : ils libèrent de l'acide hypochloreux HOCl qui, en solution aqueuse se décompose partiellement en sa base conjuguée : l'anion hypochlorite ClO⁻ et en ion H⁺ solvaté. Leur action dépend du pH (plus efficace en milieu acide que basique) et de la température (plus efficace au-dessus de 10°C). Il est à noter que le principal défaut de ces composés est qu'ils sont peu actifs, voire inefficaces, sur les spores, les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes (56,58).

- **Hypochlorite de sodium (NaClO) + Chlorure d'Argent (AgCl) = MICROPUR FORTE MF[®] Liquid (62) :**

Élimine les bactéries et virus en 30 minutes, les amibes et Giardia en 2 heures. Conservation de l'eau claire une fois traitée pendant 6 mois. Utiliser 1mL de solution pour 10 L d'eau, attendre au moins 30 minutes avant de boire (à noter qu'il s'agit des recommandations du fabricant, et que dans l'idéal, il faudrait attendre au moins 2 heures).

À utiliser dans du plastique ou du verre, efficacité variable avec les métaux. Durée de conservation du produit 2 ans. Avantage : le chlorure d'argent qui est un conservateur permet une conservation de 6 mois de l'eau après traitement. Inconvénient : le chlore apporte un goût à l'eau.

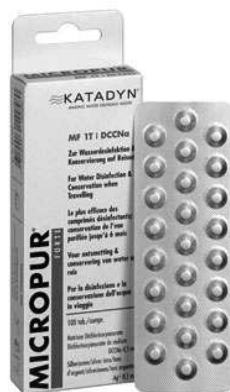
- Dichlorisocyanurate de sodium (DCCNa) + Chlorure d'Argent (AgCl) =

MICROPUR FORTE MF1T DCCNa[®] (figure 15) (63,64) :

Contient 4,5 mg/cp de DCCNa (aussi nommé Troclosène sodique) et 0,1 mg/cp d'ion Ag⁺.

Élimine les bactéries et virus en 30 minutes, les amibes et *Giardia* en 2 heures. Conservation de l'eau claire une fois traitée pendant 6 mois. Utiliser 1 comprimé pour 1 L d'eau, attendre 10 minutes jusqu'à la dissolution du comprimé effervescent, remuer et laisser agir encore 20 minutes avant de boire. Néanmoins, il est préférable d'attendre 2 heures si l'eau est très froide ou pour être efficace sur les kystes de *Giardia*. À utiliser dans du plastique ou du verre, efficacité variable avec les métaux. Durée de conservation du produit 5 ans. Avantage : le chlorure d'argent qui est un conservateur permet une conservation de 6 mois de l'eau après traitement. Inconvénient : le chlore apporte un goût à l'eau.

Figure 15 : Micropure Forte MF1T DCCNa[®] (65):



- Dichlorisocyanurate de sodium (DCCNa) = AQUATABS® 1 LITRE (66) :

Contient 3,5 mg/cp de DCCNa (aussi nommé Troclosène sodique). Utiliser 1 comprimé pour 1 L d'eau (Il existe une forme 1 comprimé pour 10 L d'eau). Durée de traitement de l'eau de 30 minutes pour tous les micro-organismes. Actif sur *Giardia* mais pas sur *Cryptosporidium* (57)! La conservation de l'eau claire une fois traitée est de 24 heures. Durée de conservation du produit 5 ans. Inconvénient : sans conservateur, durée de conservation de l'eau de 24h uniquement.

De manière générale, concernant le **DCCNa** :

D'après un rapport technique de la société Medentech, l'activité bactéricide du DCCNa serait supérieure à celle des autres dérivés chlorés (67). De plus, son activité persisterait de pH 6 à pH 10 et semblerait moins altérée par les matières organiques que les autres dérivés chlorés (58). Une étude menée par l'armée française, sur des échantillons d'eau de la Seine, au dosage de 8,5 mg de DCCNa pour 1 L d'eau, et également pour des concentrations légèrement inférieures, les échantillons ne contenaient plus de germes fécaux au premier contrôle 30 minutes après traitement et pendant une durée de près de 24h (68). Les études toxicologiques n'auraient pas montré d'effet toxicologique notable (58). Enfin, depuis 1998, l'OMS préconise l'utilisation du DCCNa à la place de l'hypochlorite de sodium et de la chloramine T (58).

- Chloramine T = HYDROCLONAZONE® (64,69) :

Contient 12,2 mg/cp de Chloramine T (ou Tosylchloramine). Utiliser 1 comprimé pour 1 L d'eau. Durée de traitement de l'eau de 1 heure. Pour les eaux troubles, utiliser 2 comprimés pour 1 L et augmenter le temps d'attente à 2 heures. La conservation de l'eau claire une fois

traitée est de 24 heures. Inconvénient : sans conservateur, durée de conservation de l'eau de 24h uniquement, fort goût de chlore, composé thermolabile.

De manière générale, concernant la **Chloramine T** :

D'après certaines études (70,71), la chloramine T serait instable en milieu aqueux, d'une efficacité insuffisante contre certains microorganismes, et conduirait à la formation de sous-produits potentiellement dangereux pour l'homme en réagissant avec la matière organique (72). Une de ces études, citée précédemment, menée par l'armée française, a démontrée que sur des échantillons d'eau de la Seine, la chloramine T, utilisé aux deux doses préconisées par le fabricant de Hydroclonazone[®], n'a pas eu une efficacité jugée suffisante (68).

Face aux remarques précédentes concernant le DCCNa et la Chloramine T, il est curieux de noter que seul l'Hydroclonazone[®] possède un statut de médicament, soumis à une AMM, et est donc vendu uniquement en pharmacie, alors que, Aquatabs[®] et Micropur[®] ont le statut de dispositif désinfectant et peuvent être vendus en dehors du réseau pharmaceutique. Il faut s'abstenir ici d'y voir une indication quant à leurs efficacités respectives.

• **L'ion argent** : Il s'agit avant tout d'un conservateur, son pouvoir bactériostatique permet de conserver une eau déjà potable. Il est peu bactéricide et pas efficace sur les virus et parasites. Il n'est pas adapté pour le traitement de l'eau de boisson en randonnée. L'ion Ag⁺ pénètre dans le micro-organisme par passage trans-membranaire par transport actif puis se fixe sur l'ADN et des enzymes. Il agit par ralentissement du métabolisme ce qui explique son activité bactériostatique. Il n'est bactéricide qu'à concentration élevée.

- Chlorure d'Argent (AgCl) = MICROPUR CLASSIC® (73) :

Contient 0,1 mg/cp de Chlorure d'Argent. Utiliser 1 comprimé pour 1 L d'eau (Il existe une forme 1 comprimé pour 10 L d'eau). Agiter après 10 minutes. Durée de traitement de l'eau de 2 heures. Conservation de l'eau claire une fois traitée pendant 6 mois. À utiliser dans du plastique ou du verre, efficacité variable avec les métaux. Durée de conservation du produit 10 ans. Avantage : le chlorure d'argent qui est un conservateur permet une conservation de 6 mois de l'eau après traitement. Inconvénient : inefficace sur virus et parasites, peu efficace sur les bactéries. Utilisable uniquement sur une eau déjà potable pour la conservation. Inadapté dans le cadre de la randonnée.

• **L'iode** : Le pouvoir désinfectant de l'iode est très important sur les bactéries, les protozoaires y compris les kystes, et certains virus, dont celui de l'hépatite A (58). Le problème en traitant l'eau de cette manière est que l'exposition prolongée à l'iode entraîne un risque de dysthyroïdie transitoire. Cette méthode est donc contre indiquée aux personnes souffrant de dysthyroïdies ou de goitre, et durant la grossesse (58).

- Alcool iodé à 2% (74) :

5 ou 10 gouttes par litre d'eau à traiter. Laisser agir 30 minutes.

Entraîne l'ingestion de 20 à 100 fois la dose journalière recommandée d'iode soit 150 à 250 μ g.

• **L'hyposulfite de Sodium** : Pas de pouvoir désinfectant, utilisé pour supprimer le goût désagréable de chlore apporté par les autres désinfectants. Le $\text{NA}_2\text{S}_2\text{O}_3$ se transforme en sel (NaCl) et neutralise le chlore.

- **Hyposulfite de Sodium ($\text{NA}_2\text{S}_2\text{O}_3$) = MICROPUR ANTICHLORE MA[®] (75) :**

Utiliser 3 à maximum 15 gouttes par litre d'eau. Agit en 3 minutes. Durée de conservation du produit 5 ans. A utiliser après le traitement par Micropur Forte.

Voici un tableau comparatif résumant les données énumérées précédemment (figure 16).

Selon les principes présentés dans la partie 1.3.2.1, conserver l'eau pendant une durée supérieure à 24h ne présente pas d'intérêt pour l'activité de la randonnée, en revanche on préférera un produit dont le temps d'action est le plus rapide et dont le spectre d'action est le plus large. Éventuellement, si l'on compte réutiliser le produit pour une future randonnée, la durée de conservation du produit est intéressante également.

Figure 16 : Comparatif des produits de désinfection de l'eau (62–66,69,73–75)

Spécialités	Bactéries	Virus	Parasites	Durée Conservation Eau	Durée Conservation Produit	Quatitée Traitante	Goût	Sensible Au pH
Micropur Forte MF Liquid ($\text{NaClO}+\text{AgCl}$) :	30mn	30mn	+/- 2h	6 mois	2 ans	1mL/10L	Oui	Oui
Micropur Forte MF1T ($\text{DCCNa}+\text{AgCl}$) :	30mn	30mn	+/- 2h	6 mois	5 ans	1cp/1L	Oui	Oui
Aquatabs (DCCNa) :	30mn	30mn	+/- 30mn	24h	5 ans	1cp/1L	Oui	Oui
Hydroclonazone (Chloramine T) :	1h	1h	+/- 2h	24h	4 ans	1cp/1L	Oui	Oui
Micropur Classic (AgCl) :	+/- 2h	NON	NON	6 mois	10 ans	1cp/1L	Oui	Non
Alcool iodée 2% :	30mn	30mn	8h	?	?	5à10 gtes/1L	Oui	Non
Micropur Antichlore MA ($\text{NA}_2\text{S}_2\text{O}_3$) :	NON	NON	NON	--	5 ans	3à15 gtes/1L	Non	--

2.1.2.4. Les systèmes de filtration

Une autre alternative aux traitements chimiques réside dans l'utilisation d'appareils de filtration de l'eau. Bien que plus lourd et plus encombrant qu'une petite boîte de comprimés, ils peuvent néanmoins s'avérer tout aussi efficace et apporter un certain plus à la qualité de l'eau traitée. Les matériaux constituant les filtres sont la fibre de verre, la fibre creuse, la céramique et le charbon actif.

Voici quelques exemples de filtres sur le marché :

- Katadyn Hiker Pro® (76) :

D'après son fabricant Katadyn, il s'agirait « du microfiltre le plus vendu sur le marché américain des produits de plein air » (65). Il pèse 310g et est constitué de plastique et de silicone, ce qui en fait un modèle bien adapté à la randonnée (Figure 17). C'est un microfiltre à pompe manuelle. La cartouche filtrante est en fibre de verre plissée de $0,2\mu\text{m}$ et contient des granulés de charbon actif.

Il élimine bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores, sédiments, et le charbon actif permet de réduire l'odeur et le goût de l'eau, mais il est inefficace sur les virus ! Il possède un débit de 1L / min. Sa surface filtrante est de 217cm^2 ce qui lui confère un important débit et facilite le pompage. Il est fourni avec des accessoires : un pré-filtre, 2 tuyaux, un adaptateur bouteille et un sac de rangement. Sa durée de vie est d'environ 1150L.

Figure 17 : Katadyn Hiker Pro® (65)



- Katadyn Vario® (77) :

D'après son fabricant Katadyn, il s'agirait « du microfiltre le plus rapide au monde » (65). Il pèse 425g (Figure 18). Il s'agit toujours d'un filtre à pompe manuelle qui comporte en plus par rapport au modèle précédent un préfiltre en céramique qui retient les impuretés, et toujours une membrane filtrante en fibre de verre de $0,2\mu\text{m}$ ainsi que des granulés de charbon actif (remplaçables cette fois ci).

Il élimine également bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores, sédiments, réduit l'odeur et le goût de l'eau, mais il permet en plus de cela de réduire la teneur en produits chimiques de l'eau. Il est inefficace sur les virus. Il peut posséder un débit de 2L / min (en mode « FasterFlow », c'est-à-dire quand l'eau est claire) ou un débit de 1L / min (en mode « LongerLife », c'est-à-dire quand l'eau est trouble). Il est fourni avec des accessoires : un pré-filtre, un clip de bouteille et une housse de transport. Sa durée de vie peut atteindre les 2000L.

Figure 18 : Katadyn Vario® (65)



- Katadyn mini (65) :

Possédant seulement un débit de 0,5L / min et simplement un filtre en céramique de 0,2 μ m, il mérite d'être cité ici car toujours dans la même problématique de poids et d'espace qui tient à cœur au randonneur, celui-ci ne pèse que 210g et est plus petit que les précédents. Il possède tout de même une durée de vie de 7000L.

- MSR Microfiltre Miniworks® EX (78) :

D'après son fabricant, il s'agit aussi du microfiltre « le plus vendu sur le marché ». Avec un poids de 456g, c'est le plus lourd des appareils de filtration présentés ici (Figure 19). Il est doté d'une pompe manuelle, d'un filtre en céramique de 0,2 μ m et en charbon actif.

Il élimine bactéries, protozoaires, kystes, sédiments et produits chimiques. Il diminue le goût et l'odeur de l'eau. Il est inefficace sur les virus. Son débit est de 1L / min. Sa durée de vie est de 2000L. Il est nettoyable.

Figure 19 : MSR Microfiltre Miniworks[®] EX (78):



- MSR Microfiltre Sweetwater[®] (78) :

Il pèse 312g, un poids proche du Katadyn Hiker Pro[®], c'est le modèle « rando » de chez MSR (Figure 20). La pompe est toujours manuelle, son filtre est en silice à 0,2 μm et charbon actif.

Il élimine toujours bactéries, protozoaires, kystes, sédiments, produits chimiques, goût et odeur mais toujours pas les virus. Il produit 1,25L / min et possède une durée de vie de seulement 750L. Les accessoires fournis sont un préfiltre en acier inoxydable de 80 μm , des tuyaux, un flotteur en mousse, un adaptateur de bouteille d'eau, une brosse de nettoyage et un sac de rangement.

Figure 20 : MSR Microfiltre Sweetwater[®] (78):



- MSR Microfiltre Hyperflow™ (78) :

Le plus léger et plus petit de chez MSR : 221g seulement et il est ergonomique (figure 21). Il possède un filtre en fibres creuses de $0,2\mu\text{m}$. Il possède également un débit très rapide de 3L / min.

Il élimine bien les bactéries, protozoaires, kystes et sédiments mais n'a aucun effet sur les substances chimiques, le goût, l'odeur et les virus. Il est nettoyable sans outil et adaptable sur les bouteilles.

Figure 21 : MSR Microfiltre Hyperflow™ (78):



- Katadyn MyBottle + ViruPur (79) :

Il s'agit d'une gourde très particulière puisqu'elle contient un filtre contre les virus (figure 22). Le filtre de cette gourde contient tout d'abord un pré-filtre en fibre de verre de $0,2\mu\text{m}$, puis le filtre ViruPur 3 couches en fibre de verre et particules d'aluminium qui retiennent les virus par adsorption, et enfin des granulés de charbon actif.

Cette gourde élimine donc bactéries, protozoaires, kystes, virus, odeur, goût et neutralise le chlore. Son débit est de 0,2L / min. Elle possède une capacité de 800mL. Elle fonctionne avec une eau claire et la durée de vie du filtre est de 100L.

Figure 22 : Katadyn MyBottle + ViruPur (65):



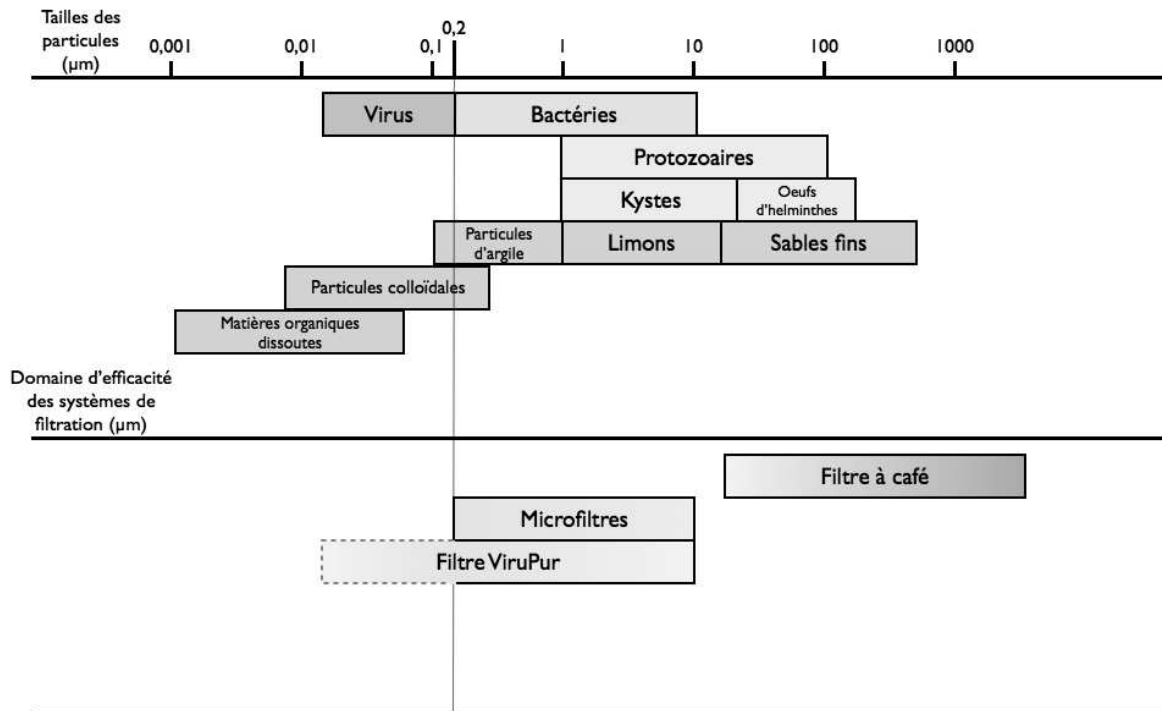
En résumé, nous pouvons voir que chaque type de filtre présente des avantages et des inconvénients :

Filtres en céramique :
- Avantages : longue durée de vie, volume d'eau filtrée important, peut nettoyer une eau trouble, peut être nettoyé.
- Inconvénients : coût élevé, poids important, effort de pompage plus intense.

Filtres en fibre de verre :
- Avantages : coût plus faible, léger, effort de pompage réduit.
- Inconvénients : durée de vie limitée, nettoyage impossible, ne peut pas nettoyer une eau très trouble.

Voici un diagramme (figure 23) dans lequel j'ai classé par taille les différents micro-organismes et particules potentiellement présents dans l'eau ainsi que les domaines d'efficacité des filtres présentés (74).

Figure 23 : Taille des différentes particules présentes dans l'eau (80)



Comme pour les produits de désinfection chimiques, nous pouvons maintenant dresser un tableau comparatif des différents systèmes de filtration de l'eau (figure 24).

Figure 24 : Comparatif des microfiltres présentés (65,76–79)

Produits	Type de filtre	Bact Protoz Sédim	Virus	Chimiq Goût Odeur	Débit (L/min)	Poids (g)	Durée Vie (L)	Nettoyage Filtre(s)
Katadyn Vario	Céramique + Fibre verre + Charbon	Oui	Non	Oui	1 à 2	425	2000 (400 charbon)	Oui (céramique) Non (fibre verre) Non (charbon)
MSR Miniworks	Céramique + Charbon	Oui	Non	Oui	1	456	2000	Oui (céramique) Non (charbon)
Katadyn Hiker Pro	Fibre verre + Charbon	Oui	Non	Oui	1	310	1150	Non : cartouche antiencrassement
MSR Sweetwater	Silice + Charbon	Oui	Non	Oui	1,25	312	750	Oui avec brosse
Katadyn Mini	Céramique	Oui	Non	Non	0,5	210	7000	Oui
MSR Hyperflow	Fibres creuses	Oui	Non	Non	3	221	1000	Oui
Katadyn MyBottles VirusPur	Fibre de verre + VirusPur + Charbon	Oui	Oui	Oui	0,2	260	100	Non

Dans la figure 24, on distingue clairement 4 catégories :

Les 2 premiers modèles sont les plus hauts de gamme et également les plus lourds, ils possèdent un système de plusieurs filtres élaborés avec au moins un filtre en céramique et une durée de vie plutôt bonne.

Les 2 modèles suivants présentent la gamme intermédiaire, de poids moyen, ils possèdent quand même un filtre à charbon actif mais ont une durée de vie plus faible. Ils sont un bon compromis pour la randonnée entre le poids, l'efficacité et le prix.

Les 2 modèles qui suivent sont les plus légers et les plus petits du marché, mais leur absence de filtre au charbon se traduit par une absence de filtration sur les produits chimiques, le goût et l'odeur. Bizarrement, leur débit et leur durée de vie sont très variables. À utiliser pour les randonneurs voulant minimiser le poids et le volume.

Le tout dernier modèle n'est pas tout à fait comparable car il est le seul à posséder la capacité de retenir tous les contaminants et surtout les virus ! À privilégier donc si le randonneur recherche une protection maximale.

2.1.2.5. Les systèmes de traitement aux UV

Il existe encore un autre moyen de décontamination de l'eau. Il s'agit de petites **lampes à UV** fonctionnant sur pile servant à neutraliser les micro-organismes en les exposant à un rayonnement ultra-violet. Ce système est efficace sur les bactéries, les virus et les protozoaires. Seul inconvénient : il doit être utilisé sur une eau parfaitement limpide sous peine de n'être pas 100% efficace.

Les « stylos » de la marque Steripen traitent l'eau en 90 secondes (81). Il suffit d'immerger la « tête du stylo » dans la gourde tout en remuant le temps nécessaire.

2.1.2.6. Synthèse : Avantages et inconvénients de chaque catégorie de désinfection









Nous arrivons à la fin de cette large partie consacrée au traitement de l'eau. J'ai répertorié dans le tableau suivant (figure 25) les principaux avantages et inconvénients des systèmes de traitement, il s'agit d'une synthèse des parties précédentes et d'un article du site « Randonner Malin » (57). L'autre tableau comparatif est publié par Katadyn (figure 26) (65).

Figure 25 : Avantages et inconvénients des différents systèmes de traitement de l'eau

Ébullition	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Élimine : bactéries, parasites et virus • Permet de cuisiner 	<ul style="list-style-type: none"> • N'élimine pas : sédiments, composés chimiques • Procédé long • Eau obtenue chaude • Matériel très lourd et volumineux (réchaud + nombreuses bouteilles de gaz)
Traitement Chimique	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Élimine : bactéries et virus • Léger et peu encombrant • Peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> • Élimine +/- : protozoaires • N'élimine pas : sédiments, composés chimiques • Procédé long (temps d'attente) • Mauvais goût • Nécessite que l'eau soit claire (pré-filtration) • Action dépendante de la température, du pH • Date de péremption des produits
Microfiltres	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Élimine : bactéries, parasites, sédiments • Certains éliminent : composés chimiques, goût, odeur, virus. • Procédé rapide • Peut traiter une eau trouble 	<ul style="list-style-type: none"> • La plupart n'élimine pas : virus • Poids important • Prix élevé • Entretien nécessaire, sinon peuvent s'encrasser et se boucher • Il faut pomper pour la plupart
Lampe à UV	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Élimine 99,9% des organismes pathogènes • Léger et peu encombrant • Procédé rapide 	<ul style="list-style-type: none"> • N'élimine pas : sédiments, composés chimiques • Prix élevé • Fragile • Nécessite que l'eau soit claire (pré-filtration) • Nécessite des piles



Tout ce qui porte le nom de « filtre à eau » n'en est pas forcément un !

Technologie employée	Charbon actif	Échange d'ions	Système de traitement UV	Chlore + ions d'argent	Fibres creuses	Virupur Katadyn	Fibres de verre 0,2 micron Katadyn	Céramique 0,2 micron Katadyn
Caractéristiques								
Efficace contre les protozoaires (ex. : Giardia)	⊗	⊗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Efficace contre les bactéries	⊗	⊗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Efficace contre les virus	⊗	⊗	✓	✓	⊗	✓	⊗	⊗
Adapté aux eaux de surface claires, sans particules solides en suspension	⊗	⊗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adapté aux eaux de surface légèrement turbides	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	✓	✓	✓
Adapté aux eaux de surface turbides à très turbides	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓
Rend l'eau claire (élimine les particules)	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	✓	✓	✓
Adapté à une eau du robinet de qualité douteuse	✓	⊗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adapté à une eau du robinet saine (qualité eau potable)	✓	✓	✓	✓	⊗	✓	✓	⊗
Réduit la teneur en produits chimiques et améliore le goût de l'eau (chlore)	✓	✓	⊗	⊗	✓	✓	✓	✓
Ne nécessite pas de piles	✓	✓	⊗	✓	✓	✓	✓	✓
Catégorie de produits								



2.1.3. Comment le randonneur peut-il contribuer à ne pas entretenir la contamination fécale ?

Nous avons déjà vu que les animaux, qu'ils soient sauvages ou d'élevage étaient majoritairement en cause dans la contamination des eaux de torrents. Ce ne sont pas les seuls : l'homme a lui aussi sa part de responsabilité dans cette contamination. En effet, la diversification à la fin du XX^e siècle des activités de randonnées, de treks, ou autres exploration de la nature, a entraîné avec elle une augmentation de la quantité d'hommes dans les espaces naturels. Ceux-ci laissent derrière eux des masses énormes de matières fécales contribuant également à la dissémination des agents de contamination...

2.1.3.1. Pourquoi, où et comment enterrer ses excréments ?

Il est d'abord important de comprendre quel est l'objectif de tout cela avant de chercher à savoir le « où » et le « comment ». En effet, pourquoi enterrer ses excréments ? Le but, de creuser un trou, est double : **bloquer la dissémination** des organismes fécaux et **accélérer la destruction** de ceux-ci afin d'empêcher la contamination des points d'eaux environnants. Nous avons déjà abordé dans le paragraphe 2.1.1.2. les moyens de dissémination. Quant à la plus grande rapidité d'élimination, elle s'opère grâce à la compétition avec les autres micro-organismes, la flore naturelle du sol avec qui le contact est favorisé par l'ensevelissement des matières fécales.

Mais le taux de décomposition des excréments est fortement lié au type de sol, à son pouvoir filtrant (mesuré en taux de percolation), à son taux d'humidité, à la pente du terrain, à son exposition, à sa population d'insectes, à son pH et à sa température (39).

Concernant ses points :

- Le taux d'humidité idéal du sol est ni trop sec, ni trop humide. Un sol trop sec sera pauvre en bactéries et donc on n'aura pas une disparition rapide des excréments. Un sol trop humide traduit d'importants ruissellements et donc une trop grande dissémination (39).

- Le terrain doit être le moins pentu possible pour un minimum de dissémination liée au ruissellement.

- L'exposition au sud du versant comme vu précédemment est plus favorable à la destruction des micro-organismes (47).

- Les insectes jouent comme la flore du sol un rôle de prédateur pour les organismes fécaux.

- Le pH des selles est normalement légèrement alcalin (entre 7 et 7,5) (82), pour une bonne dégradation un pH acide du sol est préférable.

- La température joue un rôle majeur, avec une température trop basse, c'est-à-dire proche ou en dessous de zéro, non seulement le sol sera difficile à creuser mais l'activité bactérienne du sol y sera quasiment inexistante (39). Cela peut être notamment le cas avec l'altitude en haute montagne.

Ces différents facteurs sont difficiles à prendre en compte par le randonneur mais il devra faire attention à au moins un élément capital : éviter que les fèces ne soient entraînées vers les cours d'eau. Pour cela il devra choisir un endroit **éloigné de tout cours d'eau**, source ou lac, à une distance minimale de 50 mètres. Il devra se situer au-dessus de la ligne des hautes eaux de printemps, pour que à l'époque de la fonte des neiges et de la crue des cours d'eau le terrain ne soit pas totalement lessivé (39).

Maintenant que le « pourquoi » et le « où » ont été définis, nous allons voir le « comment ».

La profondeur requise se situe entre 15 et 20 cm, c'est en effet à ce niveau que se trouve la flore requise et c'est suffisant pour bloquer la transmission des pathogènes (39). Ensuite on aura recours à la technique du « **mélangez tout** » : il s'agit de mélanger les matières que nous avons déposé dans le trou avec la terre avant de tout recouvrir avec l'aide d'un petit bâton. Le but est d'assurer la meilleure surface de contact possible entre la flore du sol et les organismes fécaux. Cette méthode nous vient de la conclusion d'une étude menée dans la chaîne de Bridger, dans le Montana, en 1982 (83). En effet, celle-ci a montré que *E. coli* et *Salmonella typhimurium* contenus dans des matières fécales, enterrés dans des trous, dans 5 sites différents, ont survécu pour la plupart même après un hiver entier. Les fèces sont en fait isolées du sol et de sa flore si le mélange n'a pas lieu. D'où l'intérêt de la technique du « mélangez tout ».

2.1.3.2. La technique du « Remportez tout »

Dans le meilleur des cas il sera possible pour le randonneur d'enterrer ses excréments. Mais, dans certains cas, notamment parce que le sol est gelé, il deviendra impossible pour celui-ci de creuser son trou. De plus dans ces conditions l'activité bactérienne des sols sera quasiment nulle et la dégradation naturelle des matières fécales pourra prendre plusieurs années.

Il faut savoir que pour les plus motivés il existe une technique qui commence à se répandre aux Etats-Unis que l'on nommera le « Remportez tout » et qui consiste à remporter ses excréments dans des containers portables et réutilisables...

De nombreux modèles sont commercialisés aux Etats-Unis et Kathleen Meyer en fait même une liste assez détaillée dans son ouvrage « Comment chier dans les bois » (84). Néanmoins

en France cette pratique est pour le moment très peu répandue et peut sembler à nos yeux frôler l'intégrisme écologique. C'est pourquoi nous ne développerons pas davantage cette partie.

2.1.3.3. Que faire du papier toilette ?

Le réflexe naturel concernant le papier toilette serait de l'enterrer en même temps que les excréments... Oui mais voilà cela pose un problème : la dégradation du papier toilette peut parfois être longue une fois enterré et entraîner un ralentissement de la dégradation des micro-organismes.

Comme abordé dans le paragraphe précédent, il serait préférable d'utiliser le moins possible de papier toilette, de l'emporter avec soi et de ne pas l'enterrer ni de le brûler (39).

Le randonneur reste bien sûr libre de ne pas suivre ces conseils...

2.1.3.4. Hygiène en montagne

Les conseils de base sont les mêmes que ceux de la vie courante. Afin d'éviter toute contamination par voie orale par l'intermédiaire des mains, le randonneur pourra se les laver avec du savon directement dans les rivières de montagne, et, en complément utiliser une solution hydroalcoolique régulièrement dans la journée et à chaque fois qu'il entrera en contact avec de l'eau de torrent.

2.1.4. Autres risques infectieux

2.1.4.1 En mangeant des baies sauvages

Echinococcus multilocularis est un parasite métazoaire de la famille des Plathelminthes de la classe des Cestodes. Les herbivores (moutons essentiellement) se contaminent par ingestion d'œufs. La larve hydatide réalise sa croissance au niveau du foie et constitue une masse kystique pouvant être énorme. Les chiens, renards, loups, rats et autres petits mammifères sont les hôtes définitifs et se contaminent en mangeant le foie de l'herbivore contaminé. L'homme quant à lui est un hôte parathénique, c'est à dire qu'il peut se contaminer à la place de l'herbivore par ingestions d'œufs issus des selles de renards. Ces œufs se retrouvent là où le renard se soulage, par exemple sur les baies sauvages (Figure 27) que le randonneur va potentiellement ingérer. Ils sont très résistants à la congélation mais sensibles à la chaleur et à la dessiccation. Quand l'homme est contaminé les larves vont traverser la muqueuse intestinale, passer dans le sang et se fixer dans le foie en premier et former un kyste hydatique, puis métastaser à d'autres organes comme les reins, les glandes surrénales. Sur le plan clinique chez l'homme, après 15 ans d'incubation les symptômes varient en fonction de l'organe touché : Insuffisance hépatique, ictère, amaigrissement, asthénie, hépatomégalie... (36)(37).

Figure 27 : Mûres sauvages (85)



Le randonneur doit être attentif et éviter de s'alimenter avec les fruits sauvages comme par exemple des mûres qu'il rencontrera sur son parcours, mais également des champignons ou bien toucher à des plantes si elles sont proches du sol afin d'éviter la contamination par *E. multilocularis* .

2.1.4.2 Par les piqûres de tiques

Les tiques sont des arthropodes hématophages bruns noirâtres ayant une taille supérieure à 5 mm et qui absorbent le sang de leurs hôtes. Les tiques vivent en général dans les végétations basses (hautes herbes, fougères, prairies,...). On distingue d'une part les Argasidés qui sont des tiques molles, sans dimorphisme sexuel, et qui ont un rostre ventral leur permettant de piquer et de faire des repas sanguins de quelques minutes. Et d'autre part, les Ixodidés qui sont des tiques dures, dont la femelle est différenciée du mâle, et qui ont un rostre antérieur leur permettant de réaliser des repas beaucoup plus longs de plusieurs jours. Les piqûres des Ixodidés (Figure 28) sont indolores et peuvent passer inaperçues pendant un certain temps.

Figure 28 : *Ixodes ricinus* (86)



Le genre *Ixodes ricinus* peut transmettre la **maladie de Lyme**, une borréliose redoutable causée par la bactérie *Borrelia burgdorferi*. Elle se traduit d'abord dans les 20 à 30 jours après la piqûre par un érythème migrant, en forme d'anneau, pouvant s'étendre sur plus de 5cm pendant une quinzaine de jours. Cette phase n'est pas douloureuse. Par la suite un symptôme pseudo-grippal avec de la fièvre et une asthénie apparaît. À un stade plus avancé de la maladie, des symptômes plus graves apparaissent d'ordre neurologique (10-20% des cas) comme une paralysie faciale, des troubles de la vision, des douleurs radicalaires mais aussi des signes rhumatologiques (arthrite), des signes dermatologiques (dermatite atrophiante) et des troubles du rythme (26,36,37,87).

La maladie de Lyme ayant des conséquences graves et étant relativement répandue sur notre territoire il est important pour le randonneur d'être informé des techniques de prévention de cette infection. Les tiques sont en général présentes en forêt, dans les buissons, mais aussi dans les champs, pâtures, hautes herbes, accrochées à la végétation et attendant que n'importe quel mammifère passe à proximité, agite la végétation pour tomber et s'accrocher à lui. La tique pique grâce à son rostre et s'alimente du sang de son hôte. Environ 18% des tiques sont

contaminées par *Borrelia burgdorferi* et peuvent donc potentiellement transmettre la maladie de Lyme à partir du moment où il y a piqûre.

Pour se prémunir contre ces piqûres le randonneur devra porter des vêtements couvrants, des pantalons longs et des T-shirts à manches longues de couleurs claires. Il devra éviter de sortir des sentiers, de traverser des hautes herbes ou des buissons. Il devra également utiliser un répulsif insecticide, de préférence à base de DEET, car c'est le seul répulsif à avoir prouvé son efficacité contre les tiques (87). Même avec toutes ces mesures préventives il devra s'examiner à la fin de chaque journée de marche afin de détecter la moindre tique et si nécessaire se faire aider pour cette recherche méticuleuse. S'il en détecte il est recommandé d'utiliser soigneusement un tire-tique pour retirer la tique le plus rapidement possible, dans les 12 heures maximum après la piqûre, et de désinfecter avec un antiseptique. Contrairement aux idées reçues, ne surtout pas utiliser d'éther. Ensuite il faut désinfecter le tire-tique et se laver soigneusement les mains. Si le rostre casse et que la tique ne peut être enlevée correctement, il faut consulter un médecin pour excision. Si malgré toutes ses précautions des taches cutanées rouges apparaissent une antibiothérapie curative sera nécessaire (pénicillines, doxycycline) (26,36,37).

Une autre maladie virale est transmise par les tiques en Europe centrale, et notamment dans une partie des Alpes : il s'agit de la **méningo-encéphalite à tiques**. L'évolution est asymptomatique dans deux tiers des cas. Dans les autres cas, elle se traduit par un syndrome pseudo-grippal laissant place ensuite à des signes méningo-encéphalites (tremblements, troubles de la conscience,...). Dans de rares cas des séquelles neurologiques sont possibles. Les mesures pour lutter contre cette maladie sont les mêmes concernant les piqûres de tiques. Un vaccin existe et est recommandé en période estivale pour les régions d'Europe centrale où le virus sévit (Suisse, Allemagne, Autriche, Hongrie, notamment) (26,87).

2.2. Le Risque Climatique

Nous l'avons vu dans la partie 1.2.1.2., la montagne possède ses propres particularités climatiques. Du chaud au froid, du sec à l'humide, le randonneur peut sur une courte période rencontrer diverses conditions météorologiques. Il devra alors se protéger contre le risque d'insolation, de déshydratation ou d'hypothermie.

2.2.1. Risque solaire : du coup de soleil à l'insolation

Les radiations solaires constituent un ensemble de particules énergétiques : les photons. Ces particules sont caractérisées par leur longueur d'onde. Par exemple la lumière visible est comprise entre 800 et 400 nm alors que les infrarouges (IR), qui sont sources de chaleur, sont compris entre 5000 et 800 nm. Les rayonnements qui nous intéressent ici sont les ultraviolets (UV) qui s'étendent de 400 à 200 nm. Les UVC (290-200 nm), comme les rayons X et gamma sont stoppés par la couche d'ozone de notre atmosphère et n'atteignent donc pas notre peau. Restent les UVA (400-320 nm) et les UVB (320-290 nm) (88).

La proportion de rayons UV est 2 fois plus élevée à 1800 m qu'en bord de mer. Cela s'explique par la raréfaction de l'air en altitude (11).

La peau, barrière de défense de l'organisme, est capable de réfléchir 80 % du rayonnement UV qui l'atteint. Les 20 % restants pénètrent l'épiderme et atteignent le derme superficiel (88).

Par conséquent, lors de la randonnée la peau du randonneur est soumise aux effets des rayons UV de manière plus intense sur des durées longues car le randonneur passe sa journée en extérieur.

2.2.1.1. Le coup de soleil

L'effet immédiat est le coup de soleil, en cause les **UVB** qui provoquent un érythème actinique (la peau devient rouge sous l'effet d'une vasodilatation des vaisseaux sanguins), phlyctènes (lésion de la peau se traduisant par une élévation de l'épiderme due à l'accumulation de liquide sous celui-ci) et formation de « sunburn cells » (figure 29).

Figure 29 : Coup de soleil (89)



Pour se défendre le randonneur dispose tout d'abord de moyens naturels : la kératine présente dans la couche cornée joue un rôle de réflexion des UV, la mélatonine qui détermine la teinte de la peau mais également l'acide urocanique dérivé de l'histidine présent dans la sueur est capable de filtrer les UV (88).

Mais, cette protection naturelle de la peau ne constitue pas toujours une protection suffisante, et le randonneur devra dans la mesure du possible se couvrir la peau au maximum de vêtements et s'équiper d'une crème de protection solaire adéquate.

2.2.1.2. La prévention : Les protections solaires

Les protections solaires sont classées en fonction de leur **coefficient de protection (CP)**.

Le CP dépend de la **dose érythémale minimale (DEM)**.

La DEM correspond à la plus petite dose d'énergie donnant un érythème au bout de 24h.

Le CP peut être symbolisé de différentes façons sur les crème solaires : l'indice de protection (IP) concerne uniquement les UVB, le calcul de la pigmentation immédiate (IPD) et la mesure de la pigmentation persistante (PPD) concernent uniquement les UVA, alors que le « **Sun Protector Factor** » (**SPF ou FPS**) comprend les **UVA + UVB**.

La loi suivante s'applique :
$$FPS = DEM_p / DEM_{np}$$

Le DEM_p est celui d'une peau protégée par la crème solaire en question et le DEM_{np} celui d'une peau non protégée. Ainsi, un FPS = 1 correspond à une protection inexistante (DEM_p=DEM_{np}), et plus le facteur FPS sera élevé, meilleur sera la protection solaire.

En pratique, les protections solaires sont classées en 5 catégories (88):

Type de protection	SPF
Faible	2 - 4 - 6
Moyenne	8 -10 - 12
Haute	15 -20 - 25
Très Haute	30 - 40 - 50
Ultra-Haute	50+

D'autres éléments que le FPS peuvent différencier les différentes protections.

La mention « protecteur de l'ADN » indique que le produit a été testé et que les noyaux des cellules sont protégés.

La mention « résistant à l'eau » indique que le produit a été testé selon la méthode FDA et que l'indice SPF est conservé à la suite de 2 bains d'eau salée à 30°C pendant 20 min séparés par un séchage à l'air.

Les agents protecteurs présents dans les produits de protection solaire sont de 4 types (88):

- Les écrans solaires :

Ils sont constitués de poudres minérales inertes finement dispersées : dioxyde de titane (TiO_2), d'oxyde de zinc (ZnO), de talc, ou des oxydes de fer. Ils réfléchissent l'ensemble des radiations solaires. Il existe également un écran organique à base de Tinosorb M.

- Les filtres solaires UVB :

Ils sont constitués de dérivés des cinnamates, de dérivés du benzylidène camphre, l'octocrylène, les salicylates, le phenylbenzimidazol sulfonique acide. Ils absorbent l'énergie du rayonnement UVB.

- Les filtres solaires UVA :

Ils sont plus limités : on peut citer le butylmethoxydibenzoylmethane. Ils absorbent l'énergie du rayonnement UVA.

- Les pièges à radicaux libres solaires :

On peut citer le tocophérol, les carotènes, les flavonoïdes, ... Ils ne protègent pas mais atténuent les effets ionisants des radiations.

2.2.1.3. Le traitement des coups de soleil

Si la prévention n'a pas été suffisante et que l'érythème actinique apparaît, le randonneur pourra les traiter de la manière suivante (88):

- Appliquer des compresses ou un linge froid sur les zones brûlantes.
- Utiliser une lotion rafraichissante, apaisante, hydratante.
- Éviter les corps gras, préférer les émulsions.

2.2.1.4. L'insolation

L'insolation, ou coup de chaleur est dû quant à lui aux **rayons IR**. Il s'agit d'un réflexe de l'organisme entraînant une vasodilatation, une sudation et une déshydratation (88). Elle peut avoir pour cause l'exposition solaire, nous l'avons vu, mais aussi une forte chaleur, ou bien un effort trop intense, ou encore l'ensemble des trois éléments.

2.2.2. La chaleur : de l'insolation à la déshydratation

Nous venons de voir les risques liés au rayonnement solaire, la chaleur extrême qui souvent est étroitement liée est également sur la liste des risques liés au facteur climatique.

Nous l'avons vu elle est l'une des causes de l'insolation chez le randonneur, cette menace doit être prise également au sérieux et si elle survient le randonneur doit savoir réagir.

Il convient d'utiliser un antalgique/antipyrétique comme le paracétamol, de boire abondamment afin de se réhydrater, si possible de rester à l'ombre pendant les heures les plus chaudes de la journée et de stopper la marche pendant un temps. Comme pour les coups de soleil, vêtements protecteurs et chapeau sont indispensables.

La déshydratation est courante chez les randonneurs du fait de l'exercice physique constant, de la chaleur... elle se traduit par une sensation de soif, des céphalées, une asialie et une asthénie. Le corps est constitué à 70% d'eau, les premiers symptômes apparaissent avec une perte de 5%, vers 10% arrive une dyspnée, une forte asialie, des céphalées intenses et des vertiges. Au delà des troubles de la vision et des délires peuvent se produire.

En règle générale pendant la randonnée il vaut mieux boire peu mais souvent, sans attendre d'avoir soif. La quantité d'eau à boire par jour doit passer à **3 ou 4 L** (25).

2.2.3. Le froid : l'hypothermie

Le nombre de jours de gelée est de 6 mois à 2000 mètres soit la moitié de l'année. Il faut savoir que même en été le randonneur n'est pas à l'abri de s'exposer à des températures très basses en montagne (11).

L'hypothermie est définie comme la baisse de la température centrale du corps. Elle survient quand l'organisme perd davantage de chaleur qu'il ne peut en produire. Par exemple quand l'air extérieur est extrêmement froid, quand le corps est soumis au vent, à l'humidité. La température normale varie entre 36°C et 37,5°C. On parle d'hypothermie quand le corps passe en dessous de 35°C.

Les symptômes de l'hypothermie sont en premier lieu des frissons, réaction de défense servant à faire travailler les muscles sous-cutanés pour produire de la chaleur, une baisse de la température corporelle, une baisse de la pression artérielle, du rythme cardiaque et de la respiration, une baisse de la coordination psychomotrice, une somnolence, puis enfin un état de coma (25,90).

La prévention peut paraître simple sur le principe : se maintenir au sec et à l'abri du froid au maximum, s'habiller chaudement, avec plusieurs couches de vêtement, se protéger du vent, et manger et boire régulièrement.

En cas d'hypothermie, se placer au chaud, au sec et à l'abri du vent est indispensable, changer de vêtement s'ils sont humides. S'abriter sous la tente si nécessaire et utiliser un sac de couchage et une couverture de survie, s'isoler du sol, manger. Attention le réchauffement doit être progressif, éviter absolument la chaleur directe d'un feu (25,87,90).

Dans le cas d'une hypothermie avancée, il faudra prévenir les secours.

2.3. Les Blessures

En montagne, pendant une randonnée, sur des terrains abrupts, glissants, rocheux, un accident est vite arrivé. Pour les éviter le randonneur devra être d'abord bien équipé (chaussures de randonnée...) et en plus de cela être toujours vigilant, regarder ses pieds, ne pas vouloir aller trop vite quand le terrain ne le permet pas. Dans les parties les plus raides de son parcours, il ne doit toujours avoir en tête que le poids, important, que fait son sac à dos qui peut le déstabiliser à tout moment. De bonnes chaussures de randonnées, adaptées, à la bonne taille et bien lacées sont également un élément important. Cependant, le risque de fractures, entorses, coupures ou autres blessures n'est jamais inexistant.

2.3.1. Les fractures, Les entorses

2.3.1.1. Les fractures

La fracture, au cours d'une randonnée, se transforme très vite en un gros problème. Si elle survient elle peut immobiliser le randonneur et l'empêcher de continuer son parcours et même de bouger tout simplement.

Voici en règle générale quelques types de fractures (25):

- Fêlure : minuscule cassure peu visible à la radio.
- Transverse : cassure perpendiculaire à l'axe de l'os.
- Oblique : cassure qui forme un angle avec l'os.
- Comminutive : petites cassures multiples du même os.
- En spirale : cassure formant une vrille suivant l'axe de l'os.
- Ouverte : l'une des deux parties de l'os brisé perce la peau.

La cheville va être souvent l'un des éléments du corps les plus vulnérables lors de la randonnée. Plusieurs types de fractures peuvent y avoir lieu, à titre d'exemple : la fracture de la malléole latérale est la plus fréquente des fractures des membres inférieurs, et sur un plan plus général, la 3^{ème} après le poignet et le col du fémur. Elle peut ou non s'accompagner d'une lésion ligamentaire. Son délai de consolidation moyen est de 45 jours (91). Le pied est lui aussi très sollicité par les efforts répétés (92).

Si l'un des randonneurs d'un groupe est susceptible d'avoir fait une fracture, il faut alors dans la mesure du possible éviter toute manipulation intempestive et **immobiliser le membre** atteint, voire, dans l'idéal, poser une attelle improvisée avec les moyens du bord (25).

Comment réaliser une attelle ? Le principe est le suivant : une partie rigide et suffisamment solide doit avoir pour fonction de maintenir le membre droit tout en l'immobilisant au maximum. Utiliser pour cela par exemple un bâton, un morceau de bois... Une partie molle interposée entre la peau et le bâton comme par exemple un vêtement. Le tout doit être maintenu le long du membre par quelque chose, de la corde par exemple ou une sangle.

Attention à ne pas trop serrer l'attelle pour ne pas couper la circulation mais elle ne doit pas bouger non plus.

Dans le cas particulier de la fracture ouverte, en plus d'immobiliser le membre, il est conseillé de couvrir la plaie avec une compresse ou un linge propre.

Dans tous les cas il est nécessaire de prévenir les secours.

2.3.1.2. Les entorses

L'entorse se caractérise par une lésion des ligaments, et dans le cas des entorses sévères par la rupture de ceux-ci. Moins grave que la fracture, elle se caractérise par une douleur vive et brûlante quand le tendon est mobilisé (34). Pour les soins on appliquera le protocole **GREC** :

- **Glaçage** : appliquer une source de froid (eau froide, bombe de froid, pack de froid instantané, ...) en faisant attention à ne pas brûler la peau par le froid, placer un linge par exemple entre le pack de froid et la peau...

- **Repos** : en principe... mais le randonneur est bien obligé ou d'avancer ou de revenir en arrière !

- **Élévation** : dans un premier temps il peut mettre la jambe en légère surélévation, mais quand il faudra repartir là aussi pas grand chose à faire !

- **Compression** : l'idéal serait d'avoir une attelle avec soi, l'idée étant d'assurer une compression sur le membre touché.

2.3.2. Les coupures, les hémorragies

2.3.2.1. Les coupures

Souvent bénigne, les coupures devront être nettoyées avec du sérum physiologique en dosette puis traitées avec un antiseptique adéquat avant d'être recouvertes d'un pansement qui sera changé tous les jours. Une compression avec une compresse stérile pendant une dizaine de minutes peut être nécessaire pour stopper le saignement.

L'utilisation d'un pansement hémostatique peut également aider à cela (93).

Dans le cas d'une coupure plus importante, il peut être nécessaire en plus de poser des strips pour rapprocher les deux bords de la plaie. La pose classique consiste après découpage à poser un strip au centre de la plaie en accolant les deux bords de la plaie sans trop tirer. Ensuite on pose d'autres strips toujours perpendiculairement à la plaie. On peut ensuite renforcer le tout en en posant d'autres en diagonale. La pose en croisillon est une technique alternative qui peut permettre de limiter la traction sur les berges de la plaie. Dans tous les cas, renforcer ensuite d'un pansement protecteur (93).

2.3.2.2. Les hémorragies

Quand le saignement devient plus important, on parle alors d'hémorragie. Si une veine est touchée, le saignement va être continu et le sang rouge foncé. La veine n'a pas la possibilité de se contracter naturellement, il faut alors réaliser une compression directe à l'aide d'une compresse, d'un vêtement propre, au niveau de la plaie pendant une quinzaine de minutes en continu. Il ne faut surtout pas réaliser un garrot.

Si une artère est touchée, le saignement va être abondant et saccadé, le sang peut jaillir, il est de couleur rouge vif. Les artères peuvent se contracter en réaction mais vont ensuite se relâcher sous l'effet de la pression sanguine, il faut également réaliser une compression directe. En cas de fracture, il faut plutôt réaliser une compression sur d'autres points précis en fonction de la localisation de l'artère pour stopper le saignement. En comprimant l'artère amenant le sang à la blessure contre un os on peut empêcher le saignement.

Dans tous les cas il est nécessaire de prévenir les secours.

2.3.3. Les ampoules

Les ampoules (ou phlyctènes) sont fréquentes chez le randonneur mais peuvent être évitées par des méthodes simples. Elle a pour origine un frottement et une pression répétée qui a lieu le plus souvent dans la chaussure, souvent au talon mais pouvant se situer ailleurs. La prévention passe d'abord par de bonnes chaussures adaptées et des chaussettes de randonnée. Les chaussures doivent être portées avant de partir pour une première fois en randonnée pour qu'elles puissent « se faire » à la morphologie du randonneur. La friction entre le pied et la chaussure s'intensifie dans un milieu humide, ce qui, pendant la marche est souvent le cas avec la transpiration.

L'ampoule est une réaction de protection de l'organisme. Conséquence du frottement, les cellules épithéliales sont brisées ce qui entraîne une libération d'histamine, médiateur qui va déclencher la réaction de défense. La cloque va alors se former dans le but de protéger les tissus sous-jacents. Se produit alors une séparation du derme et de l'épiderme avec formation d'une poche remplie de liquide séreux clair (la lymphe). Elle est d'abord ressentie par des picotements ou une sensation de chaleur, une fois formée elle devient très sensible et tout frottement devient alors douloureux. De plus, si l'épiderme se déchire, l'ampoule devient ouverte et il y a un risque de surinfection. Une idée reçue veut qu'il soit préférable de crever la cloque. En réalité, mieux vaut éviter dans la mesure du possible car la peau protège toujours les tissus sous-cutanés et limite le risque d'infection (25,34,93).

Pour la prévention et le traitement des ampoules, il existe des pansements spécialisés de forme adaptée de type « **hydrocolloïde** » qui, en contact avec la peau et sous l'effet de la chaleur se gélifie et forme une seconde peau. Au préalable, il faut nettoyer, sécher et désinfecter l'ampoule avant la pose du pansement. Ces pansements ont l'avantage de créer une barrière protectrice pour éviter le risque d'infection, de créer une protection mécanique

contre les frottements qui fait disparaître la sensation douloureuse et enfin de favoriser la cicatrisation (93). Ils doivent être conservés jusqu'à ce qu'ils tombent d'eux-mêmes et peuvent ensuite être remplacés. On peut également utiliser des plaques de pansements hydrocolloïdes plus grandes que l'on découpe à la taille adéquate. On peut en plus aussi utiliser des bandes élastiques et autocollantes (type Élastoplast) (34).

2.4. Les Morsures, les Piqûres

2.4.1. Les morsures (26)

Pendant son parcours, le randonneur n'est pas à l'abri de croiser sur son chemin, diverses espèces sauvages ou non. Pour plusieurs d'entre elles, il existe un risque potentiel de morsure ou de griffure si le randonneur ne se montre pas suffisamment prudent. La gravité de la lésion, en cas de morsure, est liée à la localisation et à l'étendue de l'atteinte. La lésion peut être accompagnée de douleur, d'une hémorragie plus ou moins importante et peut conduire à une infection. Nous allons voir quelles espèces animales peuvent faire courir ce risque.

2.4.1.1. Les chiens gardiens de troupeaux

Bien qu'ils soient dressés pour protéger les troupeaux des prédateurs et qu'ils soient habitués à la présence humaine, le risque de morsure existe si les randonneurs traversent ou s'approchent trop près d'un troupeau, comme nous l'avons vu dans la partie 1.2.2.2.. Les risques sont traumatiques, et infectieux.

En cas de morsure les gestes à suivre sont les suivants : nettoyer la plaie à l'eau et au savon, rincer avec du sérum physiologique, appliquer un antiseptique, appliquer un pansement et/ou des strips (voir la partie 2.3.2.), prévenir les secours. On peut avoir recours à un traitement antalgique si nécessaire avec du paracétamol (pas d'AINS). Dans certains cas, après une prise en charge médicale, un traitement antibiotique probabiliste peut être nécessaire, en fonction de la lésion, en raison du risque infectieux lié à la flore polymicrobienne présente dans la gueule de l'animal.

Une infection par *Clostridium tetani* est également systématiquement envisagée en cas de morsure ou de griffure. Le **tétanos** est une maladie grave, mortelle dans 20 à 30% des cas et

pouvant entraîner des séquelles dans 5 à 20% des cas. La vérification de l'état vaccinal contre le tétanos sera donc réalisée, et si elle s'avère trop lointaine, un schéma de revaccination et/ou de sérothérapie sera mis en place en fonction des cas.

La **rage**, est une encéphalomyélite virale d'évolution toujours mortelle, elle est causée par un virus de la famille des Rhabdoviridae et du genre Lyssavirus. Bien que depuis 1998, la France soit considérée comme un pays où la rage a totalement disparue, la prudence reste de mise. Après prise en charge médicale, une consultation au Centre Antirabique s'impose pour établir une décision thérapeutique. Le traitement consiste en une vaccination curative en 2 injections espacées de 3 jours qui doivent être mises en place le plus tôt possible en cas d'exposition.

2.4.1.2. Les serpents

En France métropolitaine, le seul serpent venimeux est la vipère. Nous avons détaillé les différentes espèces et leurs caractéristiques dans la partie 1.2.2.1., dont la plus répandue : *Vipera aspis* (Vipère apic) (Figure 30). La morsure est formée de 2 points espacés de 5 à 15 mm marqués par les 2 crochets de la vipère.

Figure 30 : *Vipera aspis* (Vipère apic) (94)



La prévention de ces morsures passe par le port de chaussures fermées et montantes, de pantalons longs, et il est impératif de faire attention où l'on met les pieds.

Le venin de vipère est constitué d'hémotoxines, de neurotoxines et de myotoxines, d'enzymes, de protéines, de sérotonine, de catécholamines, et d'autres substances...

L'**envenimation** peut être plus ou moins grave en fonction de divers facteurs allant de la qualité du venin (dépend de l'espèce, de l'âge de l'animal,...), de la quantité injectée, de la localisation de la morsure (zone plus ou moins vascularisée), et des caractéristiques physiopathologiques de la victime.

On distingue 4 grades d'envenimation :

- Grade 0 : il y a morsure mais aucun signe d'envenimation.
- Grade I : on distingue simplement un œdème localement.
- Grade II : l'œdème est étendu à un membre entier et/ou des symptômes généraux modérés se produisent (hypotension, vomissements, diarrhées, douleurs abdominales).
- Grade III : l'œdème est très important et atteint le tronc et/ou les symptômes

généraux sont sévères (hypotension prolongée, choc, réaction anaphylactique, atteintes viscérales).

Devant une morsure de vipère, il faut avant tout garder son calme, rassurer le randonneur mordu et l'allonger tout en immobilisant le membre atteint. La plaie doit être nettoyée avec du sérum physiologique et désinfectée avec un antiseptique. Un refroidissement local avec un pack de froid ou un linge humide peut soulager la douleur. Un pansement compressif peut également être réalisé. Les signes cliniques de la victime doivent être surveillés.

Certains gestes doivent être à tout prix évités comme poser un garrot, chauffer la zone mordue (le venin n'est de toute façon pas thermolabile), effectuer une incision ou une succion de la plaie (pas d'Aspivenin® !).

Il est nécessaire de prévenir les secours. La couverture antibiotique et antitétanique sera réalisée si nécessaire ainsi qu'une immunothérapie si le grade II a été atteint.

2.4.2. Les piqûres (26)

2.4.2.1. Les tiques

Comme nous l'avons vu dans la partie 2.1.4.2., les piqûres de tiques présentent un important risque infectieux lié à la maladie de Lyme et à la méningo-encéphalite à tiques.

2.4.2.2. Les hyménoptères

Les hyménoptères regroupent les Apidés (les abeilles) et les Vespéridés (les guêpes et les frelons). Ils ont pour particularité de pouvoir piquer dans le but de se défendre et d'injecter un

venin composé d'histamine, de sérotonine, de bradykinine, d'enzymes et de peptides allergisants.

Les réactions peuvent être classées en 3 groupes suivant leur nature :

- **Réaction inflammatoire** : locale et bénigne, elle se caractérise par un œdème, une douleur instantanée et un prurit. Cas particulier : en cas de piqûre intrabuccale la piqûre devient dangereuse et peut entraîner un œdème pharyngé.

- **Réactions toxiques** : elles se traduisent par des troubles digestifs, une hypertension, une insuffisance rénale, une insuffisance hépatique, des troubles de la coagulation (CIVD, hémolyse, thrombopénie), une détresse respiratoire (SDRA), une ischémie myocardique, des convulsions, un œdème cérébral et un coma. Le risque mortel survient en cas de piqûres multiples, à partir de 30 piqûres de guêpes ou 200 piqûres d'abeilles, ou en fonction du profil physiopathologique de la victime.

- **Réactions allergiques** : elles sont fréquentes (3 à 5% de la population), d'apparition précoce (moins de 30 minutes), et d'intensité variable. Suivant l'intensité des signes cliniques, la réaction allergique peut être classée en différents stades :

- Stade 0 : Réaction locale avec œdème important.

- Stade I : Réaction générale légère avec œdème, urticaire et prurit généralisé.

- Stade II : Réaction générale forte comportant un ou plusieurs symptômes précédents et au moins 2 des suivants : douleurs abdominales, oppression thoracique, nausées, diarrhée, vertiges.

- Stade III : Réaction générale grave avec un ou plusieurs symptômes précédents et au moins 2 des suivants : dyspnée, dysphagie, dysphonie, confusion.

- Stade IV : Choc anaphylactique avec un ou plusieurs symptômes précédents et au moins 2 des symptômes suivants : cyanose, hypotension, collapsus, perte de connaissance, syncope, incontinence.
- Réactions retardées jusqu'à 10 jours après la piqûre : fièvre, arthralgie, adénopathie, et dans certaines formes neuroencéphaliques : paresthésies et troubles moteurs.

En cas de piqûre, en premier lieu des mesures générales s'imposent. S'il s'agit d'une abeille il faut retirer soigneusement le dard, sans comprimer le réservoir à venin pour ne pas faire pénétrer plus de venin dans le corps de la victime. Ensuite, dans tout les cas, il faut désinfecter avec un antiseptique. Un traitement par antalgique, pommade corticoïde et éventuellement antihistaminique H1 si la réaction allergique est importante. Si l'un des randonneurs est connu comme allergique aux venins d'hyménoptères, la prescription au préalable d'un kit d'auto-injection d'adrénaline en cas de choc anaphylactique et de salbutamol (Ventoline[®], Airomir[®]) en cas de bronchospasme semble judicieuse. Enfin, on contrôlera toujours la bonne couverture antitétanique.

2.4.2.3. Les araignées

Une espèce peut poser problème en cas de randonnée en Provence ou en Corse, il s'agit de *Latrodectus mactans tredecimguttatus*, plus connue sous le nom de « Veuve noire » ou Malmignatte (Figure 31). Cette espèce très venimeuse peut être rencontrée dans les tas de bois par exemple, c'est une petite araignée de 2 à 3 cm caractérisée par des taches rouges typiques sur un abdomen globuleux noir.

Figure 31 : *Latrodectus mactans tredecimguttatus* (95)



Bien que la morsure soit indolore au départ, dès douleurs apparaissent après plusieurs minutes et s'étendent à tout le membre mordu, puis à tout le corps. Ensuite, les muscles se contractent, des nausées, des céphalées, une angoisse et des troubles psychiques peuvent survenir avec parfois des convulsions, ainsi qu'une hypertension et une tachycardie. Les symptômes régressent naturellement mais une fatigue persiste pendant plusieurs semaines. Le taux de mortalité est faible.

Le traitement passe comme toujours par une désinfection soignée, un antalgique et on contrôlera toujours au retour la couverture antitétanique.

2.4.2.4. Les scorpions

Le randonneur pourra éventuellement croiser des scorpions noirs du genre *Euscorpius* si il randonne dans les Alpes Maritimes, dans les Pyrénées ou en Corse. La piqure engendre une réaction locale bénigne, une vive douleur et une inflammation. Comme pour les autres piqûres on réalisera une désinfection avec prise d'antalgique et vérification de la couverture antitétanique.

2.4.2.5. Autres : scolopendres, chenilles et taons

Le scolopendre (*Scopolendra cingulate*) ou « mille-pattes », par sa morsure peut engendrer un œdème.

La chenille processionnaire du pin (*Thaumetopra pityocampa*), présente dans les forêts de conifères du sud de la France, par le contact de ses poils urticants peut entraîner des lésions cutanées à type d'urticaire avec des démangeaisons, avec parfois inflammation, céphalées, fièvre et asthénie.

Les taons (*Tabanus bromius*) sont des insectes dont la piqûre est très douloureuse et entraîne un œdème prurigineux.

2.5. Le Mal des Montagnes

« S'élevant à de grandes hauteurs au-dessus du niveau de la mer, les hommes et les animaux finissent toujours par éprouver une série d'accidents plus ou moins graves, dont l'ensemble constitue le mal des montagnes». C'est Paul Bert qui le premier a décrit le mal aigu des montagnes en 1878.

2.5.1. Les causes

Il observe notamment que ce mal est lié à l'**altitude** et à la **quantité d'oxygène** présent dans l'air mais que l'intensité des accidents n'est pas proportionnelle à la hauteur atteinte.

L'origine du mal des montagnes s'expliquerait en effet par la baisse de la pression atmosphérique et la baisse du taux d'oxygène, ce qui entraîne sur l'organisme la baisse de la quantité d'oxygène disponible pour les tissus. L'organisme tente de s'adapter par un certain nombre de phénomènes compensateurs. L'adaptation à court terme se traduit par une augmentation de la fréquence cardiaque et une hyperventilation. Ensuite, après plusieurs jours, l'organisme produit plus de globules rouges et l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène augmente (96).

Ces phénomènes ont pour but d'améliorer l'oxygénation des tissus, mais ils peuvent s'avérer insuffisants ou ne pas avoir le temps de s'installer quand l'augmentation d'altitude que subit le randonneur est trop brutale. C'est alors que surviennent un ensemble de symptômes, nommés mal aigu des montagnes.

2.5.2. Les symptômes

Les symptômes du mal des montagnes sont les suivants (97):

Céphalées, vertiges, troubles de l'équilibre, asthénie, nausées et insomnie.

Les céphalées sont communes et précoces, il est possible de les traiter avec des antalgiques mais également la perte d'altitude et l'oxygénothérapie.

Dans les cas les plus graves, peuvent survenir un œdème aigu du poumon (OAP ou OPHA pour œdème pulmonaire de haute altitude) et un œdème cérébral, le pronostic vital est alors mis en jeu. Les signes de l'OAP sont des crépitations à l'auscultation, des expectorations rosées et mousseuses, une dyspnée qui correspondent à l'apparition brutale de liquides dans les alvéoles pulmonaires. L'œdème cérébral se traduit par des troubles de la conscience pouvant aller jusqu'au coma et correspond à l'accumulation de liquide dans les tissus du cerveau.

2.5.3. Le diagnostic

Le diagnostic repose sur un score appelé le « Lake Louise acute mountain sickness scoring system », publié en 1993 (98) (figure 32).

Figure 32 : Lake Louise acute mountain sickness scoring system (99)

Lake Louise Score (LLS) for the diagnosis of Acute Mountain Sickness (AMS)

A diagnosis of AMS is based on:

1. A rise in altitude within the last 4 days
2. Presence of a headache

PLUS

3. Presence of at least one other symptom
4. A total score of 3 or more from the questions below

SELF-REPORT QUESTIONNAIRE

Add together the individual scores for each symptom to get the **total score**.

Headache	No headache	0	
	Mild headache	1	
	Moderate headache	2	
	Severe headache, incapacitating	3	
Gastrointestinal symptoms			
	None	0	
	Poor appetite or nausea	1	
	Moderate nausea &/or vomiting	2	
	Severe nausea &/or vomiting	3	
Fatigue &/or weakness			
	Not tired or weak	0	
	Mild fatigue/ weakness	1	
	Moderate fatigue/ weakness	2	
	Severe fatigue/ weakness	3	
Dizziness/lightheadedness			
	Not dizzy	0	
	Mild dizziness	1	
	Moderate dizziness	2	
	Severe dizziness, incapacitating	3	
Difficulty sleeping			
	Slept as well as usual	0	
	Did not sleep as well as usual	1	
	Woke many times, poor sleep	2	
	Could not sleep at all	3	
TOTAL SCORE:			

Total score of:

- 3 to 5 = mild AMS
- 6 or more = severe AMS

Note:

- Do not ascend with symptoms of AMS
- Descend if symptoms are not improving or getting worse
- Descend if symptoms of HACE or HAPE develop

Les critères présentés dans la figure 32 sont les suivants : avoir pris de l'altitude durant les 4 derniers jours, présenter des céphalées et un autre symptôme et obtenir un score d'au moins 3 au questionnaire. Un score entre 3 et 5 diagnostique un mal aigu des montagnes, de plus, un score supérieur ou égal à 6 implique qu'il est sévère.

2.5.4. La prévention et le traitement

Il est important de mentionner à ce stade que la randonnée en haute altitude (supérieur à 2500 mètres) est déconseillée pour les enfants de moins de 7 ans (87). La première des préventions repose sur l'acclimatation à l'altitude, une ascension moins rapide, des séjours prolongés et successifs en altitude modérée.

Un inhibiteur de l'anhydrase carbonique, l'acétazolamide (DIAMOX®), molécule indiquée principalement comme antiglaucomateux, possède également une indication dans la prévention du mal des montagnes (hors AMM) à la posologie de 1 cp de 250mg matin et midi, à débiter 2 jours avant l'ascension en haute altitude. L'acétazolamide a pour effet de créer une acidose métabolique hyperchlorémique et hypokaliémique en augmentant l'élimination urinaire des bicarbonates, du potassium et du sodium tout en diminuant celle des ions chlore. Les corticoïdes, par un mécanisme incertain, sembleraient avoir une efficacité (100–102). L'utilisation du *Ginkgo biloba* dans la prévention du mal aigu des montagnes a fait l'objet d'études mais celles ci ne se sont pas montrées concluantes quant à son efficacité (103). Quand le mal survient, il convient de réagir en fonction du degré de gravité du mal. Il faut stopper toute ascension et privilégier le retour à une altitude plus basse, un traitement antalgique peut être utilisé pour calmer les céphalées et une bonne hydratation est nécessaire. L'acétazolamide ou les corticoïdes peuvent également être utilisés en curatifs. Dans les cas très graves nécessitant une évacuation médicale, l'oxygénothérapie et la mise sous caisson hyperbare peuvent être nécessaires.

3. La Trousse à Pharmacie du Randonneur

Nous avons vu que les risques, pour la santé du randonneur, sont nombreux et variés. Par conséquent, en plus du matériel de base, il est nécessaire de ne pas négliger la qualité de la composition d'une trousse à pharmacie. Elle doit présenter d'une part les éléments permettant de traiter les divers accidents et pathologies abordées dans cette thèse, mais également beaucoup d'autres, moins spécifiques à l'activité de la randonnée mais pouvant également se produire. Il est impossible de présenter une liste exhaustive, car comme nous l'avons déjà abordé, la capacité d'emport dont dispose le randonneur est limitée en poids et en volume, et par contre, les types de risques sont eux illimités. Cette trousse de secours devra être rangée de manière à ce qu'elle soit accessible rapidement et facilement en cas d'urgence, donc plutôt dans le haut d'un sac.

À la suite des éléments abordés dans la 2^{ème} partie de cette thèse nous pouvons élaborer une liste de matériel et de médicaments que le randonneur pourra emporter avec lui (les posologies indiquées sont les posologies adultes uniquement) (25,30,64,100,104):

3.1. Douleurs et Fièvre :

- Paracétamol : Molécule indispensable dans une trousse à pharmacie, pour le traitement des douleurs suite à une blessure, des maux de tête ou d'autres types de douleurs et de la fièvre, à une posologie usuelle de 500mg à 1g par prise, 3 fois par jour, avec un espacement de 6 heures entre les prises. Préférer les formes comprimés secs à avaler ou orodispersives plus pratiques en randonnée plutôt que celles nécessitant d'être mises dans l'eau. Médicament disponible sans prescription.

- Ibuprofène : Anti-inflammatoire non stéroïdien, également utilisé en cas de douleur ou fièvre, à une posologie de 200 à 400mg par prise, en 3 prises par jour. Disponible pour certaines spécialités sans ordonnance.

3.2. Troubles Gastro-intestinaux :

- Lopéramide (Immodium[®], Diaretyl[®], ...) : Antidiarrhéique ralentisseur du transit intestinal disponible sans ordonnance. Utile dans le traitement symptomatique des diarrhées aiguës en randonnée. Permet de stopper la diarrhée, en général handicapante pendant une randonnée, mais ne traite pas la cause de celle-ci. À utiliser à une posologie de 2mg, à renouveler si besoin après chaque selle diarrhéique dans la limite maximale de 16mg par jour. La perte en eau doit être compensée par un apport hydrique suffisant. Une bonne hydratation est d'autant plus importante que le randonneur a déjà besoin d'un apport en eau important en raison de l'effort physique qu'il réalise.

- Métopimazine (Vogalene[®], Vogalib[®]) : Antiémétique antagoniste de la dopamine disponible sous une spécialité sans ordonnance, ayant des propriétés neuroleptiques et anticholinergiques faibles. À utiliser pour stopper des nausées ou de vomissements, à raison de 7,5mg 3 fois par jour. La forme lyoc permet une utilisation sans eau.

- Probiotiques (Lactibiane voyage[®], Lactibiane référence[®], Ultra-levure[®], Lactéol[®], ...) (105,106): Souches microbiotiques dont le but est de reconstituer ou de maintenir une flore intestinale, ayant une action préventive ou curative dans les troubles gastro-intestinaux. L'utilisation de Lactibiane Voyage[®] (Spécialité conçue pour résister à des conditions extrêmes de températures) en prévention à raison d'une gélule par jour, dès la veille du départ

de la randonnée, avant un repas, permet de diminuer le risque d'infection gastro-intestinale durant le séjour en montagne. Lactibiane Référence® peut être utilisé lors de la crise de gastroentérite à raison de 3 gélules pendant 2 jours, puis 2 gélules pendant 2 jours. La perte en eau causée par la diarrhée doit être compensée par un apport hydrique suffisant.

- Moyen(s) de traitement de l'eau : Comme nous l'avons vu dans la partie 2.1.2., les moyens de décontamination de l'eau avant la boisson sont nombreux avec des caractéristiques variables. Le traitement de l'eau est indispensable pour se prémunir d'une infection gastrointestinale due à l'ingestion d'un contaminant bactériologique ou parasitaire, voire viral. Il est indispensable a minima de pré-filtrer l'eau au travers d'un filtre à café, puis d'utiliser un moyen de désinfection chimique, à filtration ou à UV dont le randonneur fera son choix en fonction de son niveau d'exigence et à l'aide du tableau comparatif (Figure 25) de la partie 2.1.2.6.

- Solution hydro-alcoolique (SHA): Il s'agit de solutions aseptisantes cutanées à base d'eau et d'alcool indispensables pour la désinfection des mains. Elles s'utilisent sans eau, par friction directement sur la peau.

3.3. Piqûres d'Insectes :

- Tire-Tique : Il s'agit d'un petit outil possédant la forme d'un pied de biche et existant en plusieurs tailles. Il s'avère nécessaire pour retirer une tique dès que celle-ci est détectée sur le corps d'un hôte. On réalise un mouvement de rotation soigneusement pour éviter d'arracher la tête de la tique et que le rostre ne reste dans la peau. L'utilisation d'éther est à proscrire car cela peut entraîner une régurgitation de la tique dans le corps de l'hôte.

- Antiseptique (93): Chlorhexidine (Diasseptyl[®], Dosisseptine[®], ...), Chlorhexidine + Chlorure de Benzalkonium (Biseptine[®], Mercryl[®]), Chlorhexidine + Hexamidine (Cytéal[®]), Povidone iodée (Bétadine[®]), Hexamidine (Hexomédine[®]), Hypochlorite de Na (Dakin[®], Amukine[®]). Bien qu'il existe beaucoup d'antiseptiques, tous ne se valent pas.

La chlorhexidine s'utilise sur une peau lésée ou saine, mais elle est CI (Contre Indiquée) sur les muqueuses, les yeux et le conduit auditif (neurotoxique et risque de surdité).

La povidone iodée (Bétadine[®]) peut quant à elle être utilisée en plus sur les muqueuses, mais elle peut provoquer eczéma de contact et est à éviter en cas d'allergie à l'iode et chez les sujets présentant des dysfonctionnements thyroïdiens. Elle est CI chez la femme enceinte et allaitante.

L'hexamidine (Hexomédine[®]) n'est pas utilisable sur les muqueuses et peut provoquer picotements et démangeaisons.

Enfin, l'hypochlorite de sodium (Dakin[®], Amukine[®]) peut être utilisé en plus sur les muqueuses mais possède une mauvaise conservation.

Concernant d'autres antiseptiques, il faut noter que l'alcool n'est utilisé que pour la désinfection des matériaux ou d'une peau uniquement non lésée (avant une injection par exemple), l'eau oxygénée est peu antiseptique, l'éosine est asséchante mais n'est pas antiseptique.

Les antiseptiques à base de chlorhexidine sont à privilégier en raison de leur bonne tolérance et de leur bonne conservation, bien que cependant ils ne soient pas utilisables sur les muqueuses. De plus, des formes pratiques d'utilisation existent : spray et unidoses.

- Répulsifs (87,107,108): DEET à 50% (InsectEcran[®] Zones infestées, Biovetrol[®] Tropiques), Icaricide à 25% (InsectEcran[®] Spécial Tropiques), Icaricide à 20%(InsectEcran[®] Familles, Apaisyl[®] Répulsif Moustiques Haute Protection), IR 35/35 à 35% (Cinq sur Cinq[®]

Tropic), IR 35/35 à 25% (Cinq sur Cinq[®] Tropic Enfants), IR 35/35 à 20% (Apaisyl[®] Répulsif Moustiques, Biovetrol[®] Familles), Citriodora (Biovetrol[®] Naturel), (InsectEcran[®] Vêtements, Biovetrol[®] Tissu,...).

Les répulsifs sont composés d'une substance active qui éloigne les insectes sans les tuer et sont à appliquer sur toutes les parties du corps non couvertes. La durée de la protection peut varier entre 4 et 8h en fonction des produits, des conditions de température et de sudation. Il faut toujours garder à l'esprit que la tenue vestimentaire, comme évoquée auparavant tient un rôle important dans la protection contre les piqûres d'insectes. Il est à noter également que la crème solaire doit toujours être appliquée en premier et 20 minutes avant le répulsif.

Le DEET (ou N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide) est l'un des produits les plus efficaces sur le marché. Il est reconnu comme actif contre les moustiques, les tiques, les aoutats, les mouches. Il est à privilégier pour les parties du monde à haut risque de paludisme. Son utilisation est néanmoins à éviter chez la femme enceinte ou allaitante ainsi que les enfants de moins de 12 ans en raison de sa possible toxicité neurologique et embryologique (87,109).

L'icaricide est à éviter chez la femme enceinte ou allaitante (87).

L'IR 35/35 est utilisable par toute la famille dans les spécialités où il est dosé à 20%, au delà il est déconseillé chez les femmes enceintes ou allaitantes et les enfants de moins de 12 ans (87). Biovetrol[®] Naturel est conçu à partir de citriodora, un extrait d'eucalyptus utilisable dès 6 mois et chez la femme enceinte (87,107).

Pour une prévention efficace contre les piqûres de tiques, et en l'absence de contre indication, on optera plutôt pour une spécialité à base de DEET dosé à 50%.

- Hydrocortisone en pommade (Onctose[®], Cortapaisyl[®]) : Un dermocorticoïde permet de lutter contre les démangaisons liées aux piqûres d'insectes. Onctose[®] contient de l'hydrocortisone à 0,25%, de la lidocaïne et un Antihistaminique H1. Son utilisation est

possible à partir de 3 ans, en 2 à 3 applications par jour. Cortapaisyl[®] contient de l'hydrocortisone à 0,5%. Cette spécialité ne doit pas être utilisée avant 6 ans. 2 applications par jour peuvent être réalisées. Pour ces deux spécialités il est recommandé de toujours se laver les mains après utilisation et de ne pas dépasser 3 jours de traitement.

- Homéopathie : Apis melifica 9 CH ou 15 CH (1 dose dès la piqûre) et 5 CH (5 granules, 3 fois par jour, en relais).

3.4. Réactions Allergiques :

- Antihistaminiques H1 : Cétirizine (Virlix[®], Humex Allergie[®], Alairgix[®], ...), Lévocétirizine (Xyzall[®]), Loratadine (Clarityne[®], Humex Allergie[®], Dolialergie[®], ...), Desloratadine (Aérius[®]), Bilastine (Bilaska[®], Inorial[®]), Ébastine (Kestin[®]) Méquitazine (Primalan[®]), ... : Indispensable si l'un des randonneur présente un terrain allergique, rhume des foins, allergie aux acariens (présents dans les duvets par exemple),... Les antihistaminiques pourront être utilisés dans toutes les réactions allergiques, à la suite de piqûres d'insectes également. Certaines molécules sont disponibles uniquement sur prescription médicale (Liste II : Lévocétirizine, desloratadine, bilastine, ébastine, Liste I : Méquitazine). La cétirizine et la loratadine sont présentes dans des spécialités en vente libre, à la posologie de 10mg par jour en une prise. Il est préconisé de les utiliser avant tout en préventif car ils sont inefficaces dans les réactions allergiques sévères. Il est à noter que ses traitements peuvent avoir un léger effet sédatif.

- Épinéphrine injectable = Adrénaline (Anapen[®], Jext[®]) : Kits auto-injectables qui doivent impérativement être prescrit à tous les individus susceptibles de faire un choc

anaphylactique notamment aux venins d'hyménoptères (abeilles, bourdons, frelons, guêpes). Lors d'un choc anaphylactique le pronostic vital du patient étant mis en jeu, ce médicament peut leur sauver la vie. Après l'ablation du dard, la personne doit s'injecter ou se faire injecter l'adrénaline par voie IM, car l'action est alors plus rapide (8 minutes contre 30 minutes en SC), dans la face antéro-latérale de la cuisse, dès les premiers signes de la réaction anaphylactique (prurit, urticaire, œdème oro-pharyngé, œdème labial, oppression thoracique, sueurs, diarrhée, vomissements, douleurs abdominales). La posologie est de 0,01mg/kg à répéter toutes les 10 à 20 minutes si besoin. Les stylos sont dosés à 0,15mg/0,3mL ou 0,30mg/0,3mL. Pendant la randonnée ils devront être conservés à l'abri de la lumière et à une température inférieure à 30°C. Avant la randonnée, ils doivent être stockés au réfrigérateur. Il est tout de même nécessaire après un choc anaphylactique de contacter les secours.

- Homéopathie : Plusieurs souches peuvent éventuellement faire partie du voyage si un individu est identifié comme faisant des crises allergiques aux pollens, acariens, poussières, ... Elles sont les suivantes : Pollen 15 CH (1 dose, dès l'apparition des symptômes allergiques), Poumon histamine 15 CH (1 dose, dès l'apparition des symptômes allergiques) et 9 CH (3 granules, matin et soir, en relais), Allium cepa 15 CH (1 dose, dès l'apparition de la rhinite allergique) et composée (3 granules, 3 fois par jour en relais), Euphrasia 5CH (3 granules, en cas d'irritation oculaire), Histaminum 15 CH (3 granules, en cas de réactions allergiques cutanées).

3.5. Coup de Soleil et Brûlures :

- Protection solaire FPS 50+ (Avène®) (110): Emulsion, crème, lait, stick lèvres... Les formes sont nombreuses, mais une protection sera préférée avec un indice 50+, surtout si le

randonneur à la peau claire et qu'il s'expose pendant de longues heures au soleil. Nous avons vu dans la partie 2.2.1.2. ce qui caractérisait l'indice de protection solaire. Maintenant plusieurs marques et plusieurs gammes existent, avec des particularités différentes. Le laboratoire Avène présente une gamme minérale pour les peaux qui seraient intolérantes aux filtres chimiques et à d'autres composants habituels des protections solaires. Il est important d'appliquer suffisamment de protection solaire et de l'étaler correctement pour que celle-ci soit efficace.

- Produits réparateurs, apaisants, hydratants et rafraichissants : Trolamine (Biafine®), Tegarome®, Calmiderm®, Osmosoft®,... De nombreux produits existent pour réparer l'épiderme, soulager la brûlure, tout en hydratant la peau. Ils auront principalement 2 utilités pendant la randonnée. Ils seront utilisés après un coup de soleil ou bien après une brûlure avec le réchaud à gaz.

- Homéopathie : En cas de brûlure simple : Apis 15 CH (1 dose) et 5 CH (3 granules, 3 fois par jour, en relais, pour aider à lutter contre l'oedème), puis Belladonna 15 CH (1 dose) et 4 CH (3 granules, 3 fois par jour, pour aider à lutter contre l'inflammation). En cas d'apparition de vésicules : Cantharis 4 CH (3 granules, 3 fois par jour).

3.6. Fractures, Entorses, Crampes et Courbatures :

- Pack de froid, Bombe de froid : Il s'agit de poches de froid à action immédiate, sans réfrigération préalable qui s'active en les pressant ou en les secouant. Les bombes de froid sont des pulvérisateurs à gaz réfrigérant. Leur but est de créer du froid qui permet en cas

d'entorse de soulager la douleur. Il faut faire attention à ne pas brûler la peau par le froid en plaçant un linge par exemple entre le pack de froid et la peau...

- Homéopathie : Une spécialité existe pour la préparation à l'effort, à utiliser avant, pendant et après la randonnée : Sporténine® (111). Cette spécialité comporte les souches Arnica montana 9 CH, Sarcolacticum acidum 3 CH et Zincum oxydatum 3 CH. Elle est indiquée contre les crampes, les courbatures et la fatigue musculaire. La posologie est de 1 comprimé à croquer la veille de l'effort, puis 1 toutes les heures pendant l'effort, et 1 toutes les heures après l'effort jusqu'à amélioration.

En cas de crampes, les souches pouvant être utilisées sont : Cuprum metallicum 7 CH ou 9 CH (5 granules au coucher) et Sarcolacticum acidum 5 CH (3 granules, 3 fois par jour ou 2 granules toutes les 10 minutes en aigu).

En cas de courbatures, les souches pouvant être utilisées sont : Arnica 7 CH (3 granules, 3 fois par jour) et en alternance Rhus toxicodendron 7 CH (3 granules, 3 fois par jour).

En cas de traumatisme, fracture ou entorse, prévoir Arnica 7 CH (1 dose immédiatement) et 5 CH (5 granules, 3 fois par jour).

3.7. Coupures :

- Compresse stériles : Préférer les compresses stériles en non tissé, moins abrasives, à utiliser pour le nettoyage des plaies, coupures, pour réaliser une compression lors d'un saignement par exemple.

- Sérum physiologique en unidoses : Cette solution de chlorure de sodium est utilisée pour le rinçage des plaies avant le séchage et la désinfection. La forme unidose permet une

meilleure conservation et est plus facilement transportable. Imprégner sur une compresse stérile avant de nettoyer la plaie.

- Antiseptique (voir 3.3.)

- Pansements secs (93): Ils sont constitués d'une compresse de gaze et d'un support adhésif. Leur but est de permettre à la plaie de cicatriser. Ils sont uniquement protecteurs et sont à utiliser uniquement dans les petites plaies superficielles. Il doit être changé une à deux fois par jour. Il existe une gamme très vaste avec des pansements prédécoupés classiques, des bandes à découper, certains sont résistants à l'eau et d'autres étanches.

- Strips (Steri-Strip[®], Urgostrips[®], ...) (93): Ce sont des bandelettes adhésives stériles utilisés pour fermer une plaie quand des points de suture ne sont pas nécessaires. Leur pose a été détaillée dans la partie 2.3.2.1.

- Pansements ou compresses hémostatiques (Urgo Stop Saignement[®], Nexcare Blood Stop[®], Bloxang[®], Coalgan[®], ...) (93,112): Ils sont indiqués dans les petites plaies hémorragiques. Un nettoyage et une désinfection préalable sont nécessaires. Ils ont pour point commun de se gélifier au contact du sang favorisant l'arrêt du saignement.

- Bandes extensibles (Nylex[®]) : Pour renforcer un pansement ou réaliser un bandage.

- Sparadrapp microporeux (Mircopore[®], Urgopore[®], ...): Pour un bon maintien des bandes ou pansements.

- Homéopathie : Hypericum perforatum 15 CH (5 granules, 3 fois par jour, en cas de coupure).

3.8. Ampoules :

- Pansements anti-ampoules (Compeed[®], Urgo[®]) : Ce sont de manière générale des pansements hydrocolloïdes qui ont une action préventive et curative contre les ampoules. Au contact de la peau et sous l'effet de la chaleur, ces pansements se gélifient et forment une seconde peau réparatrice et protectrice. Après avoir nettoyé, séché et désinfecté l'ampoule il faut l'appliquer et le conserver jusqu'à ce qu'il tombe de lui-même. On peut également utiliser des plaques de pansements hydrocolloïdes plus grandes que l'on découpe à la taille adéquate.

- Homéopathie : Cantharis 4 CH ou 5 CH (3 granules, 3 fois par jour en cas d'apparition d'ampoules).

3.9. Mal des Montagnes :

- Acétazolamide (Diamox[®]) : Inhibiteur de l'anhydrase carbonique indiqué principalement en temps qu'antiglaucomeux mais possède également une indication hors AMM (donc non remboursé) dans la prévention du mal des montagnes. Ce médicament est disponible uniquement sur ordonnance (Liste I). Il devra être pris à raison de 1 comprimé de 250mg le matin et le midi, à débiter 2 jours avant l'ascension en haute altitude, c'est-à-dire au dessus de 3000m. Ainsi donc dans la plupart des cas il n'est pas indispensable dans les

randonnées se situant à des altitudes inférieures. Il possède une action diurétique et inhibitrice de l'anhydrase carbonique se traduisant par une augmentation de l'élimination urinaire des bicarbonates, du potassium et du sodium accompagnée d'une rétention des ions chlorures. Il est à utiliser avec précaution en raison de ses nombreux effets indésirables résultant de déséquilibres ioniques.

- Homéopathie : Même pour le mal des montagnes il existe un traitement en homéopathie ! Coca 5 CH ou 9 CH (3 granules, 3 fois par jour). Utilisation possible également en cas d'appréhension, de vertige.

3.10. Autres :

- Salbutamol (Ventoline[®], Airomir[®]) : Médicament β_2 -adrénergique stimulant indispensable dans la trousse d'urgence de tout asthmatique, il peut être utile d'en avoir même en absence d'asthme déclaré dans la bande de randonneurs. En effet, en cas de réaction allergique intense à la suite d'une morsure ou d'une piqûre, une gêne respiratoire et des bronchospasmes peuvent survenir. En cas de crise, prendre 1 ou 2 bouffées à répéter si besoin après quelques minutes. La Ventoline[®] nécessite une bonne synchronisation main-poumon, alors que Airomir[®], avec son Autohaler possède un dispositif autodéclenché à l'inspiration.

- Collyre antiseptique : les dosettes de sérum physiologique peuvent faire l'affaire pour le rinçage oculaire, en cas d'intrusion d'un corps étranger dans l'œil mais il peut être souhaitable également de prévoir un collyre antiseptique pour prévenir tout risque d'infection.

- Et enfin, ne surtout pas oublier d'emporter les traitements chroniques de chaque randonneur.

Conclusion

La pratique de la randonnée, activité en plein essor depuis le milieu du XX^{ème} siècle, est sans conteste une activité comportant de nombreux risques pour la santé des randonneurs. Mais, ces risques, liés au milieu montagnard, à l'altitude, au climat, à l'isolement, à l'activité sportive, à la faune, peuvent être minimisés.

Nous avons vu au cours de cette thèse qu'une bonne préparation physique et mentale, ainsi que l'équipement adéquat y étaient pour beaucoup, mais il est par dessus tout vital de partir avec une trousse à pharmacie bien garnie.

Cependant, même en prenant les meilleures dispositions, le risque zéro n'existe pas... il est nécessaire de randonner avec la plus grande prudence, de ne pas partir seul, de prévenir ses proches et de disposer de moyens pour prévenir les secours en cas d'accident.

Bibliographie

1. Godefroy F. Dictionnaire de l'ancienne langue française et de tous ses dialectes du IXe au XVe siècle. Édition de Paris. 1881.
2. Minvielle A-M. La randonnée, toute une histoire [Internet]. Routard.com. 2013 [cited 2014 Dec 21]. Available from: <http://www.routard.com/evenements/cid131108-la-randonnee-toute-une-histoire.html>
3. Baecque A de. La traversée des Alpes. Essai d'histoire marchée. Gallimard; 2014. 494 p.
4. Anonyme. Histoire de la Fédération Française de la randonnée [Internet]. FFRandonnée. [cited 2014 Dec 21]. Available from: http://www.ffrandonnee.fr/_13/historique.aspx
5. Anonyme. Sentier de grande randonnée 3 [Internet]. Wikipédia. 2014 [cited 2014 Dec 21]. Available from: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sentier_de_grande_randonn%C3%A9e_3&oldid=110105816
6. Anonyme. Sentier de grande randonnée 1 [Internet]. Wikipédia. 2014 [cited 2014 Dec 21]. Available from: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sentier_de_grande_randonn%C3%A9e_1&oldid=107633914
7. Anonyme. Sentier de grande randonnée 5 [Internet]. Wikipédia. 2014 [cited 2014 Dec 21]. Available from: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sentier_de_grande_randonn%C3%A9e_5&oldid=102699577
8. Blanchard R. L'homme et la montagne. Gallimard; 1934. 192 p.
9. Anonyme. Loi n° 85-30 du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne.
10. Anonyme. Relief des montagnes Françaises [Internet]. [cited 2014 Dec 28]. Available from: <http://le-lutin-savant.com/g-montagne-de-france.img/Montagnes-de-France-Montagnes-et-plaines-reliefs-niveau-de-la-mer-Pyrenees-Alpes-Massif-Central-Morvan-Jura-Vosges-montagne-Corse-Cevennes-France.jpg>
11. Rameau JC, Mansion D, Dumé G, Lecointe A, Timbal J, Dupont P, et al. Flore Forestière Française - Tome 2: Montagnes: Guide écologique illustré. Forêt privée française; 1993. 2421 p.
12. Bouron. montagne-végétation-activité-peuplement-et-vocabulaire-de-la-montagne- [Internet]. 2012. Available from: <http://le-lutin-savant.com/e-montagne.html>
13. Anonyme. étages-de-végétations-dans-les-alpes-colinéen-montagnard-subalpin-alpin-nival [Internet]. [cited 2015 Jan 19]. Available from: <http://le-lutin-savant.com/e-montagne.html>
14. Anonyme. Climat montagnard [Internet]. Wikipédia. 2015 [cited 2015 Jan 19]. Available from: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Climat_montagnard&oldid=110569584
15. Mével J-P. Névé. 2000th ed. Dictionnaire Hachette Encyclopédique Illustré. Hachette; 1999.
16. Kollmann T. Photo: Changement météorologiques brutaux 1. 2012.
17. Kollmann T. Photo: Changement météorologiques brutaux 2. 2012.
18. Mével J-P. Marmotte. 2000th ed. Dictionnaire Hachette Encyclopédique Illustré. Hachette; 1999.
19. Larousse, editor. Les mammifères. Nouveau Mémo Larousse Encyclopédie. Larousse;

- 1999.
20. Mével J-P. Chamois. 2000th ed. Dictionnaire Hachette Encyclopédique Illustré. Hachette; 1999.
 21. Benito JL. Cantabrian chamois [Internet]. 2014 [cited 2015 Feb 1]. Available from: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cantabrian_chamois&oldid=562509020
 22. Tavin C. Plan de restauration du Bouquetin (*Capra pyrenaica*) dans les Pyrénées Françaises 2012-2020 [Internet]. DREAL; [cited 2015 Jan 2]. Available from: http://www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PlanRestaurationBouquetinPyrenees_2012-2020_cle037e99.pdf
 23. Mével J-P. Bouquetin. 2000th ed. Dictionnaire Hachette Encyclopédique Illustré. Hachette; 1999.
 24. Larousse, editor. Les oiseaux. Nouveau Mémo Larousse Encyclopédie. Larousse; 1999.
 25. Beattie R. Manuel du randonneur. 8th ed. Browning Nigel; 2014.
 26. Guerbet M. Toxicologie, 6ème année de Pharmacie. Cours magistraux presented at: Faculté de Médecine et de Pharmacie; 2014; Rouen.
 27. Mével J-P. Transhumer. 2000th ed. Dictionnaire Hachette Encyclopédique Illustré. Hachette; 1999.
 28. Larousse, editor. Les animaux de la ferme. Nouveau Mémo Larousse Encyclopédie. Larousse; 1999.
 29. Kollmann T. Photo: Troupeau de vaches. 2012.
 30. Kollmann T. Carnet de randonnée. 2012.
 31. Kollmann T. Carnet de randonnée. 2004.
 32. Kollmann T. Photo: Équipement de pluie. 2012.
 33. Anonyme. Signaux de détresse [Internet]. [cited 2015 Mar 19]. Available from: <http://www.neve-trek.be/reportage/pharmacie.html>
 34. Anonyme. Les risques de la rando [Internet]. Neve-Trek. [cited 2015 Mar 18]. Available from: <http://www.neve-trek.be/reportage/pharmacie.html>
 35. Beaudeau P. Surveillance syndromique des gastroentérites aiguës: une opportunité pour la prévention du risque infectieux attribuable à l'ingestion d'eau du robinet. [Paris]: Université de Rennes 1; 2012.
 36. Favennec L. Parasitologie, 1ère année de Pharmacie. Cours magistraux presented at: Faculté de Médecine et de Pharmacie; 2009; Rouen.
 37. Favennec L. Parasitologie, 4ème année de Pharmacie. Cours magistraux presented at: Faculté de Médecine et de Pharmacie; 2012; Rouen.
 38. Katadyn, editor. Aperçu des Agents Pathogènes et des Maladies [Internet]. Katadyn; 2013 [cited 2015 Jan 19]. Available from: http://www.katadyn.com/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Selection_Car_d_Bacteria_FR_Web.pdf
 39. Kathleen M. Chap 2: En creusant votre trou... Comment chier dans les bois. 1st ed. édumontagne; 2001.
 40. Giardia LifeCycle [Internet]. [cited 2014 Dec 7]. Available from: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giardia_LifeCycle\(French_version\).GIF?uselang=fr](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giardia_LifeCycle(French_version).GIF?uselang=fr)
 41. Cryptosporidium spp Lifecycle [Internet]. 2002 [cited 2014 Dec 7]. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cryptosporidiosis_01.png
 42. Hinds MD. Milwaukee's Water Suspected as Cause Of Intestinal Illness. The New York Times [Internet]. 1993 Apr 9 [cited 2014 Dec 7]; Available from: <http://www.nytimes.com/1993/04/09/us/milwaukee-s-water-suspected-as-cause-of-intestinal-illness.html>
 43. Pestel-Caron. Bactériologie, 3ème année de Pharmacie. Cours magistraux presented

at: Faculté de Médecine et de Pharmacie; 2011; Rouen.

44. Favennec L. Conseils au voyageur, 5ème année de Pharmacie. Cours magistraux presented at: Faculté de Médecine et de Pharmacie; 2013; Rouen.
45. Lefay D, Naciri M, Poirier P, Chermette R. Prevalence of *Cryptosporidium* infection in calves in France. *Vet Parasitol.* 2000;89(1-2):1-9.
46. Fayer R, Gasbarre L, Pasquali P, Canals A, Almeria S, Zarlenga D. *Cryptosporidium parvum* infection in bovine neonates: dynamic clinical, parasitic and immunologic patterns. *Int J Parasitol.* 1998;28(1):49-56.
47. Trevisan D. Activité agricole et contaminations microbiologiques diffuses des captages d'eau en montagne [Internet]. 2014 [cited 2014 Nov 11]. Available from: <http://www.inbo-news.org/IMG/pdf/trevisan-2.pdf>
48. Smith MS, Thomas GW, White RE, Ritonga D. Transport of *Escherichia coli* Through Intact and Disturbed Soil Columns1. *J Env Qual.* 1985;14(1):87-91.
49. Kollmann T. Transfert et mortalité des micro-organismes après excrétion. 2014.
50. Pasquarell GC, Boyer DG. Agricultural Impacts on Bacterial Water Quality in Karst Groundwater. *J Env Qual.* 1995;24(5):959-69.
51. Jamieson R, Joy DM, Lee H, Kostaschuk R, Gordon R. Transport and deposition of sediment-associated *Escherichia coli* in natural streams. *Water Res.* 2005;39(12):2665-75.
52. Burton G, Gunnison D, Lanza G. Survival of Pathogenic Bacteria in Various freshwater Sediments. *Appl Env Microbiol.* 1987;53(4):633-8.
53. Garcia-Armisen T, Servais P. Partitioning and fate of particle-associated *E. coli* in river waters. *Water Environ Res Res Publ Water Environ Fed.* 2009 Jan;81(1):21-28.
54. Haas CN. How to average microbial densities to characterize risk. *Water Res.* 1996;30(4):1036-8.
55. Payment P, Franco E. *Clostridium perfringens* and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. *Appl Environ Microbiol.* 1993 Aug 1;59(8):2418-24.
56. Favennec L. Échange personnel. 2015.
57. Jourjon F. Quel système choisir pour purifier l'eau en randonnée? [Internet]. Randonner Malin. 2015 [cited 2015 Feb 10]. Available from: <http://www.randonner-malin.com/quel-systeme-choisir-pour-purifier-leau-en-randonnee/>
58. Breton I, Maritoux J. La qualité de l'eau de boisson du voyageur. *Rev Prescrire.* 2000 May;20(206):363-9.
59. Anonyme. Comment rendre l'eau potable?: L'eau en voyage: Dossier pratique de voyage [Internet]. Routard.com. [cited 2014 Dec 10]. Available from: http://www.routard.com/guide_dossier/id_dp/9/num_page/4.htm
60. Anonyme. Protection contre les risques de l'eau [Internet]. Institut Pasteur de Lille; Available from: <http://www.pasteur-lille.fr/fr/sante/pdf/eau.pdf>
61. Kollmann T. Photo: Cuisine de randonneur. 2012.
62. Katadyn, editor. Fiche Technique: Micropur Forte MF liquid [Internet]. Katadyn; [cited 2015 Jan 19]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_MicropurForte_Liquid_FR.pdf
63. Katadyn, editor. Fiche Technique: Micropur Forte MF1T DCCNa [Internet]. Katadyn; [cited 2014 Dec 10]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_MicropurMF1T_FR.pdf
64. Vidal, editor. Dictionnaire VIDAL. 2013.
65. Katadyn.fr [Internet]. Katadyn. [cited 2015 Feb 9]. Available from: katadyn.fr
66. Sovedis, editor. Fiche Technique: Aquatabs [Internet]. Sovedis; [cited 2015 Jan 19].

Available from: <http://www.sovedis-aquatabs.com/aquatabs.htm>

67. Sovedis. Aquatabs technical report. Medentech Wexford Ireland;
68. Baylac P, Sere O, Wanegue C, Luigi R, Polveche Y. Comparaison du pouvoir désinfectant de la chloramine T et du dichloroisocyanurate de sodium sur une eau de rivière. *Recl Médecine Vét.* 1996;172(7-8):391–9.
69. DB Pharma, editor. RCP Hydroclonazone [Internet]. DB Pharma; [cited 2015 Jan 19]. Available from: <http://www.db-pharma.com/RCP/12.pdf>
70. Jain S, Sahanoon OK, Blanton E, Schmitz A, Wannemuehler KA, Hoekstra RM, et al. Sodium Dichloroisocyanurate Tablets for Routine Treatment of Household Drinking Water in Periurban Ghana: A Randomized Controlled Trial. *Am J Trop Med Hyg.* 2010 Jan;82(1):16–22.
71. Unites States Environmental Protection Agency, editor. Chloramines: Questions and Answers [Internet]. [cited 2015 May 31]. Available from: http://www.epa.gov/ogwdw/disinfection/chloramine/pdfs/all29_q.pdf
72. Locci C. Conseils aux voyageurs à l'officine [Internet]. Université Joseph Fourier Faculté de Pharmacie de Grenoble; 2011 [cited 2015 May 31]. Available from: <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00626066/document>
73. Katadyn, editor. Fiche Technique: Micropur Classic cp [Internet]. Katadyn; [cited 2015 Jan 19]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_MicropurClassic_Comprimes_FR.pdf
74. Schlosser O. L'eau de boisson du voyageur [Internet]. 2007 [cited 2015 Feb 15]. Available from: <http://www.chups.jussieu.fr/polys/dus/diumedvoyages/Schlosser.pdf>
75. Katadyn, editor. Fiche Technique: Micropur Antichlore [Internet]. Katadyn; [cited 2015 Feb 9]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_MicropurAntichlor_FR.pdf
76. Katadyn, editor. Fiche Technique: Katadyn Hiker Pro [Internet]. Katadyn; [cited 2014 Dec 10]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_HikerPro_FR.pdf
77. Katadyn, editor. Fiche Technique: Katadyn Vario [Internet]. Katadyn; [cited 2015 Feb 9]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_Vario_FR.pdf
78. MSR: Traitement de l'eau: Filtration [Internet]. MSR. 2014 [cited 2015 Feb 9]. Available from: <http://www.cascadedesigns.com/fr/msr/water/treatment/category>
79. Katadyn, editor. Fiche Technique: Katadyn MyBottle [Internet]. Katadyn; [cited 2015 Feb 10]. Available from: http://katadynch.vs31.snowflakehosting.ch/fileadmin/user_upload/katadyn_products/Downloads/Factsheet_MyBottle_FR.pdf
80. Kollmann T. Taille des différentes particules présentes dans l'eau. 2015.
81. Anonyme. Steripen [Internet]. Steripen. [cited 2015 Feb 9]. Available from: <http://www.steripen.com/>
82. Anonyme. L'équilibre acido-basique [Internet]. [cited 2015 Mar 19]. Available from: <http://www.silver47.eu/acidesbases.html>
83. Temple KL, Camper AK, Lucas RC. Potential health hazard from human wastes in wilderness. *J Soil Water Conserv.* 1982 Nov 1;37(6):357–9.
84. Kathleen M. Chap 3: Lorsque vous ne pouvez pas creuser votre trou. Comment chier dans les bois. 1st ed. éd. dimontagne; 2001.

85. Bazard JJ-P. Des mûres sauvages [Internet]. 2012 [cited 2014 Dec 7]. Available from: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Des_mûres_sauvages_\(15\).JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Des_mûres_sauvages_(15).JPG)
86. Zimmermann T. Ixodes ricinus [Internet]. 2010 [cited 2014 Dec 7]. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ixodes_ricinus_08.jpg#metadata
87. InVS, editor. BEH n°22_23 du 4 juin 2013. InVS; 2013.
88. Dubois J. La Peau: De la santé à la beauté. Notions de dermatologie et de dermocosmétologie. Privat; 2007.
89. Kyle. A peeling, scabbing sunburn. [Internet]. 2006 [cited 2015 Mar 19]. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sun_burn.JPG
90. Hordé P. Hypothermie [Internet]. Sante-Medecine. 2013 [cited 2015 Mar 10]. Available from: <http://sante-medecine.commentcamarche.net/faq/8595-hypothermie>
91. Bendahou M, Saidi K, Besch S, Khiami F. Traumatisme de la cheville. Springer Paris; 2013. 296 p.
92. Rodineau J, Hérisson C, Simon L. Pied et sports de loisir. Sauramps Médical; 1997. 224 p.
93. Le Craz S, Bontemps F. Antiseptiques et pansements. Monit Pharm. 2012 Apr 21;2930(Cahier n°2 n°155).
94. Seiler W. Vipera aspis [Internet]. 2005 [cited 2015 Mar 26]. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ViperaAspis_1469AE.jpg
95. Korlevic K. Latrodectus tredecimguttatus [Internet]. 2005 [cited 2015 Mar 26]. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Latrodectus_tredecimguttatus_female.jpg
96. Peacock AJ. Oxygen at high altitude. BMJ. 1998;317(7165):1063–6.
97. Imray C, Booth A, Wright A, Bradwell A. Acute altitude illnesses. BMJ. 2011;343.
98. Roach RC, Bartsch P, Hackett PH, Oelz O. The Lake Louise acute mountain sickness scoring system. Hypoxia Mol Med. 1993;272:4.
99. Anonyme. Lake Louise Score for the diagnosis of Acute Mountain Sickness [Internet]. [cited 2015 Mar 10]. Available from: http://www.treksafe.com.au/medical/documents/LakeLouisescore_000.pdf
100. Durand DV, Jeunne CL. Guide pratique des médicaments Dorosz 2014. 33rd ed. Maloine; 2013.
101. Ried LD, Carter KA, Ellsworth A. Acetazolamide or dexamethasone for prevention of acute mountain sickness: a meta-analysis. J Wilderness Med. 1994;5(1):34–48.
102. Low EV, Avery AJ, Gupta V, Schedlbauer A, Grocott MPW. Identifying the lowest effective dose of acetazolamide for the prophylaxis of acute mountain sickness: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2012;345.
103. Leadbetter G, Keyes LE, Maakestad KM, Olson S, Tissot van Patot MC, Hackett PH. Ginkgo biloba does--and does not--prevent acute mountain sickness. Wilderness Environ Med. 2009;20(1):66–71.
104. Pinto R. Conseil en homéopathie. 3rd ed. Le Moniteur des pharmacies, Newsmed; 2014.
105. Laboratoire Pileje, editor. Vade-Mecum Pileje. Laboratoire Pileje; 2013.
106. Anonyme. Formation Pileje. Formation professionnelle presented at: Je me sens bien dans mon premier et deuxième cerveau; 2015 Feb 10; Rouen.
107. Katadyn, editor. Partir, l'esprit tranquille - le guide. Katadyn;
108. Katadyn, editor. Tarif Officines. Katadyn; 2015.
109. Koren G, Matsui D, Bailey B. DEET-based insect repellents: safety implications for children and pregnant and lactating women. Can Med Assoc J. 2003 Aug 5;169(3):209–12.
110. Avène, editor. Mémento conseil Avène. Avène; 2012.
111. Boiron, editor. RCP Sportenine.

112. Anonyme. BLOXANG® - Dispositif Médical [Internet]. Bausch & Lomb Laboratoire Chauvin. Available from: http://www.bausch.fr/OTC/site/Produits/O-R-L/O-R-L-Fiches-produits-et-mentions-legales/BLOXANG-Dispositif-Medical_813_1108.html

SERMENT DE GALIEN

Je jure d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer dans l'intérêt de la Santé publique ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur mais aussi les règles de l'Honneur, de la Probité et du Désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma Profession.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois méprisé de mes Confrères si je manque à mes engagements.



KOLLMANN Théophile

Risques pour la santé encourus par le randonneur de haute montagne.

Th. D. Pharm., Rouen, 2015, 111 p.

RESUME

La randonnée est une activité en plein essor depuis le milieu du XXème siècle. Ainsi, en 2013, le Ministère des Sports répertorie 36 millions de marcheurs parcourant pas moins de 180.000 km de sentiers balisés. La haute montagne est un milieu privilégié pour la pratique de cette activité sportive, mais un milieu pouvant également se montrer parfois dangereux pour les randonneurs. Le cadre, l'isolement, les conditions climatiques et le manque de ressources peuvent présenter de nombreux risques pour la santé du randonneur de haute montagne. Ces risques sont multiples :

- Le risque infectieux par voie orale est réel avec l'utilisation de l'eau de montagne pour l'hydratation et la consommation de baies sauvages, mais aussi par les piqûres de tiques.
- Le risque climatique est imprévisible, en allant de l'insolation à l'hypothermie.
- Les blessures en tout genre ne sont pas spécifiques à la randonnée, mais fractures, entorses, coupures et ampoules sont tout aussi fréquents.
- Les morsures et piqûres d'animaux sauvages ne sont pas non plus à négliger parmi les risques potentiels.
- Le mal des montagnes quant à lui est bien spécifique est lié à l'altitude et au manque d'oxygène.

Néanmoins, ces risques pourront être minimisés par une bonne préparation physique et mentale, un bon équipement et une trousse à pharmacie complète. L'eau des ruisseaux pourra être consommée à condition d'être traitée de manière chimique ou physique par des microfiltres. Les répulsifs et les vêtements adéquats pourront prévenir les piqûres de tiques. La crème solaire quant à elle protégera des UV. Les ampoules pourront être traitées avec des pansements hydrocolloïdes...

Il n'est pas possible de présenter une liste exhaustive des risques encourus et des traitements pouvant s'avérer nécessaires, mais il est possible de sélectionner les éléments les plus indispensables.

MOTS CLES : Randonnée – Montagne – Traitement de l'eau – Mal des montagnes – Climat

JURY

Président : M FAVENNEC Loïc, Professeur
Membres : M GARGALA Gilles, Maître de Conférences
Mme ZOLLI Gisèle, Docteur en Pharmacie

DATE DE SOUTENANCE : 6 juillet 2015