



Haute Ecole de la Province de Namur
Département Agronomique
Année académique 2009-2010



Les collemboles, étude de micro-écosystèmes d'altitude dans le massif du Mont-Blanc



Avenue de Namur 61
B - 5590 Ciney
Tél. : +32(0)83 214 082
Fax : +32(0)83 220 186

bac.agronomie@province.namur.be
www.province.namur.be

Promotrice: Mme M. Jacob
Maître de stage: Mr J. Ravanel
Lieu de stage: Association des Réserves Naturelles
des Aiguilles Rouges

Travail de fin d'études réalisé par HUBERT Quentin,
en vue de l'obtention du diplôme de Baccalauréat en
Agronomie, finalité Environnement.

Les collemboles,
étude de micro-écosystèmes d'altitude
dans le massif du Mont-Blanc

HUBERT Quentin

18 juin 2010

Remerciements

Ce travail est l'aboutissement de trois années d'études et plus particulièrement, de 16 semaines de stage au sein des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges. Il est aussi le fruit de rencontres et de discussions avec un certain nombre de personnes que je tiens particulièrement à remercier. Parmi celles-ci, je pense à ma promotrice, Madame Martine Jacob et à mon maître de stage, Monsieur Jacky Ravanel dont les conseils et remarques pertinents m'ont beaucoup aidé.

Je pense également à toutes les personnes rencontrées, parfois par hasard, qui m'ont appris à mieux connaître la montagne, ce milieu d'étude particulièrement riche.

- Le Préfet de Haute Savoie ;
- ASTERS ;
- Charles-Bernard Pittre, un géologue passionné ;
- Anne et Florianne du Centre de Recherche sur les Écosystèmes d'Altitude ;
- Anne-Laure Givelet, étudiante en biologie ;
- Lauranne, étudiante en géographie ;
- Les membres du Chalet du Col des Montets et plus particulièrement Catherine Ravanel ;
- Mes parents pour leurs conseils ;
- La fondation Wartois ;
- La pharmacie Pillot pour avoir permis l'utilisation de leur balance de précision ;
- Le Club Alpin de Chamonix ;

Légende photographique de la première page

- Aiguilles de Chamonix ;
- Collembole : *Podura sp.* ;
- Glacier de l'Index et Aiguille Verte ;
- Chocard à bec jaune (*Pyrrhocorax graculus*) ;
- Collembole : *Isotoma sp.* ;
- Graphe hauteur de neige à Montroc (CREA) ;
- *Silene acaulis exscapa*

Table des matières

Glossaire	9
Symboles et abréviations	12
Introduction	13
I Contexte théorique	15
1 La Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges	15
1.1 Historique de la Réserve du col des Montets et des Aiguilles Rouges	15
1.2 Caractéristiques géographiques de la Réserve	18
1.3 La géologie	20
2 Organisation générale et fonctionnement	22
2.1 Liens entre la Réserve, l'administration et le monde associatif . . .	22
2.2 Orientations de la Réserve	23
2.3 Le Chalet du Col des Montets	24
2.4 L'antenne du Brévent	25
2.5 Le personnel	25
3 Point de vue législatif	27
3.1 Association loi 1901	27
3.2 La Réserve Naturelle et son arrêté ministériel	27
4 La haute montagne	27
4.1 Le climat	27
4.2 Le sol	28
4.3 <i>Silene acaulis</i>	28
4.4 La neige	30
4.5 Les névés et glaciers	32
4.6 Les avalanches	33
4.7 Les difficultés liées à la montagne	34
5 Qu'est-ce qu'un collembole	35
5.1 Systématique	35
5.2 Anatomie	36
6 Écologie du collembole	41
6.1 Mode de vie	41

6.2	Nourriture	41
6.3	Prédation	42
6.4	Reproduction	42
6.5	Résistance au froid	42
II	Étude pratique	44
7	Introduction et objectifs	44
8	Stage dans la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges	44
8.1	Stage d'été	44
8.2	Bureau d'Argentière	44
9	Autorisations de prélèvements	45
10	Matériel et méthodes	45
10.1	Liste du matériel utilisé	45
10.2	Fiche de suivi	47
10.3	Méthodes de capture	50
10.4	Méthode de conservation	52
11	Milieu d'étude	52
11.1	Données météorologiques dans la vallée	52
11.2	Le sol des lieux visités	54
11.3	Le glacier de l'Index	54
11.4	Prélèvements de sol	57
11.5	Prélèvements de <i>Silene acaulis</i>	59
11.6	La sécurité	66
12	Collemboles étudiés	66
12.1	Systématique	66
12.2	Caractéristiques anatomiques utiles à la détermination	67
13	Écologie	68
13.1	Milieu de vie	68
13.2	Nourriture	71
13.3	Prédation	71
14	Identifications	73
14.1	Prélèvements au glacier de l'Index	73
14.2	Prélèvements au Planet	74
Q. Hubert	Les collemboles, étude de micro-écosystèmes d'altitude	4

14.3	Prélèvements à Tré-le-Champ	75
14.4	Prélèvements de <i>Silene acaulis</i>	77
15	Apport didactique de cette étude pour le public de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges	79
15.1	Panneaux didactiques	79
15.2	Expériences visuelles sur le terrain	79
16	Résultats	80
17	Poursuite de l'étude	89
	Conclusion	91
	Bibliographie	94
III	Annexes	I
I	Schéma des lieux et toponymie	I
II	Carte géographique	II
III	Carte géologique	III
IV	Arrêté constitutif de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges	IV
V	Décret du 27/01/2010 portant reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges	VI
VI	Autorisation Préfectorale pour les prélèvements scientifiques	XI
VII	Sujets à connaître avant le stage au col des Montets	XIII
VIII	Fiche de suivi	XVI
IX	Panneaux didactiques	XVII

Table des figures

1	Carte schématique des principaux noms de lieux utilisés	16
2	Tracé de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges et lieux de prélèvements [geoportail.fr].	19
3	Coupe schématique de la terre d'après M. Delamette [DEM].	20
4	Carte géologique schématique de la vallée de Chamonix, inspirée par M. Delamette [DEM].	21
5	Diagramme schématique et simplifié des relations entre acteurs grav- itant autour des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges	22
6	Le chalet de l'antenne du Brévent	25
7	<i>Silene acaulis exscapa</i> , en massif et en fleurs, ©photos J. Ravanel. . .	29
8	Schéma <i>Silene acaule exscapa</i> [FOP].	30
9	Cristal de neige, symétrie hexagonale [journaldunet.com].	30
10	Transformation de la neige en glace [lgge.ujg-grenoble.fr].	32
11	Coupe d'un glacier [lgge.ujg-grenoble.fr].	33
12	Schéma d'un collembole (<i>Podura</i>), d'après A. Beaumont et P. Cassier [BEA]	36
13	<i>Isotoma sp.</i>	37
14	Détail, tête de collembole.	37
15	Pièces buccales de <i>Pogonognathellus flavescens</i> , au microscope électronique, d'après S. Hopkin [HOS].	38
16	Détail, thorax de collembole.	39
17	Schéma de la musculature d'une patte, d'après P.-P. Grassé [GRP] et S. Hopkin [HOS]. On distingue les différents segments : la hanche ou sub-coxa et coxa (<i>S-Cx et Cx</i>), le trochanter (<i>Tr</i>), le fémur (<i>Fe</i>), le tibia-tarse (<i>Ti-ta</i>) de maximum cinq articles est terminé par un ergot pileux (<i>e</i>) et la griffe (<i>g</i>).	39
18	Détail, abdomen de collembole	39
19	Schéma d'une furca, d'après P.-P. Grasse [GRP].	40
20	Collembole piriforme, probablement <i>Sphaeridia pumilis</i>	41
21	Fiche de suivi pour l'étude des collemboles en haute montagne.	47
22	Fiche d'étude des collemboles, première partie.	48
23	Mesure de la pente <i>a</i>	49
24	Fiche d'étude des collemboles, deuxième partie.	50
25	Fiche d'étude des collemboles, dernière partie.	50
26	Méthodes de capture, tableau récapitulatif.	51
27	Assemblage des différentes parties du montage de capture : tamis, bocal contenant de l'eau et chambre noire.	51

28	Matériel de séparation assemblé, avec lampe	51
29	Nivôse du Lac blanc, massif des Aiguilles Rouges, période du 01/10/09 au 10/02/2010 [meteo.fr].	53
30	Représentation schématique du glacier de l'Index.	55
31	Localisation des lieux, et orientations géographiques, carte IGN n°3630 OT, au 1/25.000.	57
32	Vue du village de Montroc (en bas) et du Hameau de Tré-le-Champ (en haut), depuis la moraine du Planet, dans les années 1930 [GAY]. .	58
33	Vue du village de Montroc (en bas) et du Hameau de Tré-le-Champ (en haut), depuis la moraine du Planet, le 16 février 2010.	58
34	<i>Silene acaulis</i> , rocher de la Floria, vue vers l'Aiguille Verte.	60
35	<i>Silene acaulis</i> , arête supérieure du Creux aux Marmottes.	61
36	<i>Silene acaulis</i> , arête des Autannes	62
37	<i>Silene acaulis</i> , arête de la Herse	63
38	<i>Silene acaulis</i> , Belle Place, vue vers le Valais suisse.	64
39	<i>Silene acaulis</i> , Refuge du Requin, vue vers les séracs du Géant et les Aiguilles Marbrées	65
40	Classification des collemboles, du règne à la super famille.	67
41	Collemboule prélevé sur le glacier de l'Index en août 2009.	69
42	Courbes de température à Montroc, entre mars 2009 et avril 2010, à différentes hauteurs [crea.hautesavoie.net].	70
43	Hauteur de neige à Montroc, 1420 m, entre novembre 2009 et avril 2010 [crea.hautesavoie.net].	70
44	Traces de matière organique observées sur le glacier de l'Index : excréments de lièvre variable, pétales de fleur,...	71
45	Acariens et autres prédateurs des collemboles	72
46	<i>Lipura sp.</i> , glacier de l'Index, août 2009, classification et photo. . . .	73
47	Classification <i>Isotoma sp.</i> et <i>Entomobrya sp.</i>	74
48	<i>Isotoma sp.</i> 1 et 2, <i>Entomobrya sp.</i> 1.	74
49	<i>Entomobrya sp.</i> 2, 3 et 4.	74
50	<i>Sminthurus sp.</i> , classification et photo, décembre 2009.	75
51	<i>Sphaeridia pumilis</i> , classification et photo, décembre 2009.	75
52	<i>Tomocerus sp.</i> , classification et photo, décembre 2009.	75
53	<i>Anurophorus sp.</i> , classification et photo, décembre 2009.	76
54	<i>Isotoma sp.</i> , classification et photo, décembre 2009.	76
55	<i>Podura sp.</i> , classification et photo, décembre 2009.	76
56	Classification des collemboles vivant dans le <i>Silene acaulis</i>	77
57	Segmentation du corps.	77
58	Griffe unique de <i>Anurophorus sp.</i>	78

59	Absence de furca.	78
60	Ocelles et granulation du corps.	78
61	Antennes de 4 articles non subdivisés.	78
62	Tableaux synthétiques des données récoltées sur les différents lieux de prélèvement hors silène acaule.	81
63	Tableau synthétique des données récoltées sur les différents lieux de prélèvement de silène acaule.	82
64	Tableau récapitulatif des données numériques résultant des différents prélèvements.	83
65	Représentation vectorielle de la densité de collemboles en fonction de l'orientation du milieu.	84
66	Relation entre l'altitude des lieux de prélèvement et la concentration en collemboles.	85
67	Influence de la variété de la matière organique sur la présence de collemboles.	86
68	Impact de la pente du sol sur la présence de collemboles.	87
69	Cartes schématiques des principaux noms de lieux utilisés.	I
70	Tracé du contour de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges	II
71	Carte géologique schématique de la vallée de Chamonix, inspirée par M. Delamette.	III
72	Arrêté fixant la création de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges	IV
73	Décret du 27/01/2010 portant reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges	X
74	Arrêté préfectoral autorisant les prélèvements scientifiques au sein des Réserves Naturelles de Haute Savoie	XII
75	Fiche de suivi pour l'étude des collemboles	XVI
76	Cinq panneaux didactiques destinés à l'Association des Réserves Na- turelles des Aiguilles Rouges.	XXI

Glossaire

La principale source concernant le vocabulaire précis de zoologie est un lexique créé par S. Dugravot [perso.univ-rennes1.fr]¹, pour la géologie, la référence est *le dictionnaire de géologie* de A. Fouclault et J.-F. Raoult [FOA]

Aptérygotes : la signification de ce terme à évolué. Anciennement, il désignait le groupe des Insectes dits “primitifs”, c’est-à-dire tous les Hexapodes sans ailes. Cependant, actuellement, une partie de ces Hexapodes, ceux dont les pièces buccales sont enfoncées dans une cavité, sont classés parmi les Hexapodes Entognathes et non plus les Insectes. Les collembolles font partie de ces *Hexapoda Entognatha* ;

Arête : partie d’une montagne qui sépare deux versants. Une arête est souvent ventée ;

Arthropodes mandibulés : invertébrés aux pattes articulées et dont les pièces buccales forment primitivement une pince ;

Balcon : dans ce cas-ci, le balcon signifie un chemin relativement plat, en hauteur par rapport au fond de la vallée ;

Biotite : minéral noir de la famille des micas ;

Carbonifère : âge géologique s’étendant d’environ $-355Ma$ à $-300Ma$;

Clade : groupe monophylétique, c’est-à-dire groupe dont un

ancêtre est commun à l’ensemble des descendants ;

Col : point le plus bas entre deux sommets d’une même arête, il sert généralement de lieu de passage entre deux vallées ;

Collophore : tube ventral ;

Cône buccal : labrum et labium ;

Entognatha : hexapodes dont les pièces buccales sont enfoncées dans une cavité. Ils ne font pas partie de la classe des Insectes ;

Feuilles acuminées : sommet de la feuille effilé et en pointe ;

Feuilles linéaires : feuilles étroites et allongées ;

Hexapoda : clade des Arthropodes Mandibulés comprenant les Insectes et les Entognathes ;

Gneiss : “Roche métamorphique, foliée. Principaux composants : quartz, feldspath et mica ; paragneiss = gneiss dérivé d’une roche sédimentaire ; orthogneiss = gneiss dérivé de roche magmatique ;”

Gradient : vecteur physique représentant une variation. Ici, utilisé pour exprimer la variation de température ;

¹Les commentaires entre crochets sont des liens (actifs pour la version informatique) vers les sources bibliographiques

Granite : “Roche magmatique plutonique grenue. Composantes essentielles : quartz (SiO_2), feldspath et mica;”

Labium : lèvre inférieure ;

Labrum : ou labre, lèvre supérieure ;

Manubrium : base de la furca ;

Maxilles : mâchoire, pièces buccales de type broyeur ;

Mica : “phyllosilicate élémentaire composé de feuillets élémentaires, comportant 2 couches de tétraèdres, avec substitution partielle de *Si* par *Al*. Les feuillets sont unis entre eux par des cations, famille de minéraux en prismes aplatis, à clivage parfait, à débit en minces lamelles flexibles et élastiques;”

Moraine : amas de roches et de débris arrachés à la montagne, par un glacier. Une moraine peut-être soit stabilisée, ce qui signifie qu’elle n’évolue plus, suite au retrait du glacier, soit vivante, c’est à dire encore en évolution suite aux mouvements du glacier sur lequel elle repose ;

Mucron : article terminal de la furca ;

Muscovite : minéral blanc de la famille des micas ;

Nivôse : balise de station météo automatique de hautes montagnes en réseau. Les données étudiées sont le vent (vitesse moyenne et maximale), la température et l’enneigement ;

Œilleton : morceau de roche blanche (feldspath et/ou quartz) de plusieurs centimètres inséré dans la roche mère ;

Ostiole : petite ouverture respiratoire ;

Pédoncule : support de la fleur ;

Pente moyenne : rapport entre la distance parcourue et le dénivelé, elle s’exprime en %. C’est donc le rapport de l’hypoténuse du triangle par la hauteur, ce qui est différent de la pente d’une droite qui est le rapport entre la distance horizontale et verticale ;

Poli-glaciaire : roche polie par les glaciers (elle est généralement arrondie et marquée de stries) ;

Pont de glace : dans ce cas-ci, lien qui se crée entre les grains de neige, ce qui a pour effet d’augmenter sa cohésion ;

Quartz : minéral formé de SiO_2 ;

Radioactivité : phénomène physique de dégradation de noyaux atomiques instables accompagné d’un dégagement d’énergie sous forme de rayonnement ;

Réserve Naturelle : “Espace naturel protégeant un patrimoine naturel remarquable par une réglementation adaptée, tenant aussi compte du contexte local” [reserves-naturelles.org]. La taille est variable, allant d’un espace de plusieurs milliers d’hectares comme la Réserve Naturelles des Aiguilles Rouges, à

un petit objet géologique rare en place. La gestion à des fins de conservation est laissée à des organismes locaux compétents ;

Rétinacle : ou tenaculum, organe du 3^e segment abdominal, servant à fixer la furca au repos ;

Roche cristalline : “roche formée de cristaux visibles à l’œil nu (roche grenue), qui est le plus souvent une roche magmatique plutonique (ex : granite), parfois une roche métamorphique (ex : gneiss, calcaire cristallin). On parle parfois de roches cristallophylliennes ;”

Roche magmatique : roche dure élaborée dans le magma terrestre qui cristallise en se refroidissant et en remontant vers la surface ;

Roche métamorphique : roche dont la forme a changé sous l’effet de hautes pressions et températures ;

Roche plutonique : roche formée dans le magma, à une grande profondeur. Elle a subi un refroidissement très lent ;

Roche sédimentaire : roche formée par accumulation de sédiments, en milieu terrestre, lacustre ou marin. Dans ce cas-ci, nous avons principalement du sédimentaire marin de type calcaire ;

Saxicole : plante saxicole, plante qui vit sur les rochers ;

Schiste : “toute roche qui peut se débiter en feuillets (roche cristalline ou sédimentaire) ;”

schistosité : “feuilletage plus ou moins serré, présenté par certaines roches ;”

Trochanter : article composant les pattes des arthropodes ;

Vire : ou vire rocheuse, sorte de petit balcon très étroit au milieu d’une paroi rocheuse ;

Symboles et abréviations

APEGE : Agence Pour l'Étude et la Gestion de l'Environnement ;

ASTERS : Agir pour la Sauvegarde des Territoires et des Espèces Remarquables et Sensibles ;

ARNAR : Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges ;

cm : centimètre ;

cm³ : centimètre cube, unité de volume ;

CNHS : Conservatoire de la Nature Haut-Savoyarde ;

DDEA : Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture ;

ha : hectare ;

kilo bar : unité de pression. Un bar équivaut à une pression d'une colonne de 10 mètres d'eau ;

m : mètre ;

Ma : million d'années ;

Masse volumique : rapport entre la masse d'un corps et son volume :
 $\rho = \frac{m}{v}$;

pH : potentiel hydrogène, le pH donne la mesure de l'acidité, il varie entre 0 (acide) et 14 (basique) ;

RNAR : Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges.

Introduction

Ce travail a pour ambition de soulever un tout petit coin du voile recouvrant l'immensité de la vie qui grouille sous nos pieds. Et plus particulièrement, sous les pieds des randonneurs de haute montagne. En effet, ce travail traite de la vie des collemboles vivant en altitude. Évidemment, il n'a pas la prétention d'explorer le vaste monde des collemboles, mais principalement les quelques espèces que vous pourriez observer sur les glaciers, à condition d'être équipé d'une bonne loupe.

Mais que sont les collemboles direz-vous ? Et bien les collemboles sont de petits arthropodes vivant dans le sol, assez méconnus et pourtant indispensables au bon fonctionnement de ce sol. Ils font partie des animaux les plus variés et les plus représentés sur la terre. On les retrouve aussi bien en bord de mer que sur les flancs de l'Everest, à plus de 6000 m d'altitude.

Pour réaliser ce travail nous avons choisi de nous limiter à un milieu d'étude particulier. Nous nous sommes donc dirigés vers le Mont-Blanc et ses environs, c'est-à-dire dans la vallée de Chamonix Mont-Blanc et le Massif des Aiguilles Rouges. Ce travail de fin d'études, a été réalisé dans le cadre d'un stage au sein de l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges.

Il est scindé en deux parties :

La première, contexte théorique, décrit la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges, son histoire, sa situation géographique et le milieu dans lequel se déroule le stage. Le lecteur y retrouvera un rappel des caractéristiques de l'environnement montagnard et de la biologie générale des collemboles.

La seconde partie constitue le travail de terrain proprement dit. C'est ici que seront expliqués les méthodes de travail, les différents lieux d'étude et de prélèvements et les résultats obtenus. Cette partie, plus pratique, sera elle-même subdivisée :

- la première section, situe le cadre de travail au sein de l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges et le travail de stagiaire effectué en dehors du stage, en août 2009. Elle donne aussi une synthèse de la législation en vigueur dans la Réserve, et indique les démarches à suivre pour y réaliser une étude ;
- vient ensuite une section concernant le matériel nécessaire à l'étude et les méthodes qui seront employées, suivie d'une description plus précise de chaque milieu exploré et de chaque prélèvement ;

- Une troisième section traite plus spécifiquement des différents types de collemboles observés durant les sorties sur le terrain. Ceux-ci seront déterminés et une étude de leur écologie générale y sera menée ;
- les résultats et interprétations seront énoncés dans la quatrième section. Et des pistes seront lancées pour de futures recherches ;
- pour terminer le travail, nous décrirons l'élaboration de panneaux didactiques réalisés pour l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges. Ils seront installés sur le site du Col des Montets en vue d'initier le grand public au monde des collemboles.

Une série de cartes et de textes législatifs annexés au présent travail apporteront des informations complémentaires au lecteur. Ce travail, réalisé dans la vallée de Chamonix Mont-Blanc durant l'hiver 2009-2010 s'adresse à tous ceux, scientifiques ou non, qui voudront découvrir ce que sont les collemboles, plus particulièrement, les quelques espèces que l'on retrouve en haute montagne.

En outre ce document se veut une ouverture sur un écosystème réduit relativement méconnu, qu'est l'interaction entre le milieu alpin et le collembole. Les chercheurs y trouveront des informations et des pistes à explorer dans le cadre de l'écologie en montagne.

Note : Nous estimons qu'il est normal et justifié, surtout pour un étudiant en environnement, que le présent document soit imprimé en noir et blanc, pour une économie d'encre. Toutefois, un CD disponible en fin d'ouvrage donne accès à une version couleur de ce travail.

I

Contexte théorique

1 La Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

La Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges fait partie du réseau des Réserves Naturelles de France. Elle se trouve à cheval sur la vallée de Chamonix et la vallée de Vallorcine, dans le massif des Aiguilles Rouges. Le massif des Aiguilles Rouges, versant Nord de la vallée de Chamonix, fait face au massif du Mont-Blanc, versant sud de la vallée. Le centre névralgique de la Réserve est situé au col des Montets, col reliant les vallées de Chamonix et de Vallorcine. Au col, se trouve un chalet didactique, bâti pour l'ancienne Réserve Intercommunale du col des Montets, qui avec le temps, est devenue la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges.

1.1 Historique de la Réserve du col des Montets et des Aiguilles Rouges

Si on regardait dans un dictionnaire le mot “col”, on trouverait ceci : “dépression dans une ligne de crête ou point de passage entre deux vallées,...” C’est évidemment le cas du col des Montets (Fig.1), qui est le lieu de passage entre la vallée de Chamonix et la vallée de Vallorcine. Durant des millénaires, les glaciers, les vents, les végétaux, les animaux et les hommes ont utilisé et modifié ce col.

Les glaciers ont utilisé cette brèche naturelle entre le Massif des Aiguilles Rouges et le Massif des Posettes. En effet, lors des glaciations successives, la vallée de Chamonix s’est retrouvée noyée sous des centaines de mètres de glace, venant aussi bien du Massif du Mont-Blanc que du Massif des Aiguilles Rouges. Depuis la Mer de glace, jusqu’aux glaciers du Sud du Massif du Mont-Blanc, à une certaine époque, les glaces s’écoulaient en direction de Genève et de Lyon. Tous ces glaciers étaient beaucoup plus volumineux qu’aujourd’hui. Leur plateau se trouvait aux environs de 2000 m d’altitude et fermait le haut de la vallée. Les principaux glaciers du haut de la vallée (glacier d’Argentière et glacier du Tour) n’avaient comme seule possibilité de passage que le Nord et, notamment, le col des Montets. C’est ainsi, que l’écoulement des glaciers a érodé la brèche pour donner le col actuel. Des traces du passage des glaciers sont encore clairement visibles aujourd’hui sur les roches. On appelle ces traces d’érosion, le poli-glaciaire et les stries.

Avec le temps et le recul des glaciers, le sol s’est retrouvé à nu et la végétation, d’abord rase puis arbustive, a pris le relais et a colonisé la vallée, d’abord les flancs de montagne et ensuite le col. Avec la diversification de la végétation et l’arrivée

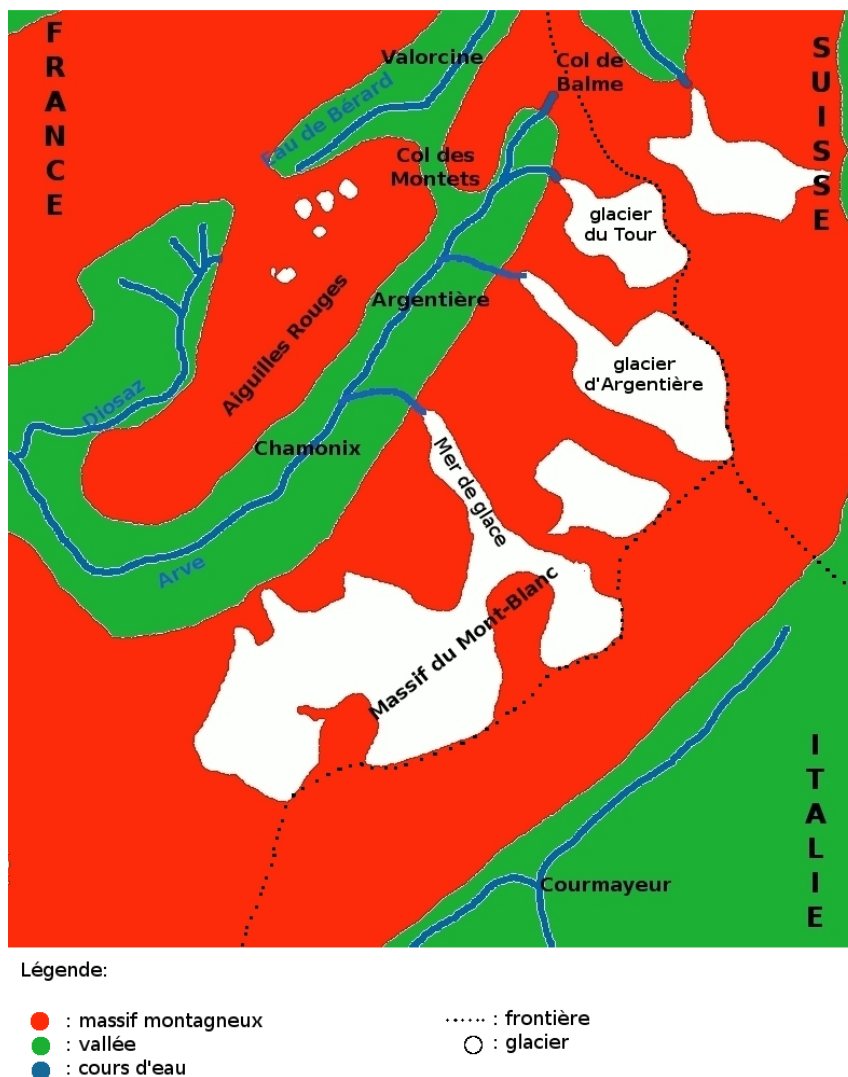


FIG. 1 – Carte schématique des principaux noms de lieux utilisés

progressive des animaux, le col des Montets a changé d'allure. Les roches se sont trouvées recouvertes, les cuvettes et dépressions laissées par le recul des glaciers ont permis l'accumulation d'eau, ce qui a donné naissance à des petits lacs. Petit à petit, ces lacs sont devenus des tourbières et les bordures du col se sont couvertes d'épicéas, de mélèzes, de bouleaux,...

L'installation des hommes dans la vallée, beaucoup plus récente (même si on note de très anciennes traces de passages) a, à son tour, fortement modifié le paysage. En effet, les hommes ont utilisé la forêt pour vivre et ont défriché les rares espaces peu pentus, qu'ils ont dédié à l'élevage. Le col s'est alors retrouvé à nu et envahi par les vaches durant l'été. Cet élevage a engendré une grande modification du sol : apport de nitrates, canalisation des cours d'eau,...

Durant le siècle passé, l'économie locale est passée d'une économie pastorale

à une économie basée presque exclusivement sur le tourisme. Les pratiques agropastorales ont donc quasiment disparu. La bataille contre la forêt à petit à petit été abandonnée². On peut donc aujourd'hui observer au col des Montets, à 1461 m d'altitude, des mélèzes (*Larix decidua*), des épicéas (*Picea abies*), des aulnes (*Alnus sp.*), des pins cembro (*Pinus cembra*) ainsi que des éricacées comme la callune (*Calluna vulgaris*), le myrtiller (*Vaccinium sp.*) et le rhododendron (*Rhododendron hirsutum*).

Voici maintenant quelques dates qui retracent l'histoire de l'actuelle Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges [MAI] [GOJ] :

- Années 60 : Jardin Botanique de 13 ha sur les hauteurs d'Argentière créé par Jean Eyheralde ;
- 1971 : Création de la Réserve Intercommunale (Chamonix et Vallorcine) du col des Montets par arrêté municipal, toujours sous l'impulsion de Jean Eyheralde ;
- 1972 : Constitution de l'Association des Amis de la Réserve du col des Montets ;
- 1973 : Création du sentier botanique, creusement du lac, première pierre du chalet du col ;
- 1973 : Constitution de l'Office de Gestion et du Comité Scientifique des Aiguilles Rouges, engagement de Mr Ravanel ;
- 23 août 1974 : Arrêté Ministériel fixant la création de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges ;
- 1976 : Le chalet du col des Montets ouvre ses portes ;
- 1978 : Constitution du Comité Scientifique des Réserves Naturelles de Haute-Savoie ;
- 1982 : Fondation de l'APEGE³ ;
- 1991 : Création de la Réserve Naturelle de Carlaveyron (sur la commune des Houches) ;
- 1992 : Création de la Réserve Naturelle du Vallon de Bérard (sur la commune de Vallorcine) ;
- 7 juin 2000 : fusion de l'APEGE et du CNHS⁴, pour former ASTERS⁵ ;
- 2009 : L'Association des Amis de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges devient l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges.

²Il est intéressant de noter que le col de Balme, en fond de vallée, est resté une zone de pâturage d'été, et par conséquent ne subit pas encore l'arrivée de la forêt.

³voir p.12 - abréviations

⁴voir p.12 - abréviations

⁵voir p.12 - abréviations

1.2 Caractéristiques géographiques de la Réserve

La Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges (Fig.2) proprement dite est une zone de 3276 ha située dans le Massif des Aiguilles Rouges, sur les communes de Chamonix et de Vallorcine. Le domaine de la Réserve s'étend de 1200 m à 2965 m d'altitude, au sommet du Belvédère. Le col des Montets, où se trouve le chalet d'accueil, culmine à 1461 m.

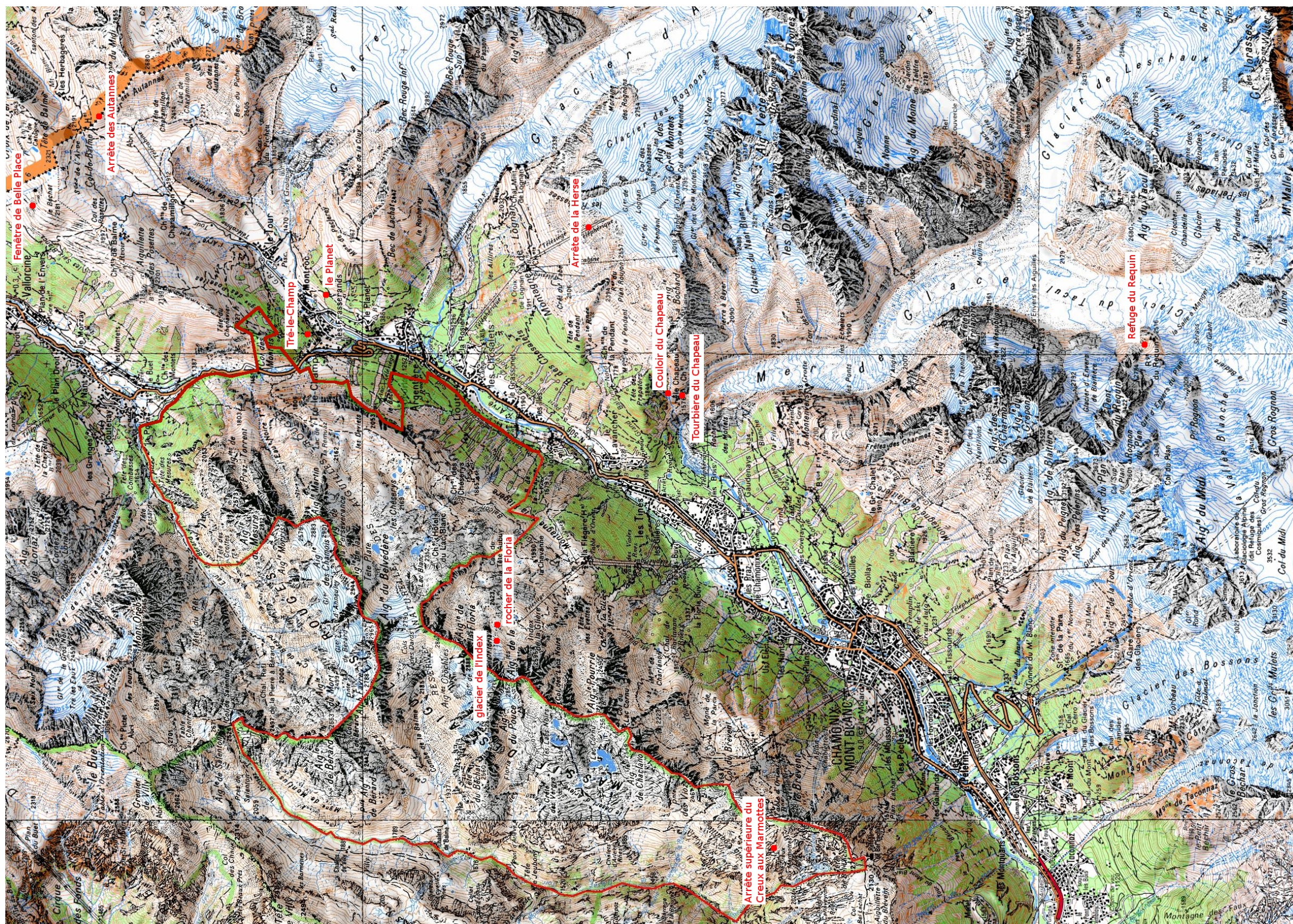
Les limites de la Réserve, sont au Sud, le lac du Brévent et le col de Bel Lachat (1).

Les limites à l'Est, sont le domaine skiable du Brévent et de la Flégère, matérialisées géographiquement par le versant Nord-Ouest de la vallée de Chamonix :

- Le col du Brévent (2) ;
- L'Aiguille Pourrie (3) ;
- L'Aiguille de la Glière (4) ;
- L'Aiguille de la Floria (5) ;
- Le Petit Balcon Sud, à partir du village de la Joux (6) ;
- Le col des Montets (7).

La limite Nord de la Réserve se trouve dans la vallée de Vallorcine, elle longe l'Eau de Bérard (8), et partage ensuite une frontière commune avec la Réserve Naturelle du Vallon de Bérard (l'Aiguille de Mesure (9), le Belvédère (10), le col de Salenton (11)).

Pour terminer le périmètre, l'Ouest de la Réserve est bordé par le torrent de la Diosaz (12) et la Réserve de Carlaveyron.



Carte IGN, de la vallée de Chamonix Mont-Blanc avec recensement des différents lieux de prélèvement.

Echelle: 0 1 km

Source: géoportail.fr.

FIG. 2 – Tracé de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges et lieux de prélèvements [geoportail.fr].

1.3 La géologie

Avant de parler des roches du Massif des Aiguilles Rouges, un petit résumé de l'histoire géologique de la Terre s'impose [DEM]. La Terre est constituée d'une croûte, appelée aussi lithosphère, qui flotte sur l'asthénosphère, ou partie interne fluide. Au centre de l'asthénosphère se trouve le noyau terrestre (Fig.3).

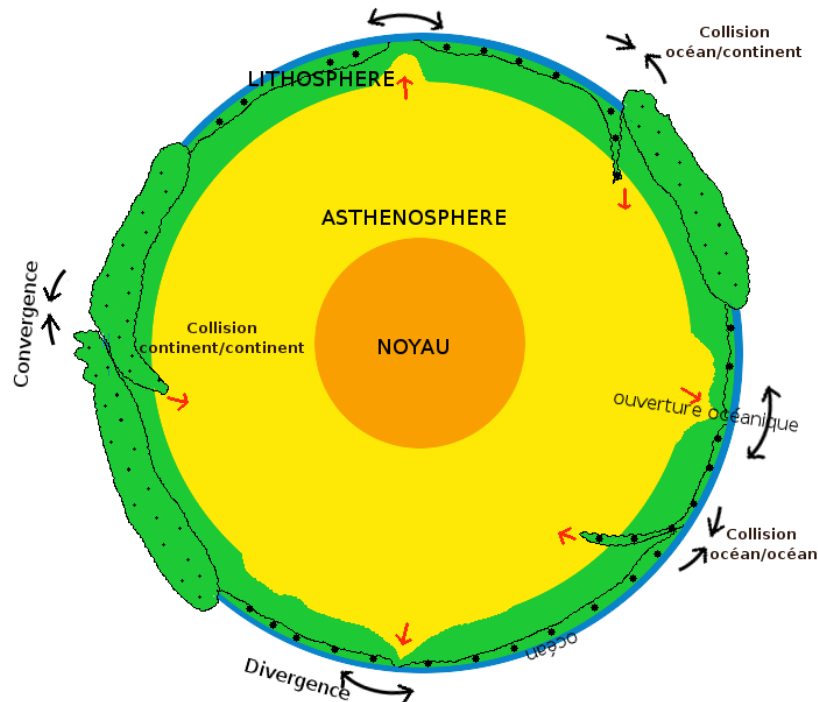


FIG. 3 – Coupe schématique de la terre d'après M. Delamette [DEM].

La croûte terrestre est constituée de différentes plaques rocheuses cassantes, qui sont en mouvements dits de convergence ou de divergence. Cela signifie que les différentes plaques se rapprochent ou s'éloignent les unes des autres. Ces mouvements de plaques engendrent des collisions, dans le cas de la convergence, qui sont à la base de la formation de massifs montagneux. Dans le cas de la divergence, cela provoque des ouvertures océaniques ou failles.

En ce qui concerne le Sud de l'Europe et la formation des Alpes, il y a eu dans un premier temps (durant le Trias, - 230 Ma) un éloignement entre les plaques eurasiatique et africaine, à la base de la formation d'une mer, la Tethys. Cette mer comptait déjà des hauts-fonds, qui seront à l'origine des massifs alpins actuels.

Dans un second temps, à l'époque du paléogène (- 40 Ma), les plaques africaine et eurasiatique se sont rapprochées pour donner lieu au soulèvement des Alpes. Ces différents mécanismes de mouvements de plaques sont appelés "la tectonique des plaques".

Si on se penche plus en détails sur la vallée de Chamonix et ses environs, nous

remarquons une orientation générale des lieux. Les principaux massifs de roches ainsi que les vallées sont orientés du Nord-Est au Sud-Ouest. Cette orientation générale est due à la poussée de la plaque africaine, dont l'Italie représente l'extrême nord, sur la plaque européenne. On peut résumer les orientations des vallées comme étant perpendiculaires aux lignes de force entre les deux plaques tectoniques.

La carte (Fig.4) montre les principaux types de roches formant le sol et sous-sol de la région de Chamonix. On note une grande dominante de gneiss et de granite, parcouru par des veines de sédimentaire et de carbonifère. La nature chimique du gneiss et du granite, formés entre autre à partir de quartz (SiO_2), va donner naissance à des sols acides, alors que les roches sédimentaires (calcaires), sont alcalines. Ces différences de pH de la roche-mère vont donner naissance à des sols très différents et donc à des végétations différentes.

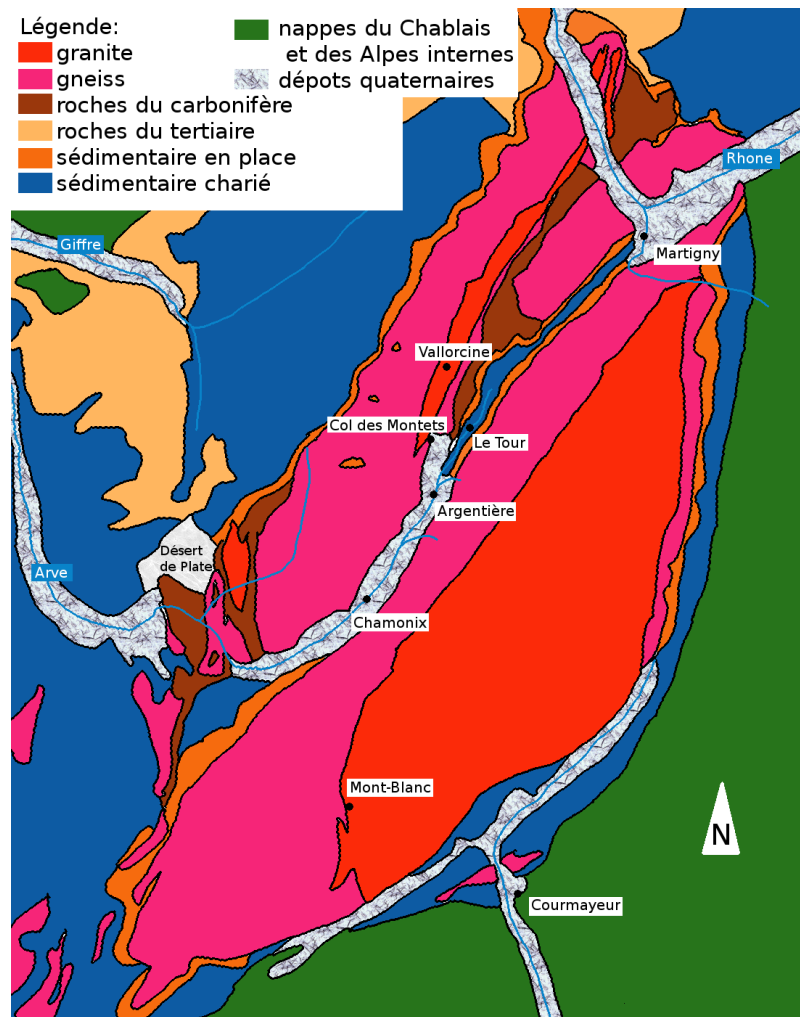


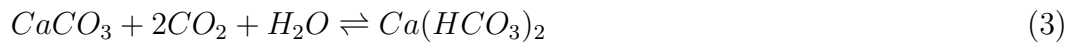
FIG. 4 – Carte géologique schématisée de la vallée de Chamonix, inspirée par M. Delamette [DEM].

Voici les réactions chimiques de désagrégation de la roche mère :

Dans le cas d'une roche mère acide, contenant du silice (ex : granite, gneiss) :



Dans le cas d'une roche mère calcaire, voici la réaction de décalcification :



Avec pour la réaction (2), le CO_2 , le dioxyde de carbone dissout dans l'eau.

2 Organisation générale et fonctionnement

2.1 Liens entre la Réserve, l'administration et le monde associatif

Toute association quelle qu'elle soit s'intègre dans un environnement. Essayons de comprendre comment se positionne l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges et quels sont ses liens avec l'administration, le monde associatif, les universités,... (Fig.5)

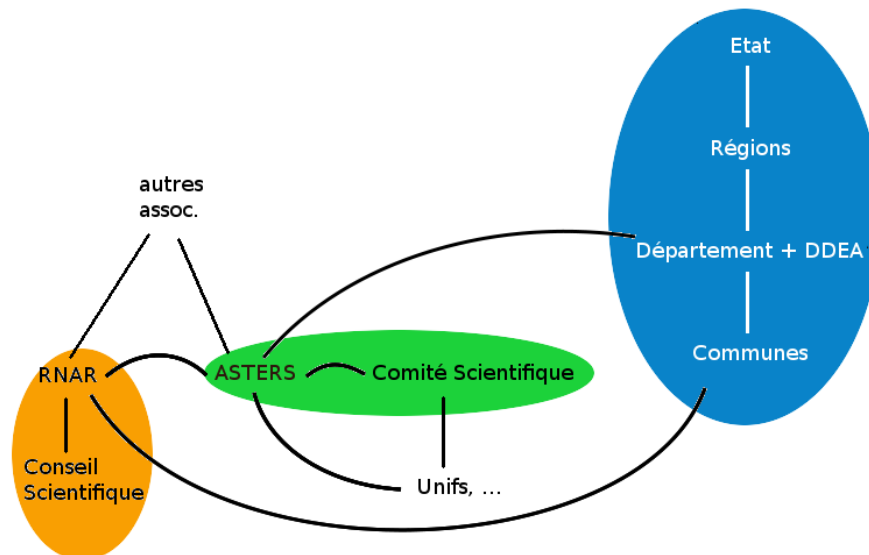


FIG. 5 – Diagramme schématique et simplifié des relations entre acteurs gravitant autour des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges

A proximité des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges, on retrouve les communes de Chamonix, des Houches, de Vallorcine et de Servoz. Ce sont les communes qui possèdent une partie des terrains sur lesquels se trouvent les Réserves Naturelles

de Carlaveyron, des Aiguilles Rouges et du Vallon de Bérard. Les communes payent certains salaires et prennent en charge certains travaux au niveau du chalet du col des Montets, via des subsides européens. Le département et la DDEA⁶ situés au dessus des communes, possèdent aussi des terrains situés dans les Réserves. Ils prennent aussi en charge les salaires des gardes d'ASTERS. Les communes et département, font partie de la hiérarchie de l'état français.

ASTERS est l'organisme qui s'occupe de la gestion des Réserves Naturelles de Haute-Savoie. On y retrouve des gardes assermentés. En plus de la gestion, ASTERS fait un peu d'animation.

L'ARNAR⁷, s'occupe principalement d'animation aux sein des trois Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges (Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges, Réserve Naturelle de Carlaveyron et Réserve Naturelle du Vallon de Bérard).

Pour simplifier, on peut résumer l'organisation comme suit :

- Communes = propriétaires terriens
- ASTERS = gestion
- ARNAR = animation

Au tour de ces trois principaux "acteurs", viennent se greffer différents organismes. Un Comité Scientifique des Réserves Naturelles de Haute-Savoie dépend de ASTERS, ce Comité est en relation avec différentes universités pour la recherche fondamentale et le suivi d'espèces.

L'Association de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges possède aussi son propre Conseil Scientifique, formé entre autre de professeurs d'universités.

Autour d'ASTERS et de l'ARNAR, gravitent d'autres associations telle Espace Mont-Blanc.

2.2 Orientations de la Réserve

Le fondateur de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges, Jean Eyheralde, curé d'Argentière, a défini avec l'équipe en place à l'époque différentes orientations pour la Réserve. Il a lui même écrit :

- **"Une gestion démocratique** ouverte à tous et en particulier aux "gens du pays" d'où la création d'une "Association d'amis".
- **"Nous protégeons la nature pour les hommes"**, phrase qu'il illustre par un exemple : "le règlement dit : "Ne cueillez pas les fleurs". Nous ajoutons "pour que ceux qui viendront après vous puissent encore en jouir".

⁶voir p.12 - abréviations

⁷voir p.12 - abréviations

- Il définit aussi la Réserve comme un **terrain d'apprentissage**, où les hommes découvrent l'endroit où ils sont. Ceci est à la base de l'animation mise en place par l'Association depuis le début. En effet, chaque été, des étudiants stagiaires, bénévoles, sont à la disposition du public pour répondre aux questions et susciter l'envie d'apprendre toujours plus.
- **Le contact avec le public** est au centre des préoccupations de l'Association. Ce contact est généré par une présence continue de personnel et de stagiaires au chalet.

2.3 Le Chalet du Col des Montets

Le chalet d'accueil du col des Montets, centre névralgique de la Réserve, est un lieu de passage, où le public peut découvrir la nature qui l'entoure. Bien que contenant des vitrines d'exposition avec des animaux naturalisés, des diaporamas et une buvette, le chalet ne se veut certainement pas un musée de la nature. Le musée, il est à l'extérieur, c'est la nature elle-même.

En plus des quelques vitrines, on y retrouve du matériel scientifique de pointe (microscope, binoculaires, documentation,...) destiné au public, conseillé par des stagiaires. L'objectif de la mise à disposition de ce matériel est de mettre le public en contact direct avec la nature et les Sciences qui lui sont associées. Toujours dans un but pédagogique, et avec l'espoir de donner des réponses, mais surtout de soulever des questions.

Aux abords du chalet d'accueil, un sentier écologique a été tracé. Ce sentier est là pour montrer au public que le territoire de l'homme est bien le sentier, et que si les hommes respectent ce sentier, alors la nature sera plus accessible à tous. Chose qui se marque entre autres par le retour des marmottes au col, alors que celles-ci avaient disparu avant la création de la Réserve Naturelle.

Le côté écologique lui aussi est exploité. Au départ, le sentier était appelé "sentier botanique". On pouvait y observer la flore en place. Il ne contenait aucune plante importée, ce qui est d'ailleurs toujours le cas aujourd'hui. Il est maintenant appelé "sentier écologique". L'évolution du nom, de sentier botanique à sentier écologique, vient de l'évolution de l'Association et de son adaptation au public. En effet, pourquoi se cantonner à la flore en place pourtant très variée, alors qu'il est possible de discuter de géomorphologie, d'histoire, de glaciologie, de minéralogie,...

Les stagiaires, des étudiants qui serviront de guides au public, apprennent donc à connaître le milieu qui entoure le chalet, pour pouvoir répondre aux questions. Néanmoins, comme il n'est pas possible de tout connaître, l'Association des Amis insiste sur le fait qu'il faut pouvoir réfléchir avec le public pour tenter de résoudre les énigmes de la nature.

2.4 L'antenne du Brévent

L'antenne du Brévent, à l'extrême sud de la Réserve, se trouve au sommet du Brévent.



FIG. 6 – Le chalet de l'antenne du Brévent

Ce sommet, facilement accessible grâce aux remontées mécaniques, constitue un belvédère impressionnant sur le massif du Mont-Blanc au sud et à l'est, la vallée de l'Arve à l'ouest, et la Chaîne des Fis et le massif de Aiguilles Rouges au nord. Un tel lieu attire bien entendu de nombreux visiteurs. L'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges s'assure une bonne visibilité via l'antenne du Brévent.

Cette "antenne" comprend une terrasse panoramique avec table d'orientation, et un petit chalet (Fig.6) dans lequel on retrouve des cartes géologiques, un binoculaire, des animaux naturalisés, des échantillons de roches,... et un stagiaire pour répondre aux questions du public. Les questions tournent généralement autour du panorama du Mont-Blanc et ses satellites, des randonnées et de géologie. En effet, même les touristes non scientifiques sont intéressés par la grande variété de roches visibles depuis le sommet du Brévent⁸.

2.5 Le personnel

L'Association est composée de différents membres, répartis entre un conseil d'administration, un conseil scientifique, l'animation et l'accueil. Ci-dessous, la compo-

⁸Parmi les roches visibles depuis l'antenne du Brévent, on retrouve le granite du Mont-Blanc visible, notamment, sur la célèbre face ouest des Drus, le gneiss des Aiguilles Rouge (roche en place au Brévent), le calcaire des impressionnantes parois de la Chaîne des Fis,...

sition du conseil d'administration, en 2009-2010 :

Composition du conseil d'administration :	
Président :	Dominique Gubler
Vices-Présidents :	Bernard Poty Jacky Ravanel
Secrétaire :	Sandrine Bohin-Wynen
Représentants communaux :	Luc Hamonic (représentant des Houches) Claude Piccot (représentant de Vallorcine) Jean-Luc Verdier (représentant de Chamonix)
Trésorier :	René Balson
Membres :	Serges Deruelle Franck Miallier Charles Bernard Pitre Joëlle Porot Yves Pungier Henri Rougier

Du côté de l'animation et de l'accueil, voici la liste des membres que nous pouvons retrouver au chalet du col des Montets, durant la saison estivale.

Animation et accueil :	
Animation :	Jacky Ravanel
Accueil :	Magali Devouassoux Marie-Dominique Ducroz Catherine Ravanel
Responsable informatique :	Luc Hamonic

3 Point de vue législatif

3.1 Association loi 1901

L'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges est une association de personnes dite de association loi 1901. En Belgique on parlera plutôt d'une Association Sans But Lucratif. Dans ce type d'association, un groupement de personnes mettent en commun des moyens pour exercer une activité dont l'objectif n'est pas l'enrichissement de ses membres. En ce qui concerne l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges, les objectifs principaux sont la protection et l'apprentissage de la nature, pour et avec le public.

3.2 La Réserve Naturelle et son arrêté ministériel

La Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges, a été créée par arrêté ministériel le 23 août 1974. Une série d'interdictions et d'obligations découlent de la création de la Réserve, notamment en ce qui concerne la chasse, les véhicules à moteur, le survol à moins de 1000 m du sol, les chiens,... et les prélèvements de toutes sortes. Des gardes assermentés sont là pour veiller au respect du règlement de la Réserve. Une copie de l'arrêté constitutif de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges est annexée page IV. Il reprend la liste des sections territoriales incluses dans la zone de la Réserve, ainsi que toutes les interdictions et obligations qui y sont liées.

Des conflits entre propriétaires terriens et l'état et plusieurs années de procédures judiciaires sont à la base d'un récent reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges. Le 27 janvier 2010 paraissait dans le journal officiel de la république française⁹ le nouveau décret redéfinissant la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges. Le "décret du 27 janvier 2010 portant le reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges (Haute-Savoie)" se trouve en annexe, page VI.

4 La haute montagne

4.1 Le climat

Le climat de haute montagne est un climat extrême tant par les variations de température que celles des vents et des précipitations. Sur une même journée, des écarts de température allant jusqu'à 100°C ont déjà été mesurés [STK]. Le rayonnement solaire, devient plus intense avec l'altitude. Il est 25% en plus important à

⁹Le journal officiel est l'équivalent du moniteur belge.

730 m d'altitude qu'au niveau de la mer. L'orientation et l'inclinaison des massifs influe aussi sur les facteurs climatiques.

Les versants inclinés à 30° en Europe centrale sont les plus rapidement réchauffés, alors que dans les vallées profondes, il est courant que le soleil ne se montre pas pendant plusieurs mois. De plus, l'air froid, plus lourd que l'air chaud, descend et reste emprisonné dans le fond de la vallée, causant ce qu'on appelle l'inversion des températures.

Les précipitations elles aussi sont plus intenses avec l'altitude. Cependant leur caractère change, avec l'altitude la pluie se transforme en neige. Une augmentation de 100 m d'altitude engendre 3% de neige en plus.

Les vents sont généralement plus violents en montagne, surtout au niveau des cols et arêtes. Cela se remarque à la végétation écrasée et aux arbres en "drapeau". Les versants exposés aux vents chargés d'humidité sont très arrosés car en se refroidissant, il y a condensation et puis précipitation, alors que ceux protégés des vents sont généralement très secs.

4.2 Le sol

Le sol est le milieu dans lequel vivent et se développent les collemboles. Ses caractéristiques déterminent les espèces que nous allons pouvoir y retrouver. Dans le massif des Aiguilles Rouges et la vallée de Chamonix, le sol est plutôt de type acide. Il est évident que généraliser un sol sur plusieurs milliers d'hectares est une aberration, mais ce travail n'est pas une étude géologique et pédologique de la vallée. Pour comprendre les types de sol auxquels on a à faire dans la vallée, il faut se pencher sur les cartes géologiques (voir carte en annexe p.III). En effet, c'est de la roche-mère que vient le sol et celle-ci affleure encore dans beaucoup d'endroits.

Le granite et le gneiss, roches dominantes dans la vallée, sont des roches acides. Les plantes qui poussent sur ces sols sont de type acide. Les dépôts quaternaires qui couvrent le fond de la vallée, sont dus aux torrents et aux moraines. Ils sont majoritairement constitués de granite et de gneiss, qui proviennent des flancs de montagne et ont été transportés par les glaciers. Une fine bande de roches sédimentaires traverse le col de Balme. La végétation qui s'y retrouve est d'ailleurs typiquement une végétation de sol calcaire.

4.3 *Silene acaulis*

Le silène acaule exscapa (Fig.7) est une plante d'altitude de la famille des Caryophyllacées. Elle vit entre 1800 et 3500 m d'altitude. On la trouve abondamment à proximité des arêtes. Le silène acaule exscapa, préfère les sols acides, contrairement

à le silène acaule longiscapa qui est adapté aux sols alcalins. Le silène est une plante



FIG. 7 – *Silene acaulis exscapa*, en massif et en fleurs, ©photos J. Ravanel.

de saxicole, c'est-à-dire qu'elle vit sur les rochers. Elle a développé un enracinement très profond dans les fissures, ce qui lui permet de résister au vent¹⁰.

Le silène a l'aspect d'un coussinet composé de centaines de petites fleurs. Cela permet lui permet une bonne rétention en eau. L'humus dans lequel il puise sa nourriture est composé en partie de ses propres pousses mortes.

Description

Les feuilles du silène acaule exscapa sont étroites (Fig.8), linéaires, acuminées, opposées, très serrées les unes contre les autres et en coussinets.

L'inflorescence, qui a lieu de juin à septembre donne des fleurs solitaires, généralement à pédoncule court, presque sessile, à 5 pétales rouge vif.

Silene acaulis exscapa

La sous-espèce exscapa, est une plante à pédicelle très court, on la retrouve sur sol acide. Le *Silene acaulis exscapa* est pollinisée principalement par les papillons de nuit.

¹⁰Les arêtes sont des endroits très ventés tout au long de l'année. Tout ce qui y pousse doit donc développer des résistances au vent. L'hiver, on retrouve peu de neige sur les arêtes à cause du vent.



FIG. 8 – Schéma *Silene acaule exscapa* [FOP].

Silene acaulis longiscapa

La sous-espèce *Silene acaulis longiscapa*, très semblable à la précédente, vit quant à elle, sur sol alcalin.

4.4 La neige

La formation de la neige

La neige se forme dans les nuages, suite à la condensation de la vapeur d'eau autour d'une poussière ou impureté, appelée, noyau de congélation [anena.org]. Ces premiers cristaux de glace vont ensuite grandir en captant l'humidité du nuage. Une caractéristique des cristaux de neige, est leur symétrie hexagonale (Fig.9).



FIG. 9 – Cristal de neige, symétrie hexagonale [journaldunet.com].

Transformation et métamorphose de la neige

Au cours de sa chute et lors de son arrivée au sol, la neige subit différentes transformations. Celles-ci sont dues aux chocs mécaniques et/ou à la variation de température. Dès lors, le cristal de neige peut perdre ses branches, se coaguler avec d'autres,...

La température influe aussi sur la masse volumique de la neige. En effet, nous savons qu'un gradient de température entre la surface de la couche de neige au sol et

le fond, peut modifier la formes des cristaux. Ce phénomène peut être à la base du tassement de la couche de neige. De plus, une élévation de température va provoquer la fonte de la neige en surface, celle-ci va s'écouler dans la couche, pour ensuite geler à nouveau en profondeur en provoquant l'agrandissement de la taille des cristaux. Toutes ces transformations sont irréversibles.

Les différents types de cristaux de neige

On peut répertorier 6 différents types de cristaux de neige :

1. les particules de neige fraîche : ce sont les cristaux observables par température négative et en absence de vent, ils sont reconnaissables à leurs 6 branches et ont une cohésion importante. Une telle couche de neige fraîche contient environ 90% d'air, sa masse volumique varie entre 50 et 150 kg/m^3 ;
2. les particules reconnaissables : elles sont directement issues des particules de neige fraîche, dont on peut encore reconnaître la forme. Seules quelques branches sont cassées. Cela a cependant une incidence négative sur la cohésion du manteau neigeux ainsi que sur sa masse volumique qui varie entre 100 et 200 kg/m^3 ;
3. les grains fins : particules sphériques de diamètre inférieur à 0,5 mm, caractérisées par une forte cohésion due à une formation de pont de glace. La masse volumique d'une telle neige est comprise entre 200 et 400 kg/m^3 ;
4. les grains à face plane : forment ce qu'on appelle couramment la neige poudreuse. Ils sont formés d'angles et faces planes, de l'ordre du millimètre. Leur masse volumique est 250 à 350 kg/m^3 ;
5. les gobelets : tout comme les précédents, ils forment la poudreuse. Ce nom vient de leur non cohésion. On les appelle gobelets à cause de leur forme pyramidale creuse. Ils sont de masse volumique semblable aux grains à faces planes.
6. les grains ronds : ce sont les grains que l'on retrouve dans la neige dite humide ou mouillée. Ils se réchauffent rapidement au soleil et l'eau de fonte qui en découle remplit les interstices. Ils ont une masse volumique élevée, de l'ordre de 350 à plus de 500 kg/m^3 , ce qui est dû à leur réchauffement rapide au soleil et à l'eau de fonte qui remplit les interstices.

Fonction capitale pour la vie

La neige joue un rôle primordial pour la vie. Certains de ses effets sont favorables, d'autres défavorables :

- effets favorables pour la vie : protection contre le gel, le vent et l'évaporation.

Des plantes peuvent supporter le froid mais l'absence de neige rend l'évaporation

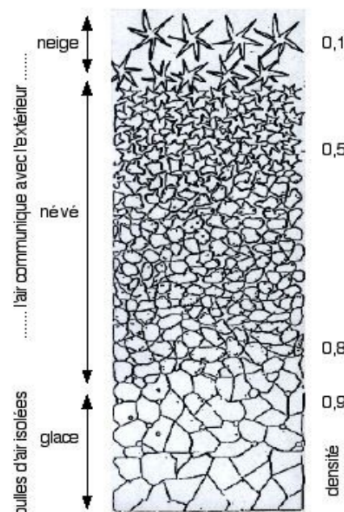
tellement importante que les racines ne peuvent pas puiser suffisamment d'eau dans le sol gelé. Sous la neige, le sol est rarement gelé, le neige joue un rôle d'isolant. Durant l'hiver, lorsque le sol est couvert de neige, la température du sol est constante et proche de 0^0 .

La croissance de la végétation peut même continuer sous 40 cm de neige, si celle-ci laisse passer suffisamment la lumière utile à la photosynthèse. C'est en plus un réservoir important d'eau tout au long de l'année.

- facteur défavorable : diminution de la durée de végétation, source de froid au printemps car une partie importante du rayonnement solaire est réfléchi, les cristaux acérés portés par le vent peuvent endommager la végétation non couverte. La fonte de la neige absorbe beaucoup de chaleur et refroidit des versants entiers. La neige lourde aplatit tout, notamment lors de coulées d'avalanches.

4.5 Les névés et glaciers

Les névés sont des plaques de neige qui subsistent relativement tard dans la saison, en été, et parfois même jusqu'en automne. Certains névés, sont permanents c'est-à-dire que malgré la fonte de la neige, ils subsistent jusqu'à l'hiver, où l'arrivée de la neige les fait "revivre". On trouve généralement les névés dans des lieux où le neige s'accumule fortement l'hiver (dans les creux, derrière des arêtes,...) et là où le soleil parvient tardivement dans la saison (sur les faces nords, dans des combes,...). Un névé peut aussi se retrouver sur un glacier, dans ce cas la neige donnera naissance à la glace en se transformant.



Contrairement aux névés, les glaciers ne sont pas constitués uniquement de neige, mais bien de glace provenant de la transformation de la neige suite à l'augmentation de la pression (Fig.10). La glace atteint alors une densité proche de 900 kg/m^3 . L'épaisseur de glace dans un glacier peut aller de quelques mètres à plusieurs kilomètres pour les calottes polaires.

FIG. 10 – Transformation de la neige en glace [lgge.ujg-grenoble.fr].

Les glaciers sont des masses en mouvement plus ou moins rapide. Sous l'effet de la gravité, les masses se déplacent vers la vallée à des vitesses allant de quelques mètres par jour à quelques centaines de mètres par jour.

Un glacier est constitué d'un bassin d'accumulation et d'une langue d'ablation, ces deux zones sont séparées par la ligne d'équilibre (Fig11). Le bassin d'accumulation est le lieu où la neige s'accumule soit via les précipitations soit via les avalanches. Cette neige va se transformer progressivement en glace¹¹. La langue d'ablation est la partie du glacier qui descend par gravité le flanc de la montagne, c'est là que la neige et la glace fondent progressivement.

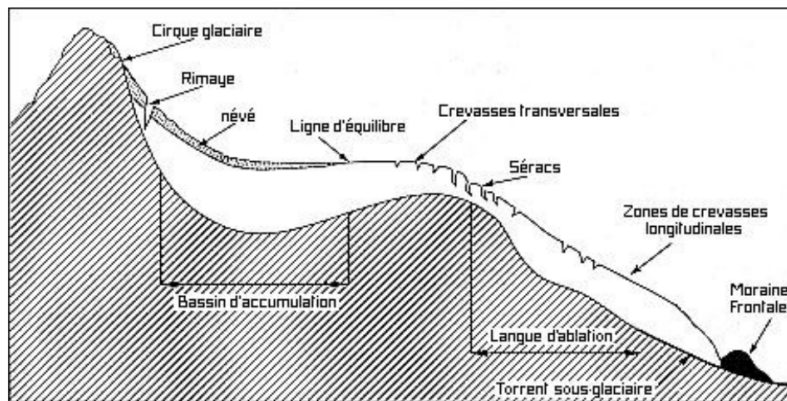


FIG. 11 – Coupe d'un glacier [lgge.ujg-grenoble.fr].

4.6 Les avalanches

Il est impossible de résumer ici la théorie concernant les avalanches, mais vu l'importance de ce phénomène naturel en montagne, il est indispensable de le mentionner [Y. Page].

Il existe différents types d'avalanches, les avalanches de neige meuble (ponctuelles et moins dangereuses) et les avalanches de plaque (dangereuses, pouvant faire plusieurs centaines de mètres de large). Le déclenchement d'une avalanche dépend des conditions météorologiques, de la cohésion de la neige, la topographie des lieux et des forces en présence.

Les conditions météorologiques qui influent sur les avalanches, sont les précipitations, la température et le vent. Les précipitations sont à l'origine de l'accumulation de neige ou d'épisodes pluvieux. Ces accumulations alourdissent le manteau neigeux. Les différences de température provoquent la transformation de la neige, soit en augmentant soit en réduisant sa cohésion. Quant au vent, il déplace les masses de neige en mettant à nu certaines zones et en créant des zones de plaque à vent, où la neige s'accumule dangereusement.

¹¹La transformation de la neige en glace se fait vers 30 m de profondeur et prend environ 5 ans, au col du Midi, dans la massif du Mont-Blanc.

La prédiction des avalanches est une science complexe qui doit intégrer tous ces facteurs, à échelle locale. Bien que les avalanches soient dangereuses et destructrices, elles favorisent le développement d'une faune et flore xérophile. En effet, la végétation est arrachée par le passage des avalanches et le sol se retrouve à nu.

4.7 Les difficultés liées à la montagne

En montagne, plus qu'en plaine, les déplacements sur le terrain doivent se faire moyennant toutes sortes de précautions. Tant le relief hostile que la météo capricieuse sont des sources potentielles de danger. Il convient donc de s'informer correctement sur les conditions de terrain et de préparer minutieusement chaque sortie.

La préparation des itinéraires

Les sorties sur le terrain, en milieu montagnard, sont généralement synonymes de longues marches d'approche. Il est en effet rare de pouvoir accéder aux lieux d'étude via des remontées mécaniques ou des véhicules motorisés. Il est donc indispensable de préparer un itinéraire et un horaire précis de sortie. Une fois sur le terrain, on se retrouve souvent isolé du reste de la vallée. Cela nécessite une certaine autonomie. Une bonne connaissance du terrain est également indispensable, particulièrement pour les sorties hivernales où, à cause des chutes de neige, toutes traces peuvent disparaître en quelques heures.

Les aléas naturels

Outre les conditions météorologiques instables, d'autres facteurs peuvent perturber fortement l'organisation de sorties sur le terrain. L'isolement implique de ne sortir qu'en cas de météo favorable, mais qu'en est-il des autres facteurs tels que les avalanches ? Nous l'avons vu, les avalanches sont des phénomènes naturels à haut risque. Il convient donc de s'informer correctement des conditions de neige et de faire extrêmement attention lors de chaque sortie. Bien que moins importantes après la fonte de la neige, les avalanches ne sont pas inexistantes l'été.

Un terrain particulier

La verticalité du milieu montagnard rend tout déplacement plus compliqué, en dehors des sentiers battus, une bonne condition physique et l'habitude du terrain sont recommandées. Ceci est particulièrement vrai lors des déplacements sur glaciers où, en plus de la connaissance du terrain, celle de différentes techniques est indispensable. La marche en crampons et l'utilisation d'un piolet en font partie.

Avant d'entamer des études en terrain difficile

Vu les particularités d'un tel terrain d'étude, il est fortement recommandé d'acquérir les bases des techniques spécifiques liées aux déplacements en montagne avant de prévoir les différentes études et sorties.

5 Qu'est-ce qu'un collembole

Le collembole est un macro-invertébré de taille comprise entre 250 μm et 10 mm, pouvant, pour la majorité des espèces, mesurer de 1 à 2 mm. Il est généralement de forme allongée, mais il existe cependant des collemboles ramassés ou piriformes.

5.1 Systématique

La systématique est une science qui connaît actuellement beaucoup de changements. Une grande partie de la classification est remodelée. Alors qu'il y a quelques années seulement les collemboles étaient considérés comme faisant partie de la classe des insectes, ils sont aujourd'hui classés parmi les Entognathes, avec les Diploures et les Protoures. Ce qui différencie les insectes des entognathes, c'est leur pièces buccales, externes pour les insectes et internes pour le Entognathes¹².

La systématique, tant en zoologie qu'en botanique ou en microbiologie, est une science en perpétuelle évolution. Il est dès lors difficile d'affirmer que le phylum d'une espèce est définitif. Ce travail est basé sur la systématique des collemboles, inspirée par le Canadian Biodiversity Information Facility [cbif.gc.ca] et les sites web collembola.org [collembola.org] :

Règne : Animalia

Phylum : Arthropoda

Sous-Phylum : Hexapoda

Classe : Entognatha

Ordre : Collembola

Selon A. Villiers [VIA], en 1979, on les classait dans les Aptérygotes¹³, la Sous-Classe des Podoures, qui ne comprenait qu'un seul Ordre, celui des collemboles.

¹²Du grec : Entos, à l'intérieur - gnathos, la mâchoire.

¹³Attention, voir définition exacte dans le glossaire p.8 La signification du mot est différente selon l'ancienneté des ouvrages

5.2 Anatomie

On distingue principalement deux types de collemboles, les Arthropléones au corps allongé et à la segmentation bien visible et les Symphypléones à corps piriforme dont les segments (ou urites) sont partiellement soudés.

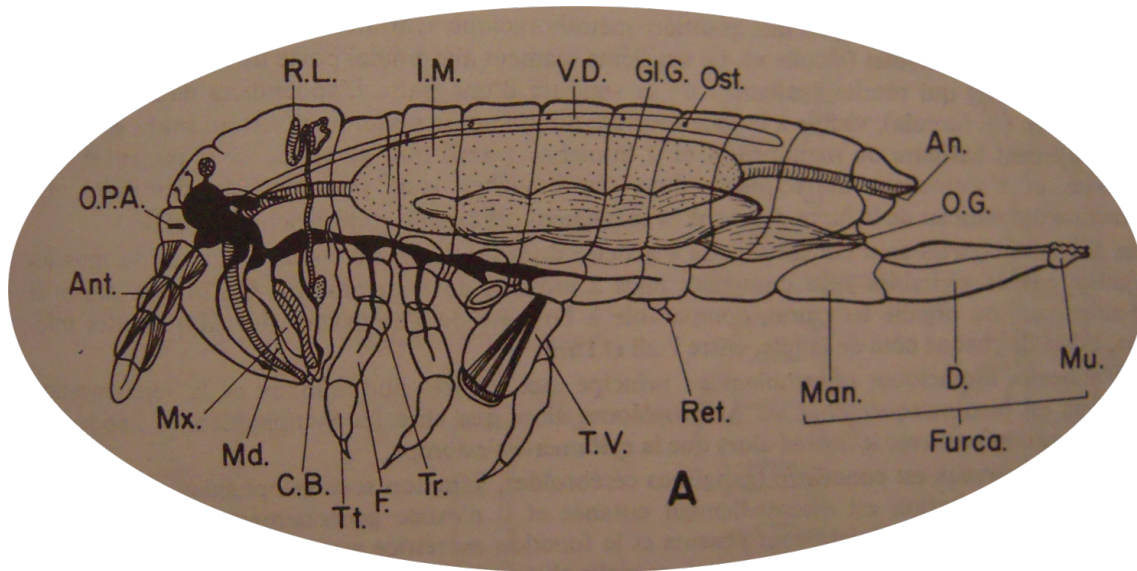


FIG. 12 – Schéma d'un collembole (*Podura*), d'après A. Beaumont et P. Cassier [BEA]

Légende du schéma (Fig.12) :

An. : anus ;	O.G. : orifice génital ;
Ant. : antennes ;	O.P.A. : organe post-antennaire ou organe temporal ;
C.B. : cône buccal ;	Ost. : ostiole ;
D. : dent ;	Ret. : rétinacle ;
F. : fémur ;	R.L. : rein labial ;
Gl.G. : glandes génitales ;	Tr. : trochanter ;
I.M. : intestin moyen ;	T.t. : tibia-tarce ;
Man. : manubrium ;	T.V. : tube ventral ;
Md. : mandibules ;	V.D. : vaisseau dorsal ;
Mu. : mucron ;	
Mx. : maxille ;	

L'anatomie générale des collemboles (Fig.13) comporte beaucoup de similarité avec celle des Insectes. C'est sans doute la raison pour laquelle, selon les auteurs, on les retrouve classés parmi ceux-ci. Depuis maintenant quelques années, avec le

remaniement de la systématique, les collemboles ont été séparés des insectes. Les critères morphologiques à la base de cette distinction sont les pièces buccales. En effet, contrairement aux insectes, les collemboles sont Entognathes. Cela signifie que leur pièces buccales sont enfoncées dans une cavité.

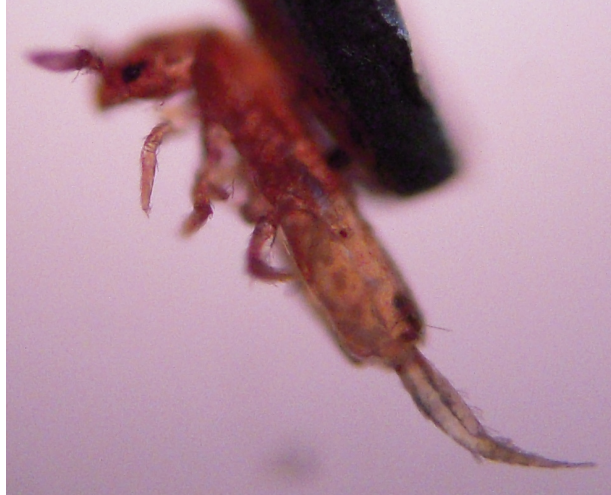


FIG. 13 – *Isotoma sp.*

Tête

La tête des collemboles est distincte du thorax (Fig.14). Elle est surmontée d'une paire d'antennes comptant généralement quatre articles, le quatrième pouvant être subdivisé en trois. Une antenne cassée serait capable de se régénérer totalement.

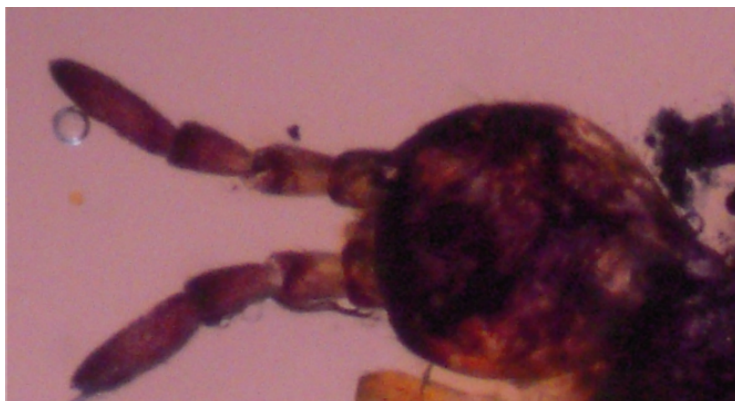


FIG. 14 – Détail, tête de collembolen.

Sur la partie supérieure de la tête on peut observer, chez beaucoup d'espèces, deux taches noires correspondant aux ocelles (habituellement 8 de chaque côté de la tête). Certaines espèces sont complètement aveugles.



Sur la partie inférieure de la tête, on retrouve les pièces buccales (de type broyeur ou piqueur-suceur) enfoncées dans une cavité (Fig.15). Un organe post-antennaire, probablement à vocation olfactive ou de "sondes" de température ou d'humidité, est situé à l'arrière des antennes.

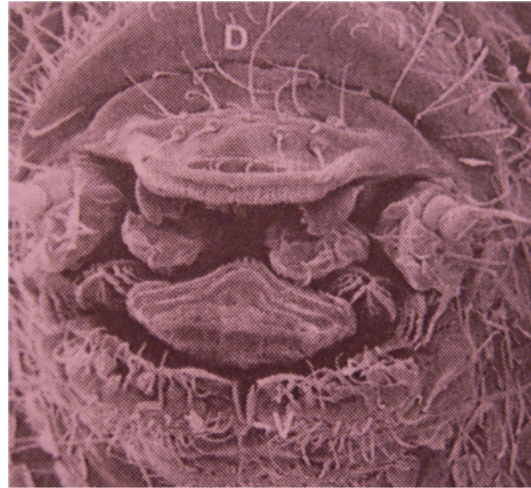
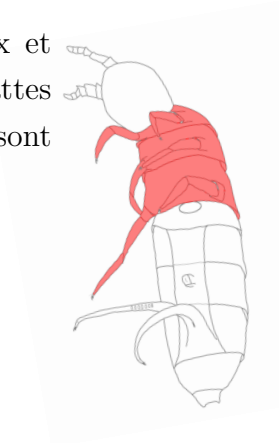


FIG. 15 – Pièces buccales de *Pogonognathellus flavescens*, au microscope électronique, d'après S. Hopkin [HOS].

Thorax

Le thorax est constitué de trois segments (un prothorax, un mésothorax et un métathorax). Chaque segment porte une paire de pattes (Fig.16). Les pattes sont elles-mêmes divisées en cinq segments principaux (Fig.17). Les collemboles sont aptères, c'est à dire sans ailes.



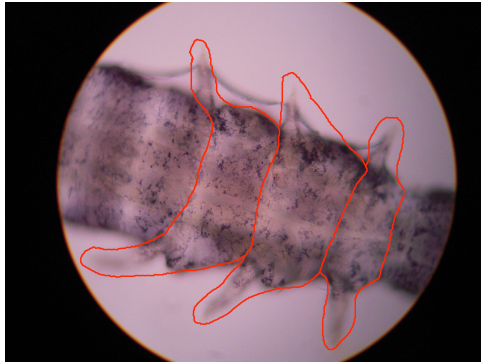


FIG. 16 – Détail, thorax de collembole.

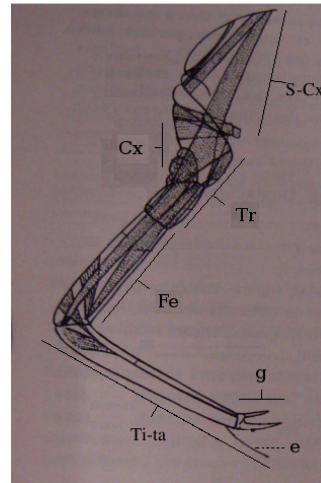


FIG. 17 – Schéma de la musculature d'une patte, d'après P.-P. Grassé [GRP] et S. Hopkin [HOS]. On distingue les différents segments : la hanche ou sub-coxa et coxa (*S-Cx et Cx*), le trochanter (*Tr*), le fémur (*Fe*), le tibia-tarse (*Ti-ta*) de maximum cinq articles est terminé par un ergot pileux (*e*) et la griffe (*g*).

Abdomen

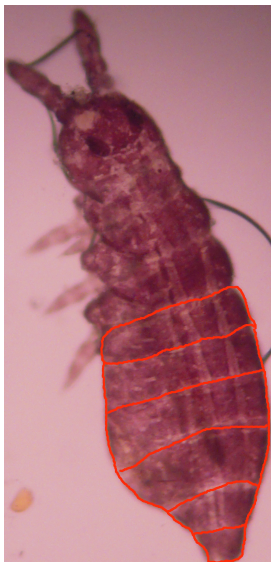


FIG. 18 – Détail, abdomen de collembole

L'abdomen (Fig.18), contrairement à celui des insectes, ne compte que 6 segments (au lieu de 11). Le dernier segment peut ne pas être visible dorsalement. L'abdomen comprend des organes qui seraient des vestiges modifiés d'anciens membres. En effet, on considère actuellement que les Myriapodes sont les ancêtres des insectes, des membres de ces Myriapodes primitifs se seraient donc modifiés pour donner naissance au collophore, au rétinacle et à la furca.



Le collophore

Le collophore, ou tube ventral, est un organite situé sur le premier segment de l'abdomen. Il est constitué d'une base portant une paire de vésicules excrétilles à parois minces. Cet organe, dont les fonctions sont restées longtemps discutées,

servirait, grâce à une glande adhésive, à maintenir en place le collembole sur des surfaces lisses. Il aurait aussi un rôle respiratoire, grâce au passage d'oxygène via la paroi mince et permettrait un apport en eau. Selon Grzimek's [GRZ], le collophore pourrait servir à la réception après le saut, et chez les espèces où le tube ventral est fortement développé, il permettrait à l'individu de se nettoyer. Hopkin ([HOS]) complète l'étude en insistant sur l'importance du collophore dans l'équilibre des électrolytes et le rôle dans la sécrétion d'un "liquide soignant".

Le rétinacle

Le rétinacle ou tenaculum, fixé sur le 3^e segment abdominal, sert à fixer la furca au repos, grâce à une série de dents.

La furca

La furca ou furcula est fixée au niveau du quatrième segment. Chez certaines espèces, la base de la furca s'étend jusqu'au cinquième segment, ce qui peut donner l'impression que celui-ci comporte la furca. D'autres espèces, par contre, n'ont pas de furca, c'est le cas par exemple de *Anurophurus sp.*. La furca est constituée à sa base du manubrium, qui se divise pour donner deux branches elles-mêmes terminées par un article appelé mucron (Fig.19). La furca est maintenue collée à l'avant de l'abdomen par le rétinacle. Chez les plus évolués, la plaque ventrale se creuse en gouttière pour accueillir la furca.

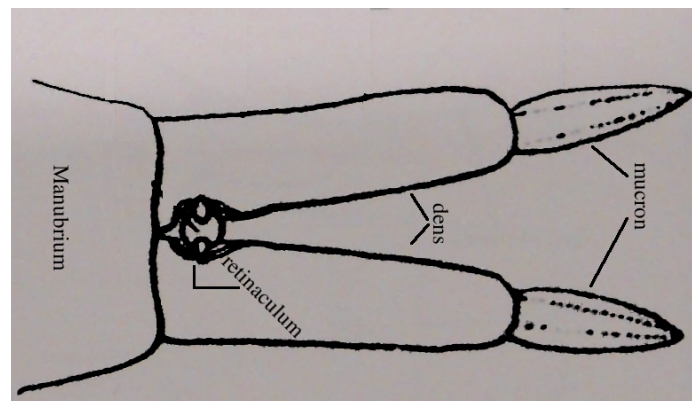


FIG. 19 – Schéma d'une furca, d'après P.-P. Grasse [GRP].

Elle est constituée du manubrium (base), de dens (=branches cylindriques qui s'allongent, sont plus flexibles chez les plus évolués et portent 2 crans = les rétinacles furcaux) et du mucron : axe muni de 3 crêtes (ventrale, latérale, dorsale), prolongé par 2 dents (subtropicale et apicale). Le saut se fait grâce à des muscles situés dans le 4^e segment. La furca est plus développée dans le sous-ordre Entomobryomorpha.

Particularités

Bien que l'on rencontre couramment des espèces à corps allongé, il existe des collemboles piriformes, que l'on retrouve dans le sous-ordre des Symphypleona. Par exemple, celui-ci (Fig.20) qui présente les caractéristiques de *Sphaeridia pumilis*, trouvé à Tré-le-Champ.



FIG. 20 – Collembole piriforme, probablement *Sphaeridia pumilis*.

Il existe aussi des espèces de collemboles sans furca. Une autre particularité récurrente, est la pilosité qui, d'après Hopkin, permet de détecter les courant d'air et les vibrations [HOS].

6 Écologie du collembole

6.1 Mode de vie

Il est difficile, voire impossible, de résumer le mode de vie des collemboles en seulement quelques lignes, vu la variété des milieux qu'ils occupent. En effet, on retrouve des collemboles dans tous les milieux possibles, de la mer à la haute montagne (on en a trouvé dans l'Himalaya jusqu'à 6300 m d'altitude).

Néanmoins, on peut les classer en trois principaux groupes :

- euédaphique, qui vivent dans le sol ;
- hémiedaphique, qui vivent dans la partie superficielle du sol et dans les feuilles mortes ;
- atmobiotique, qui vivent à la surface du sol et de la végétation.

6.2 Nourriture

Le régime alimentaire des collemboles varie selon les espèces mais il se compose, en général de micro-organismes tels que des champignons, des bactéries, des rotifères et des microbes entourant les racines.

Certaines espèces de collemboles se nourrissent aussi d'animaux morts et d'œufs d'autres collemboles. Les collemboles sont donc des décomposeurs du sol.

6.3 Prédation

Manger et être mangé, il faut bien un équilibre. Tout une série d'animaux se nourrissent des collemboles. À commencer par les coléoptères, les arachnides, les acariens, les fourmis et les myriapodes. Dans une moindre mesure, on retrouve les oiseaux parmi les prédateurs et plus rarement, d'autres collemboles.

6.4 Reproduction

La reproduction chez les collemboles est sexuée et les sexes sont séparés, entre les mâles et les femelles. On ne note pourtant pas, ou rarement, de dimorphisme sexuel.

Le mécanisme de fécondation est différé. Cela signifie que le mâle dépose un spermatophore (paquet contenant les spermatozoïdes) sur le sol et que la femelle vient ensuite le chercher. Souvent tenu en hauteur par une tige mince. La reproduction est ovipare. Dans certaines situations, la parthénogenèse¹⁴ est possible.

Les collemboles sont amétaboles, cela signifie qu'il n'y a pas de stade larvaire mais plutôt des stades juvéniles (immatures sexuellement) séparés de l'état adulte (reproducteur) par une mue de puberté.

6.5 Résistance au froid

Bien que la majorité des espèces de collemboles soit trouvée dans des régions tempérées, il existe tout une gamme d'espèces vivant à des températures froides voire très froides. La plus grande proportion des animaux vivant en antarctique sont des collemboles [HOS].

Différents mécanismes d'adaptation au froid ont été développés par les collemboles. Voici une liste de différents mécanismes d'adaptation au froid :

- enfouissement dans le sol, à condition que celui-ci ne soit pas gelé ;
- pigmentation permettant d'absorber l'énergie solaire ;
- exploitation de périodes de soleil pour accumuler de l'énergie en "lézardant" ;
- mécanisme physiologique de tolérance au gel du noyau et du liquide extracellulaire par production de substance cryoprotectrice ;

Les collemboles peuvent s'adapter à des températures basses à condition que la chute des températures soit lente. Ils seront d'autant plus résistants que le taux d'humidité sera faible.

¹⁴reproduction à partir d'un gamète non fécondé

En s'adaptant aux périodes de grands froids, les collemboles peuvent profiter de niches écologiques qui sont normalement occupées lors de la belle saison par d'autres espèces. Pour *Isotoma saltans*, l'optimum de température se situe entre $-5^{\circ}C$ et $+5^{\circ}C$, et l'intervalle de tolérance, plus large, va de $-15^{\circ}C$ à $+15^{\circ}C$.

II

Étude pratique

7 Introduction et objectifs

L'objectif premier de ce travail était l'étude de collemboles nivicoles. C'est-à-dire, la compréhension du mode de vie et l'écologie des collemboles vivant principalement sur les glaciers, dans le massif de Aiguilles Rouges. Dans un premier temps, des prélèvements ont été réalisés sur le glacier de l'Index. La neige et les conditions de terrain en haute montagne ont rendu les recherches plus délicates que prévu.

Ensuite, des prélèvements ont été effectués à proximité du glacier de l'Index. C'est là qu'une plante, *Silene acaulis exscapa*, rencontrée entre 1800 m et 3500 m d'altitude et susceptible d'accueillir des collemboles, a été prélevée. Les résultats ont dépassé toutes les espérances en termes de nombre de collemboles observés.

Dès lors, pour la suite des recherches, l'étude de l'interaction entre le silène acaule et les collemboles a été privilégiée, tant dans le massif des Aiguilles Rouges que dans le massif du Mont Blanc.

8 Stage dans la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

8.1 Stage d'été

Comme première approche de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges, un stage de deux semaines a été effectué en été 2009. Ce stage s'est déroulé en deux phases : dans un premier temps, un apprentissage intense de la montagne et son écologie générale. Les domaines à maîtriser avant d'entamer le stage sont repris dans une fiche que chaque stagiaire reçoit lors de son inscription¹⁵.

La seconde phase, était centrée sur la transmission des acquis, au public et touristes qui fréquentent le Chalet du Col des Montets.

8.2 Bureau d'Argentière

Le Bureau d'Argentière est un petit bâtiment prêté par la commune à l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges. Il contient une bibliothèque modeste par sa taille mais dont les livres sont des références. La majorité des sources

¹⁵Pour plus de détails, voir en annexe XIII.

revues ou livres consultés pour la réalisation de ce document en proviennent. En plus de la bibliothèque, du matériel scientifique est à disposition : microscope optique, binoculaire, ordinateurs,...

Pendant l'hiver, le bureau d'Argentière devient le centre névralgique de l'Association, puisque le Chalet du Col des Montets est fermé. La position centrale dans le village du bureau incite les touristes, qui confondent le bureau et l'Office de Tourisme à entrer et à demander des informations à propos de la réserve mais souvent aussi à propos de la météo, des activités organisées et des conditions de neige pour le ski.

9 Autorisations de prélèvements

L'article 6 de l'arrêté ministériel constitutif de la réserve dit : "Il est interdit sauf autorisation donnée par le préfet de Haute-Savoie : [...] de tuer ou d'enlever des animaux non domestiques et, à l'intérieur ou à l'extérieur de la réserve dont ils proviennent, qu'ils soient vivants ou morts, [...]".

C'est la raison pour laquelle une demande d'autorisation a été faite auprès de la préfecture de Haute-Savoie. Avant d'accorder l'autorisation, la préfecture demande l'avis à ASTERS, le gestionnaire des Réserves Naturelles de Haute-Savoie. Selon la réponse d'ASTERS, le préfet accorde ou non l'autorisation au demandeur. Dans le cas des recherches sur les collemboles, une autorisation sous certaines conditions a été accordée, une copie de celle-ci est reproduite en annexe (page XI).

Pendant la durée du stage, un décret ministériel à propos du reclassement de la Réserve a été publié. Il n'influe en rien sur l'autorisation de prélèvement. Les changements principaux concernent des numéros de parcelles et quelques détails tels que le changement de hauteur inférieure de survol de la réserve par des "aéronefs non moto-propulsés". La Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges était jusqu'au nouveau décret, la seule réserve de France à interdire tout survol en dessous de 1000 m. Partout ailleurs, les engins non moto-propulsés ont pour limite inférieure 300 m. La différence, maintenant supprimée, vient du fait que les engins non motorisés tels que les parapentes ou deltaplanes n'existaient pas encore ou n'étaient qu'à leur balbutiement lors de la création de la réserve. Cette problématique d'engins non motorisés est donc plus récente que la Réserve.

10 Matériel et méthodes

10.1 Liste du matériel utilisé

La liste du matériel repris ci-dessous inclut le matériel nécessaire à l'étude même des collemboles et de leur milieu de vie.

- Alcool** : l'alcool utilisé ici est de l'alcool de pharmacie, à 90° ;
- Altimètre** : appareil de mesure de l'altitude ;
- Balance de précision** : permettant la mesure de la masse des échantillons de silène acaule ;
- Binoculaire** : zoom x 15 et x 30 ;
- Boussole** : appareil de mesure des orientations et de la pente du terrain ;
- Canif** : utile pour les prélèvements de silène acaule ;
- Carte Géologique** : carte géologique de France Chamonix (n° 680), édition BRGM, bureau de recherche géologique et minière 1/50000 ;
- Carte IGN** : les cartes IGN utilisées sont les cartes au 1 :25000 de Chamonix-Massif du Mont-Blanc (n°3630 OT) et de St-Gervais-Les-Bains-Massif du Mont-Blanc (n°3531 ET) ;
- Loupe** : marque AGFA-GEVAET, zoom x 6 ;
- Mètre** : pour la mesure des surfaces et profondeurs de récolte ;
- Microscope** : pour l'observation, de marque Leitz-Wetzlar, zoom x 40 - x 100 - x 250 - x 400 ;
- Pelle** : pour creuser la neige ;
- Tamis** : le tamis sert la récolte des collemboles, il permet de retenir l'humus grossier et de laisser passer les organismes (voir méthode de capture p.50) ;
- Thermomètre** : pour les mesures de la température de l'air et de la neige

Le matériel spécifique à l'évolution en haute montagne ne sera pas décrit ici car ce n'est pas le but de ce travail, néanmoins, il est recommandé de ne pas le négliger. La sécurité du chercheur peut en dépendre. Ce matériel est à adapter en fonction du terrain, de la saison, de la météo,...

10.2 Fiche de suivi

Toute étude scientifique demande une certaine rigueur et une constance. La raison d'être des fiches de suivi des collemboles est de donner, à différents observateurs, des critères d'étude utiles à la compréhension des individus étudiés. Critères qui seront les mêmes pour tous les observateurs, ce qui simplifiera le recoupement des informations.

Voici une fiche type (Fig.21), créée dans le cadre de ce travail. Elle sera utilisée tout au long du stage, lors de chaque sortie sur le terrain.

Fiche n°: **Fiche d'étude des Collemboles nivicoles**

Observateur:	Date:
Lieu:	Heure:
Altitude:	

CONTEXTE D'OBSERVATION

Météo	Beau Orage	Beau + nuages Neige	Éclaircies Grêle	Couvert Pluie forte	Brouillard Bruine
Exposition de la zone		S N	S-E N-O	E O	N-E S-O
Pente du terrain:					
Température extérieure:					
Vent	Nul	Faible	Moyen	Fort	Violent

SOL: neige et couvert végétal

Type de neige:	Glace Neige mouillée	Neige fraîche Neige tassée	Poudreuse Résidu d'avalanche
Température de la neige:		Type de végétation:	
Dernière chute de neige:		Type de sol:	
Hauteur de neige fraîche:		Surface de récolte:	
Profondeur de récolte:			

BIOLOGIQUE

Présence de déchets organiques (pollen, insectes, feuilles mortes, déjections animales,...):
Présence de prédateurs:

REMARQUES PARTICULIÈRES

FIG. 21 – Fiche de suivi pour l'étude des collemboles en haute montagne.

Données générales et contexte d'observation

La première partie de la fiche d'étude (Fig.22) reprend des données concernant l'observateur et les conditions d'observation. Cette partie de la fiche permet d'effectuer des parallélismes entre des zones de prélèvement, en tenant compte de critère uniquement géographique (altitude, exposition, pente du terrain). Les autres renseignements demandés sont orientés sur les conditions météorologiques qui ont un impact sur les conditions générales de vie.

Fiche n°: **Fiche d'étude des Collemboles nivicoles**

Observateur:	Date:
Lieu:	Heure:
Altitude:	

CONTEXTE D'OBSERVATION

Météo	Beau Orage	Beau + nuages Neige	Éclaircies Grêle	Couvert Pluie forte	Brouillard Bruine
Exposition de la zone		S N	S-E N-O	E O	N-E S-O
Pente du terrain:					
Température extérieure:					
Vent	Nul	Faible	Moyen	Fort	Violent

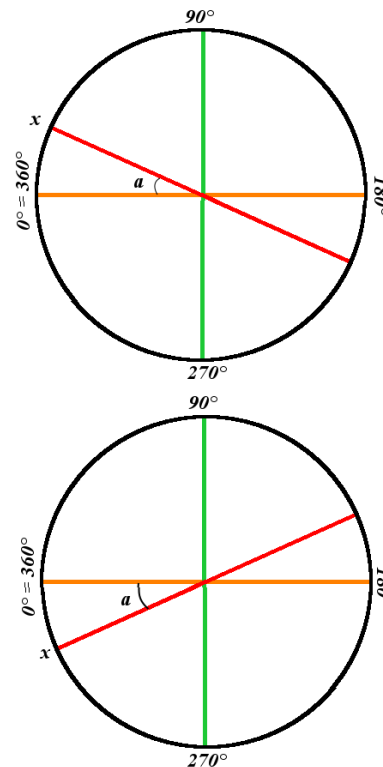
FIG. 22 – Fiche d'étude des collemboles, première partie.

Le matériel spécifique nécessaire pour remplir cette partie de la fiche se limite à un thermomètre et une boussole. La pente du terrain peut se mesurer avec la boussole à condition que celle-ci ait le défaut d'une grande majorité de boussoles, c'est-à-dire une bulle.

La méthode de mesure de la pente est la suivante (Fig.23) :

1. Placer la tranche de la boussole dans la sens de la pente, en rouge ;
2. Faire pivoter le cadran de la boussole de manière à ce que la bulle coïncide avec le 90° (l'Est), l'axe Est-Ouest est alors parfaitement vertical ;
3. La pente a est définie par l'angle x formé entre le 0 ou 360° et la droite rouge parallèle à la pente ;
4. Pour le schéma du haut, la pente a est égale à x , sur le schéma du bas, la pente est égale à $360 - x$.

FIG. 23 – Mesure de la pente a .



Le sol et la récolte

Le sol étant le milieu de vie des collemboles, il est utile de le caractériser (Fig.24), dans le cas étudié ici (collemboles nivicoles), la neige joue un rôle important. Il est donc utile de connaître les bases de sa formation et de sa transformation. Il est à noter que par profondeur de récolte, on entend épaisseur de la couche de neige déposée sur le sol ou le glacier. Il n'est en effet pas nécessaire de préciser la profondeur de sol prélevé puisque dans tout les cas, seule la couche superficielle nous intéresse.

Éléments liés à l'écologie des collemboles

Lors d'une prise d'échantillon, quel que soit l'animal étudié, il est intéressant de s'attarder sur ce qui fait partie de son cycle de vie (Fig.25). Trouve-t-on des prédateurs ou des proies à proximité, le milieu paraît-il favorable,... Toutes les observations supplémentaires peuvent, une fois l'étude entamée, aider à la compréhension des résultats. Une absence d'individus peut-être expliquée par un manque de nourriture ou une présence massive de prédateurs,...

SOL: neige et couvert végétal

Type de neige:	Glace Neige mouillée	Neige fraîche Neige tassée	Poudreuse Résidu d'avalanche
Température de la neige:	Type de végétation:		
Dernière chute de neige:	Type de sol:		
Hauteur de neige fraîche:	Surface de récolte:		
Profondeur de récolte:			

FIG. 24 – Fiche d'étude des collemboles, deuxième partie.

BIOLOGIQUE

Présence de déchets organiques (pollen, insectes, feuilles mortes, déjections animales,...):
Présence de prédateurs:

REMARQUES PARTICULIÈRES

FIG. 25 – Fiche d'étude des collemboles, dernière partie.

10.3 Méthodes de capture

Les méthodes de capture diffèrent en fonction du milieu dans lequel on se trouve (Fig.26). Sur glacier, le milieu de vie des collemboles est la neige. Pour tenter de trouver des collemboles nivicoles, et comme il est relativement rare de pouvoir les observer à l'œil nu, la méthode de capture consiste à prélever un échantillon de neige pour ensuite l'étudier au binoculaire. Selon la saison et la météo, il est possible que le glacier et la neige de névé soient recouverts de neige fraîche. Il faudra dans ce cas creuser la neige jusqu'à retrouver la sous-couche estivale.

Par contre, en ce qui concerne les prélèvements d'échantillon d'humus, en forêt par exemple, il suffira, après avoir enlevé la couche de neige si elle est présente, de récolter les quelques centimètres de terre superficielle afin de les observer.

Une fois les échantillons ramenés au laboratoire, il faut séparer les collemboles de leur milieu.

Méthodes de capture

Milieu	Glaciers	Forêt
Prélèvements :	Creuser la couche de neige fraîche pour tomber sur la neige d'été	Enlever la couche de neige pour tomber sur l'humus
Profondeur : de récolte	Les quelques premiers centimètres	Les quelques premiers centimètres
Analyses :		
1°	Faire fondre la neige	Préparer le montage d'analyse (Fig.27 et Fig.28)
2°	Recueillir les individus et observation au binoculaire	Recueillir directement les individus et observation au binoculaire

FIG. 26 – Méthodes de capture, tableau récapitulatif.

Montage la séparation des collemboles de leur milieu, montage de Berlèse d'après B. Fischessers et M.-F. Dupuis Tate [FIB].

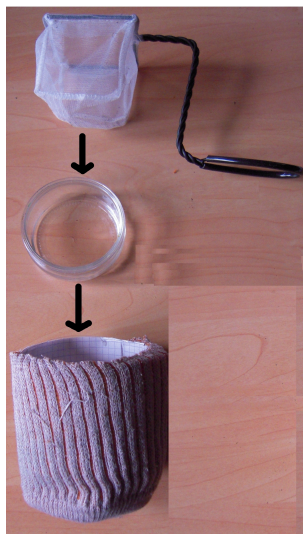


FIG. 27 – Assemblage des différentes parties du montage de capture : tamis, bocal contenant de l'eau et chambre noire.



FIG. 28 – Matériel de séparation assemblé, avec lampe

Selon les préférences de chacun, on peut soit utiliser un bocal de réception contenant de l'eau, soit uniquement un bocal vide.

Chaque technique de récupération a ses avantages et inconvénients. Les avantages du bocal contenant de l'eau, sont de permettre au sable et autres particules de terre, de décanter. On trouve alors avec des collemboles qui flottent en surface du liquide. Les collemboles sont donc facilement repérables, c'est l'idéal lorsqu'on débute. L'inconvénient de cette technique, c'est la récupération difficile des collemboles pour l'étude sur lame mince au microscope.

À l'inverse, l'utilisation d'un bocal vide, soit sans eau, rend l'observation au binoculaire plus délicate, car les collemboles ne sont pas séparés des particules de sable et de terre, mais lorsqu'ils sont repérés, il est plus aisé de les isoler sur lame mince. Cette technique est plus intéressante lorsque l'œil est habitué à reconnaître et à distinguer les collemboles. Elle est plus simple et plus rapide à mettre en œuvre, surtout si une seconde observation sur lame mince au microscope est nécessaire.

Dans le cadre de ce travail, les deux techniques ont été utilisées. La technique avec eau paraît évidente pour étudier les collemboles nivicoles, puisque, une fois la neige fondue, nous obtenons de l'eau ! La technique de récupération des collemboles sans eau, a été employée le reste du temps.

10.4 Méthode de conservation

Les collemboles capturés sont conservés dans un bocal contenant un mélange d'environ $\frac{1}{3}$ d'alcool à 90° et $\frac{2}{3}$ d'eau. Un tel mélange a pour effet de durcir les protéines et de préserver la pigmentation. L'animal est alors plus facile à manipuler et à observer au microscope.

11 Milieu d'étude

Les collemboles, comme tous les être vivants, font partie d'une milieu. Il est utile de décrire ce milieu afin de mieux le comprendre et par la suite, le relier aux collemboles.

11.1 Données météorologiques dans la vallée

Bien que la vallée de Chamonix ne soit pas très grande, on y retrouve une grande diversité de micro-climats. En montagne, l'orientation d'une paroi rocheuse, la proximité d'un col ou d'une arête, la position en adret ou en ubac,... influent énormément sur le climat des lieux. Par exemple, le 03 février 2010, à 14h30, à Argentière, à 1253 m d'altitude, on relevait 39,1°C au soleil, à l'abri du vent, sur un mur en pierre, alors qu'à l'ombre, la température n'était que de 4°C. On comprend dès lors que la

caractérisation du climat de la vallée donne un idée très générale et ne s'applique pas à des zones géographiques restreintes et précises.

Néanmoins, voici un tableau de relevé de nivôse effectué de manière automatique au Lac Blanc (Fig.29). Les données mesurées sont les vents moyens et maximum, la température de l'air et la hauteur de neige. Comme expliqué ci-dessus, les valeurs ne sont qu'indicatrices.

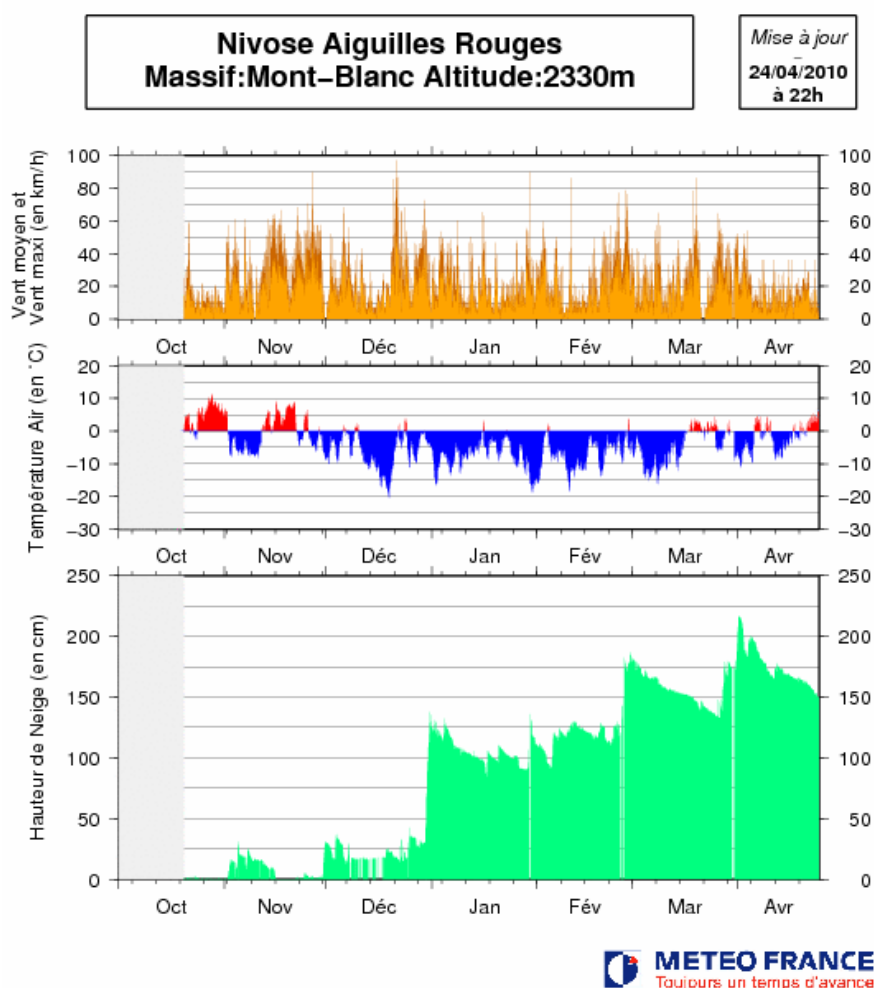


FIG. 29 – Nivôse du Lac blanc, massif des Aiguilles Rouges, période du 01/10/09 au 10/02/2010 [meteo.fr].

Un tel tableau ne signifie rien si on ne fournit pas des données géographiques concernant le lieu où les données présentées ont été mesurées. La balise nivôse se trouve à proximité du Lac Blanc, à une altitude de 2330 m. Le site est orienté Sud-Est, ce qui implique probablement un réchauffement rapide du sol par rapport à d'autres lieux de même altitude et d'exposition différente.

Pour insister sur le côté limité de ces observations, notons que lorsqu'au 24 janvier 2010, la quantité de neige annoncée par Météo France via le réseau nivôse

était d'environ 100 cm au lac Blanc, sur le glacier de l'Index, à quelques centaines de mètre de là et seulement 100 m plus haut, on retrouvait environ 8 m de neige. Ceci est bien entendu un exemple extrême sachant que le glacier de l'Index est un réservoir à neige accumulée par les vents et les avalanches.

D'une manière générale l'hiver dans la vallée dure de novembre à fin avril, mais plus on monte en altitude, plus l'hiver commence tôt et finit tard. L'été s'étend de fin juin à mi septembre, mais il n'est pas rare de voir des chutes de neige au mois de juillet. Cette année, mi-juillet 2009, il est tombé 25 cm de neige à l'antenne du Brévent, alors qu'une stagiaire s'y trouvait. Le printemps et l'automne, deux saisons de transition, ont une durée variable selon l'altitude et sont quasi inexistantes en haute montagne.

11.2 Le sol des lieux visités

La vallée de Chamonix, comme le montre la carte géologique en annexe (page III), est de sous-sol très diversifié. Le sol, qui est issu en partie de l'érosion de la roche mère, est, lui aussi, varié. Une roche mère de gneiss ou de granite donnera un sol à pH acide, alors que là où l'on retrouve du sédimentaire (Ca^{++} et Mg^{++}), le pH du sol sera alcalin. Dans le cas du sous-sol calcaire, le sol est généralement moins humide, puisque la roche calcaire chauffe rapidement et laisse percoler l'eau du sol.

A ces différences de pH dues à la roche mère, il faut ajouter les mouvements provoqués par l'érosion glaciaire et éolienne, qui encore aujourd'hui déplacent et modifient le sol.

En plus du sous-sol en place et du sol en mouvement, des différences d'orientation influent sur les propriétés du sol. Un terrain en fond de vallée, connaît une humidité, des températures et des apports de toutes sortes (alluvions, excréments, pollution aux nitrates et phosphates,...) très différents d'une vire herbeuse située en pleine paroi à 2000 mètres d'altitude.

Il est donc impossible de donner une caractérisation globale du sol de la vallée de Chamonix. C'est la raison pour laquelle une brève description du sol sera donnée pour chaque lieu de prélèvement.

11.3 Le glacier de l'Index

Voici une description physique du glacier visité. Les instruments utilisés pour réaliser cette description sont : un altimètre, une thermomètre, une boussole et une carte IGN au 25000. Lors des visites effectuées sur les glaciers, une cartographie schématique du lieu a été réalisée. Bien entendu, les glaciers évoluent et bougent d'année en année.

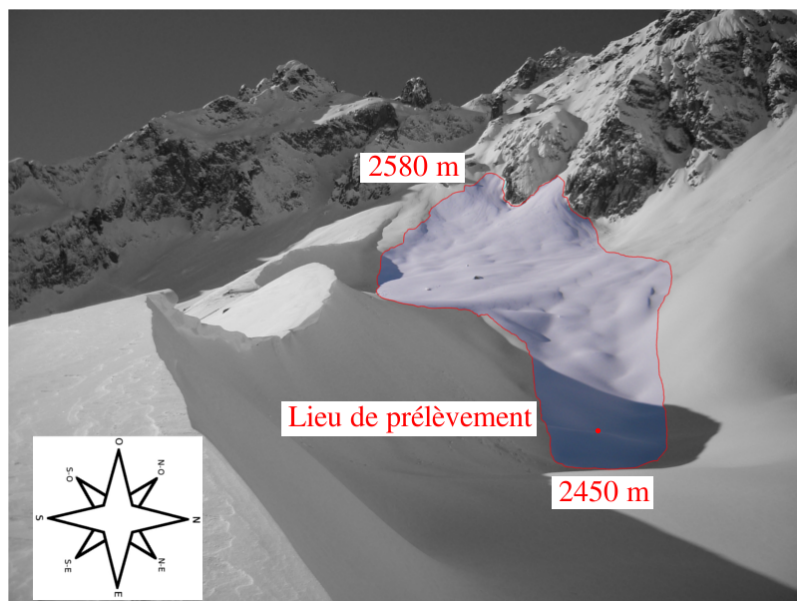


FIG. 30 – Représentation schématique du glacier de l'Index.

Contexte : voici une série de mesures effectuées sur le glacier de l'Index durant de la semaine du 10 au 15 août 2009 (Fig.30).

- point haut : 2580 m
- point bas : 2450 m
- longueur horizontale : 330 m
- pente moyenne : 43%
- Orientation : Est
- neige : voir fiche de suivi, annexe (page XVI)
- température de la neige : voir fiche de suivi, annexe (page XVI)

Quatre prélèvements ont été effectués sur le glacier de l'Index, dans la mesure du possible, toujours au même endroit. Le premier prélèvement date du mois d'août 2009, les trois autres du début de l'hiver 2009-2010, entre le mois de novembre et de janvier. Au fur et à mesure de l'avancée de la saison hivernale, la quantité de neige recouvrant le glacier augmente, pour passer de la glace apparente en août, à une accumulation de près de 8 m de neige, en fin janvier. Une telle accumulation de neige n'est pas due exclusivement aux précipitations. Le glacier de l'Index, est un réceptacle à avalanches et une zone d'accumulation de neige par le vent. Ce sont tous ces facteurs qui sont à l'origine d'une telle accumulation de neige et donc de la survie du glacier.

Sol : le sol, au niveau du glacier, est évidemment constitué exclusivement de neige. Mais nous trouvons sur une roche acide, du gneiss. Cela a une incidence sur la végétation bordant le glacier.

Prélèvements : les différents prélèvements de neige et de glace effectués sur le glacier de l'Index, on été réalisés à la zone d'interface entre la glace permanente et la neige. C'est là que les chances de trouver des collemboles sont les plus grandes.

En effet, l'été, avec le fonte de la neige, toute la matière organique présente sur le glacier (algues, champignons, excréments, pollen, insectes morts,...) s'accumule sur la surface de la glace. L'hiver, avec l'arrivée de la neige, la matière organique reste en plus grande densité là où elle s'était accumulée lors de la fonte de la neige. C'est donc un milieu privilégié de développement pour les collemboles. Un autre facteur qui rend plus plausible la présence de collemboles sous la neige et non en surface, c'est la température. Sous la neige, la température reste stable et proche de 0°. Les collemboles risquent donc de souffrir moins du gel sous la neige. Le dernier facteur qui renforce l'hypothèse de (sur)vie sous la neige est la vitesse d'accumulation de la neige. En effet, en quelques heures, il peut tomber plusieurs dizaines de centimètres de neige. Nous pensons qu'il est dès lors très difficile, voire impossible pour les collemboles de remonter à la surface de la neige.

Lors de différents prélèvements, de la neige est redescendue en vallée, où elle a été fondue puis examinée au binoculaire. Seul le prélèvement du mois d'août contenait des collemboles (6 individus de la même espèce).

11.4 Prélèvements de sol

Lors d'une météo moins favorable à la progression sur glacier, et en plus de l'étude des collemboles vivant dans le silène acaule et sur le glacier de l'Index, un premier examen d'individus vivant en forêt a été réalisé. Deux lieux précis ont été visités : la moraine du Planet et la moraine de Tré-le-Champ. Ces lieux n'ont pas été choisis au hasard. Premièrement, ce sont des endroits facilement accessibles et ne présentant pas de danger d'avalanches. Ensuite, la végétation et l'altitude sont relativement similaires sur les deux moraines. La seule différence notable entre ces deux lieux, c'est leur orientation. L'une est en ubac, l'autre en adret. L'insolation est dès lors très différente.

Les sols du Planet et de Tré-le-Champ sont constitués de moraines, de même origine. Les blocs dont celles-ci sont composées ont été arrachés par le glacier du Tour lors de la dernière grande glaciation, pendant le Würm, entre 18.000 et 15.000 ans avant notre ère. La moraine du Planet constitue ce qui était la rive gauche du glacier et le hameau de Tré-le-Champ se trouve sur la moraine en rive droite de l'ancien glacier. L'orientation principale de la moraine suit l'orientation de la vallée de Chamonix, c'est-à-dire une orientation Nord-Est, Sud-Ouest (Fig.31).

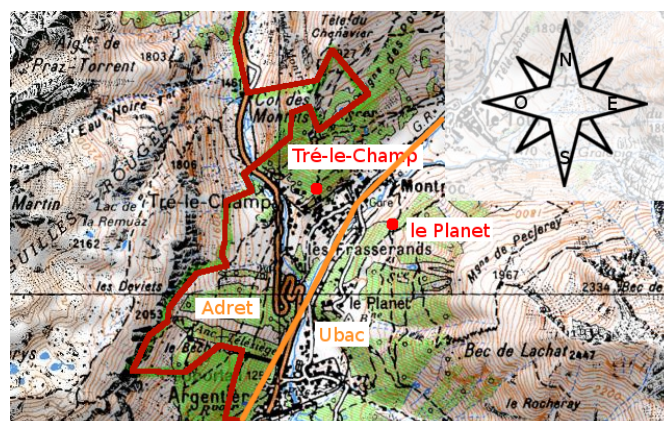


FIG. 31 – Localisation des lieux, et orientations géographiques, carte IGN n°3630 OT, au 1/25.000.

Moraine du Planet

Contexte : le Planet se situe sur le flanc de la Montagne de Peclerey. La principale roche qui compose la moraine sur laquelle repose le hameau, est du granite, une roche acide.

Une forêt d'épicéas parsemée de sorbiers des oiseleurs recouvre le flanc de la moraine, alors que le plateau supérieur, sur lequel se trouve le hameau du Planet, est dégagé pour faire place à une prairie. Historiquement, il est très probable que le

flanc de la moraine était nu lui aussi et dédié au pâturage, comme à Tré-le-Champ (Fig.32).

Le 02/12/09, jour de la sortie sur le terrain, la température extérieure était de $2,7^{\circ}\text{C}$, et le vent, faible.

Sol : sol typiquement forestier, recouvert d'épines d'épicéas, pas de végétation rase.

Prélèvement : environ 1,5 l de sol a été prélevé. 22 collemboles de 7 espèces différentes ont été trouvés.

Moraine de Tré-le-Champ

Contexte : Tré-le-Champ, se situe sur le flanc de la Montagne des Posettes, sur laquelle, contrairement à la Montagne de Peclerey, on trouve des roches du carbonifère et des roches sédimentaires. Néanmoins, les roches qui constituent la moraine, et donc le sol, proviennent de plus loin. C'est principalement du granite arraché par le glacier au massif du Mont-Blanc.

Tout comme au Planet, la moraine est actuellement recouverte d'une forêt composée principalement d'épicéas et parsemée de mélèzes (Fig.33). Une photo des années 1930 (Fig.32) montre clairement qu'à l'époque l'occupation du sol était différente. On y retrouvait des prairies et quelques arbres clairsemés.



FIG. 32 – Vue du village de Montroc (en bas) et du Hameau de Tré-le-Champ (en haut), depuis la moraine du Planet, dans les années 1930 [GAY].



FIG. 33 – Vue du village de Montroc (en bas) et du Hameau de Tré-le-Champ (en haut), depuis la moraine du Planet, le 16 février 2010.

Lors de la sortie du 02/12/09, la température extérieure était de 4°C , et le vent faible.

Sol : sol typiquement forestier, recouvert d'épines d'épicéas et de mélèzes.

Prélèvement : un prélèvement de 900 cm^3 a été effectué. 19 collemboles de 5 espèces différentes ont été observés.

Le Chapeau

Le Chapeau se trouve sur les hauteurs du Hameau du Lavancher, à une altitude de 1600 m. Deux prélèvements ont été effectués à proximité. Le premier, dans une tourbière, le second dans de la mousse couvrant une paroi rocheuse proche d'un filet d'eau. Les prélèvements ont été effectués le 11/02/2010, par vent nul et la température était de $-6,1^{\circ}C$. La forte humidité des lieux et le sol gorgé d'eau ne semblait pas correspondre à un milieu de vie favorable au développement des collemboles. Ce qui s'est confirmé puisqu'aucun individu n'a été observé par la suite dans les échantillons.

La tourbière : située à une altitude de 1600 m et orientée au Sud-Ouest, le sol est donc réchauffé par le soleil et ne gèle pas.

Le couloir : situé 20 m plus haut que la tourbière, est orienté Ouest.

11.5 Prélèvements de *Silene acaulis*

Lors d'une sortie durant laquelle des échantillons de terre devaient être prélevés, nous avons été confrontés à un sol entièrement gelé. Sur l'arête rocheuse se trouvait un variété de plantes, le silène acaule. Cette plante en forme de coussinet a, entre autres, la particularité de retenir l'eau du sol. Un échantillon du coussinet a été prélevé en vue d'une analyse.

La démarche de réflexion relative au silène acaule fut la suivante :

une plante, pour survivre sur une arête, doit avoir développé différents moyens de résistance pour compenser le manque d'eau et d'humus, et faire face au souffle constant du vent,... Les adaptations du silène acaule observées sont les suivantes : un coussinet épais pour retenir l'eau et former une source d'humus, l'utilisation de ses pousses mortes pour augmenter la quantité d'humus disponible, un enracinement profond pour l'accès à l'eau et la résistance au vent. Un des rares avantages à se trouver sur une arête est le faible enneigement. Le vent, généralement très fort à proximité des arêtes rocheuses, souffle la neige dès qu'elle tombe. Ainsi disposée, la plante est donc rarement recouverte et peut bénéficier d'un ensoleillement tout au long de l'année. Les plantes récoltées étaient malgré tout gelées. Nous en avons conclu des spécificités de cette plante, qu'elle constituait probablement un écosystème

favorable à la vie. La possibilité d'y trouver des collemboles est alors devenue une évidence qui sera largement confirmé par les observations au microscope.

Les différents lieux décrits ci-après sont les lieux où ont été prélevés les échantillons de silène acaule.

Le rocher de la Floria

Contexte : ce qui est ici appelé le rocher de la Floria est une rocher de gneiss de 5 à 6 m de haut situé au pied de l'Aiguille de la Floria et à quelques centaines de mètres du glacier de l'Index. Ses coordonnées géographiques sont 6°52' 27" de longitude Est et 45°58' 18" de latitude Nord. Ce rocher situé à 2400 m d'altitude présente une face orientée au Sud-Ouest. Cette face est rarement recouverte de neige, à cause de son exposition au vent, au soleil et à son inclinaison (Fig.34).



FIG. 34 – *Silene acaulis*, rocher de la Floria, vue vers l'Aiguille Verte.

Sol : le sol situé à la base du rocher de la Floria est constitué d'une fine couche de terre mélangée à une quantité importante de cailloux de tailles variables. La végétation que l'on peut y retrouver se compose principalement de mousses, lichens et graminées. La roche mère étant du gneiss, nous sommes en présence d'un sol acide. Du silène acaule exscapa est présent sur une vire du rocher.

Durant l'été, un éleveur laisse ses moutons pâturer l'alpage de l'Index. On doit donc très probablement retrouver des traces de déjections de moutons à proximité du rocher. Ces déjections sont un apport de matière organique non négligeable.

Le 25 janvier, lors des prélèvements, le sol était gelé sur une profondeur d'environ 1 cm, il faisait 3,5°C et le vent était faible.

Prélèvements : un échantillon d'environ 50 cm^3 de silène acaule a été prélevé, ce qui correspond à 5,40g de silène sec. Dans cet échantillon, il y avait 12 collemboles.

L'arête supérieure du Creux aux Marmottes

Contexte : l'arête supérieure du Creux aux Marmottes ne porte en réalité pas de nom, mais pour plus de facilité, elle sera ainsi nommée dans ce document. Nous nous trouvons ici, sur l'arête bordant le nord du Creux aux Marmottes¹⁶, à une altitude de 2411 m. L'arête est orientée d'Est en Ouest, et les prélèvements ont été effectués sur sa face Sud (Fig.35).



FIG. 35 – *Silene acaulis*, arête supérieure du Creux aux Marmottes.

Les prélèvements ont été effectués le 27 janvier 2010, la température était alors de $4,8^{\circ}\text{C}$ au soleil et $-0,5^{\circ}\text{C}$ à l'ombre. Le vent était faible malgré quelques rafales un peu plus fortes.

Sol : nous étions ici en présence de gneiss, soit d'un sol plutôt acide. Une couche de 40 cm de neige (dont 10 cm de poudreuse) recouvrait le sol. La température de la neige, à 10 cm de profondeur, était de $-2,3^{\circ}\text{C}$.

Des déjections de lièvre variable et de lagopède ont été observées sur les lieux de prélèvement. L'été, des moutons pâturent dans la Réserve Naturelle voisine de Carlaveyron et remontent très probablement jusqu'à l'arête. Des traces de déjections de moutons ne sont pas à exclure.

La végétation des environs, pas toujours facile à observer à cause de la neige, se compose, entre autres de joncs trifides (*Juncus trifidus* L.), d'airelles des marais

¹⁶L'arête supérieure du Creux aux Marmottes se trouve dans la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

(*Vaccinium uliginosum*), de carex (*Carex sp.*), de graminées, de joubarbes (*Semprevivum montanum*) et de genévriers (*Juniperus sp.*).

Prélèvements : Un échantillon d'environ 70 cm³ de silène acaule a été prélevé, ce qui, correspond à 7,01g de silène sec. Dans cet échantillon, 193 collemboles ont été observés, pour la plus part encore en vie et en activité.

L'arête des Autannes

Contexte : l'arête des Autannes, fait partie de la ligne de crête qui forme une partie de la frontière en la Suisse et le France. Elle est orientée Sud-Est Nord-Ouest, c'est-à-dire depuis la pointe des Autannes (2680 m), jusqu'au col de Balme (2191 m), à l'extrême Nord de la commune de Chamonix. Les prélèvements ont été réalisés à une altitude d'environ 2250 m, sur la face Sud-Ouest de l'arête (Fig.36).

Le jour des prélèvements, le premier février 2010, il faisait couvert, la température était de $-21^{\circ}C$ et le vent violent.

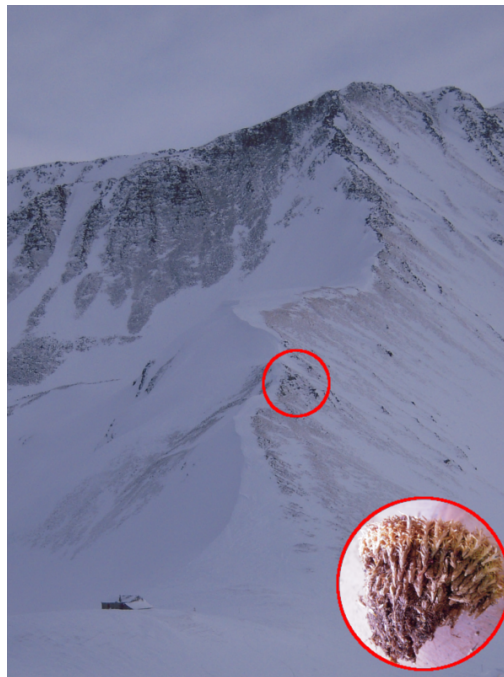


FIG. 36 – *Silene acaulis*, arête des Autannes

Sol : à cet endroit, nous étions sur une roche-mère de gneiss, mais il est probable de trouver des traces de sédimentaire (calcaire), zone géologique voisine.

Le sol, de faible profondeur était totalement gelé lors de la sortie en vue des prélèvements. Une mince couverture de neige soufflée et croûtée était présente.

La végétation observée se composait principalement de graminées, de carex et de lichens. De petits silènes acaules étaient face au vent sur les rochers.

Des excréments de lièvre variable ont été relevés. Le domaine du col de Balme est l'un des derniers endroits de la vallée où pâturent des vaches en été. Cependant, il serait étonnant que celles-ci s'aventurent si loin de l'herbe grasse du col, pour brouter la végétation rabougrie qui compose l'arête. Les déjections des vaches ne sont donc certainement mêlées à la matière organique qui se retrouve sur le sol de l'arête.

Prélèvements : un échantillon d'environ 75 cm^3 de silène acaule a été prélevé, ce qui correspond à 7,24g de silène sèche. Dans cet échantillon, 154 collemboles ont été observés, pour la plupart encore en vie et en activité.

L'arête de la Herse

Contexte : l'arête de la Herse est ainsi nommée ici parce qu'elle est sous le télésiège dit de la Herse, sur le domaine skiable des Grands Montets. Elle est orientée Nord Nord-Ouest et est constituée de gneiss (Fig.37).



FIG. 37 – *Silene acaulis*, arête de la Herse

Des prélèvements y ont été effectués à une altitude de 2432 m, le 4 février 2010, le lendemain d'un épisode de föehn. La température était de $5,3^{\circ}\text{C}$ et il n'y avait pas de vent.

Sol : le sol ne sera pas décrit ici car le silène prélevé se trouvait sur une portion verticale de rocher à 1,5 m du sol. Du lichen était présent à proximité.

Prélèvements : au moment du prélèvement, en fin d'après-midi, le silène était à l'ombre. Vu son emplacement, la plante devait être à l'ombre toute la journée et ce pendant une grande partie de l'année.

La plante prélevée, environ 150 cm^3 (25g), semblait morte. Elle était sèche et friable. Une quinzaine de collemboles ont néanmoins été observés sur celle-ci.

Belle Place

Contexte : tout comme le rocher de la Floria, Belle Place n'est pas une arête à proprement parler. Cependant, on y retrouve des conditions de station similaires. Belle Place est une zone fortement ventée à 2120 m d'altitude, la neige soufflée recouvre faiblement le sol (Fig.38).



FIG. 38 – *Silene acaulis*, Belle Place, vue vers le Valais suisse.

Contrairement aux stations précédentes, Belle Place ne se trouve pas dans la vallée de Chamonix, mais bien dans la vallée voisine de Vallorcine.

Le lieu de prélèvement se trouve à 2120 m d'altitude, d'orientation Nord-Ouest. Au moment de la sortie, le 24 février 2010, il faisait $-1,7^{\circ}\text{C}$ et le vent était relativement fort.

Le terrain sur lequel le prélèvement de silène a été réalisé est un terrain de calcschiste¹⁷, incliné à 35° .

Sol : au vu de la roche-mère calcaire affleurant, il est évident que nous sommes sur un sol alcalin. Le silène qui y sera prélevé sera donc *Silene acaulis longiscapa*. En plus du silène, quelques graminées, des lichens et un pin arolle sont présents.

¹⁷Roche calcaire en feuillets.

Prélèvements : environ 45cm^3 de silène ont été prélevés, dans lesquels 5 collemboles ont été observés.

Le refuge du Requin

Contexte : le refuge du Requin se trouve dans la massif du Mont-Blanc, à une altitude de 2516 m (Fig.39). Il est perdu milieu de la Vallée Blanche, une grande vallée glacière qui s'écoule sur près de 2000 m de dénivelée. Bien que l'altitude de prélèvement soit relativement similaire à celle du rocher de la Floria, du creux au Marmottes ou encore de l'arête de la Herse, le contexte glacière et l'influence des sommets proches de 4000 m, se font sentir.



FIG. 39 – *Silene acaulis*, Refuge du Requin, vue vers les séracs du Géant et les Aiguilles Marbrées

Le lieu connaît un micro climat comparable à celui rencontré à des altitudes plus élevées. Les glaciers¹⁸ qui entourent le refuge sont parmi les plus grands d'Europe. L'influence qu'ont ces glaciers sur la climat régional est très forte. Citons par exemple la baisse des températures, l'absorption de l'humidité ambiante, l'albédo proche de 100% toute d'année... Sans compter que la Vallée Blanche et la Mer de Glace sont le couloir par lequel descendent tous les vents venus d'Italie.

Lors du prélèvement, il faisait -15°C .

Sol : le silène acaule a été prélevé à proximité du Refuge du Requin, sur de grandes dalles de granite orientées Sud-Est. L'érosion glacière et éolienne continues, provoquent dans certains petits creux abrités du vent, une accumulation de sable. C'est en bordure d'un tel creux que le silène acaule a été prélevé.

¹⁸On y retrouve le glacier du Géant, la Vallée Blanche, le glacier du Tacul, la Mer de Glace,...

Le granite est une roche contenant du quartz (SiO_2). Il a donc une influence acide sur son environnement.

Prélèvements : le prélèvement d'environ 50 cm^3 de silène acaule exscapa a été effectué une dizaine de mètres au dessus du refuge, le 5 mars 2010.

11.6 La sécurité

Pour effectuer les différents prélèvements, il faut bien entendu se déplacer en montagne. La montagne est un milieu changeant et difficile à parcourir. Il est donc indispensable d'évoluer en toute sécurité. La sécurité du chercheur passe par une bonne connaissance du milieu d'étude et une maîtrise des techniques nécessaires aux déplacements en haute montagne. Un équipement adapté est aussi recommandé.

La sécurité ne concerne pas uniquement le chercheur. Les autres pratiquants de la montagne sont aussi concernés par les problèmes de sécurité. Lors des recherches, à intervalle régulier, des trous de 2 m, 4 m et 8 m ont été creusés sur le glacier de l'Index. Ce glacier bien que collectant régulièrement les coulées d'avalanches, est traversé par des skieurs hors-piste. La présence d'un trou de plusieurs mètres de profondeur est dangereuse. Il était donc indispensable pour la sécurité des skieurs et éviter de graves chutes, de baliser la zone de recherche. Des bâtons de couleur jaune et noire, servant de balises aux pisteurs, ont été utilisés.

12 Collemboles étudiés

12.1 Systématique

La détermination des espèces de collemboles est une tâche relativement délicate parce que la frontière entre les espèces n'est pas facile à déterminer. La taille des individus (entre $250\mu m$ et 10 mm), nécessite, au minimum, l'utilisation d'un microscope. Cependant, pour parvenir jusqu'à la détermination précise de l'espèce, comme le signale S. Hopkin [HOS], certaines mesures caractéristiques sont indispensables. Il cite par exemple, la taille de segments abdominaux, la longueur du mucron ou d'un poil,... Ce genre de données ne peuvent être récoltées avec un simple microscope. Un microscope électronique est nécessaire.

Les collemboles étudiés ici sont donc déterminés avec un degré de précision limité vu que nous n'avions à disposition qu'un binoculaire et un microscope zoom x 400. Voici un résumé du phylum des collemboles, inspiré par le site web collembola.org [collembola.org].

FIG. 40 – Classification des collemboles, du règne à la super famille.

Règne	Animal			
Sous-règne	Eumétazoaire			
Phylum	Arthropodes			
Sous-phylum	Hexapodes			
Ordre	Collemboles			
Sous-ordre	Poduromorpha	Entomobryomorpha	Neelipleona	Symphyleona
Super famille	Neanuroidea Poduroidae Hypogastruroidae Gulastruroidae Onychiuroidae Isotogastruroidae	Tomoceroidae Isotomoidae Entomobryoidae Coenaletoidae	/	Sminthuridoidae Katiannoidae Strumiodae Sminthuroidae Dicyrtomoidae
<i>Forme générale</i>	<i>Arthopléones</i>		<i>Symphipléones</i>	

Pour ne pas surcharger le tableau, la classification s'arrête ici à la Super-famille (Fig.40). Les détails de Famille, Sous-famille, Genre et Espèce, ne seront données que pour collemboles observés dans le cadre de ce travail, dans la section Identification de la page 73.

12.2 Caractéristiques anatomiques utiles à la détermination

Comme expliqué ci-dessus, la frontière entre les espèces de collemboles n'est pas toujours très nette et claire parce que la détermination des espèces dépend de petits détails difficiles à observer. En l'absence de matériel spécialisé, les caractéristiques utiles à la détermination qui sont citées ici ne servent donc pas à accéder au nom de l'espèce, mais uniquement à affiner, autant que possible, la détermination.

Tête

Au niveau de la tête, les caractéristiques qui seront observées pour tenter de déterminer les individus sont les suivantes :

- les antennes, dont la taille la forme et la segmentation sont variables. Elles peuvent être plus grandes ou moins grandes que la tête, comporter ou non un coude,...
- la division ou non du quatrième segment de l'antenne importe aussi ;
- les ocelles, qui peuvent être absentes chez certaines espèces ;

- le type d'appareil buccal, broyeur ou suceur (à noter que l'appareil buccal est caché puisque nous avons à faire à des entognathes !)

Thorax

Le thorax, qui compte trois segments, contient aussi des indices à la détermination. Le prothorax est, chez certains individus masqué, coincé en-dessous de la tête. La taille des différents segments est importante.

Sur les pattes, de minuscules détails permettent la détermination, comme le nombre de crochets ou de dents sur les griffes, la taille de pattes, leur couleur ou leur transparence,...

Abdomen

L'abdomen, plus grand que la tête et le thorax, est lui aussi important dans la détermination. Voici quelques éléments dont il faut tenir compte :

- forme du corps : allongée, arrondie, aplatie ;
- nombre de segments visibles dorsalement ;
- téguments : mous ou durs ;
- furca : présente ou non, taille, segmentation, forme des branches ;
- couleur, pigmentation et taches ;
- présence de poils, de soie, forme et localisation de ceux-ci ;
- présence d'écailles ;
- granulation du corps ;
- présence ou non d'une gouttière pour accueillir la furca ;
- ...

13 Écologie

13.1 Milieu de vie

Parmi les collemboles que nous avons trouvés, certains comme ceux qui provenaient de Tré-le-Champ ou du Planet sont euédaphiques, c'est-à-dire qu'ils vivent sous la surface du sol. En effet, ils ont été observés dans la litière même. La couleur des individus, blancs pâles ou transparents et/ou l'absence d'ocelles confirme bien le mode de vie souterrain de ces collemboles.

À l'opposé, sur le glacier de l'Index, les six individus trouvés (Fig.41) durant le mois d'août 2009 sont dits atmobiotiques. Ils vivaient en surface du sol. Leur couleur et la présence d'ocelles sont des éléments qui le confirment. Nous pouvons en effet

imaginer que la couleur plutôt foncée leur permettent une meilleure accumulation des calories solaires.



FIG. 41 – Collembola prélevé sur le glacier de l'Index en août 2009.

En ce qui concerne les collemboles trouvés dans les silènes acaules, doit-on les qualifier d'espèces euédaphiques si on considère le silène comme étant le sol, ou bien sont-ils plutôt athmobiotes, c'est à dire vivant à la surface du sol et de la végétation ?

La réponse à cette question peut-être sujette à discussion. Mais dans le cadre de ce travail nous allons considérer les collemboles de silène acaule comme étant athmobiotes. Les raisons de ce choix proviennent plutôt de la couleur de individus trouvés, qui est foncée et de la présence d'ocelles. Ceci indique probablement qu'ils vivent dans un milieu où la lumière joue un rôle, tant pour la pigmentation du corps que pour la vision. Ce genre de caractéristiques est rare voire totalement absente chez les collemboles "souterrains".

Le sol, milieu de vie des collemboles subit des variations de températures au cours de l'année. Comment font les collemboles pour survivre l'hiver, avec de températures de l'air particulièrement rudes, qui, peuvent descendre largement en dessous de 0°C (Fig42).

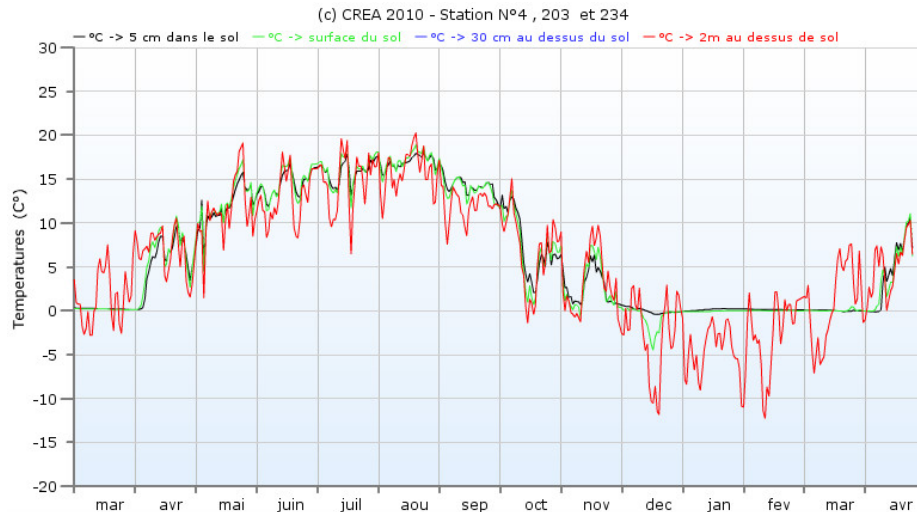


FIG. 42 – Courbes de température à Montroc, entre mars 2009 et avril 2010, à différentes hauteurs [crea.hautesavoie.net].

Le graphe montre clairement que même lorsque la température de l'air est fortement négative, la température du sol reste proche de zéro degré. Le sol ne gèle donc jamais, à condition qu'il y ait une couverture neigeuse. Un autre avantage de la couverture neigeuse, c'est la constance des températures.

Si nous comparons le graphe des températures (Fig42), avec celui de la couverture neigeuse (Fig.43), nous pouvons constater qu'en présence de neige, la température du sol est stable et proche de zéro degré, quelle que soit la température extérieure. Par contre, sans couverture neigeuse, la température de l'air et celle du sol sont similaires. Nous voyons ici clairement un effet bénéfique de la neige sur l'isolation du sol.

Variations de la hauteur de neige

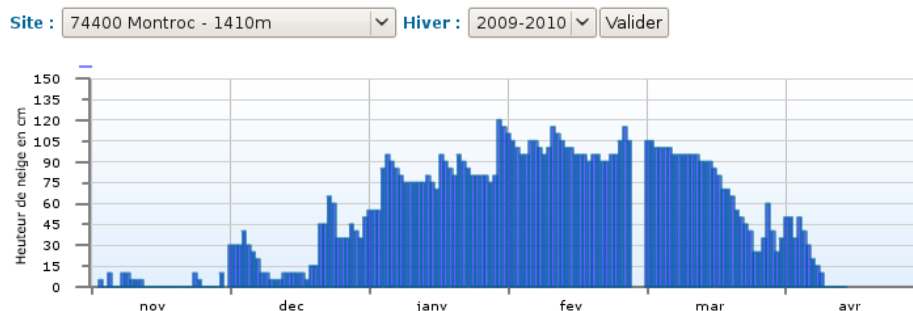


FIG. 43 – Hauteur de neige à Montroc, 1420 m, entre novembre 2009 et avril 2010 [crea.hautesavoie.net].

13.2 Nourriture

Les collemboles trouvés l'ont été dans des endroits très différents. La matière organique leur servant de nourriture est donc, elle aussi, probablement très différente. Cependant, dans chacun des milieux (forêt, glacier, silène acaule), nous sommes en présence de matière organique. Cela paraît évident pour le sol forestier et le silène acaule, dont les feuilles et pousses mortes sont de la nourriture potentielle, sans parler la microflore habituelle des sols. Mais cela n'est pas évident sur le glacier pour une observateur non averti.



FIG. 44 – Traces de matière organique observées sur le glacier de l'Index : excréments de lièvre variable, pétales de fleur,...

Par contre qu'en est-il de la matière organique présente sur les glaciers ? En plus de la neige et de la glace, toute une variété de déchets organiques se retrouvent sur les glaciers. Cela va des algues rouges (*Chlamydomonas sp.*), aux excréments de bouquetins ou moutons, en passant par des végétaux emportés par le vent (Fig.44).

13.3 Prédation

Les prédateurs des collemboles sont nombreux et variés, comme expliqué à la page 42. Lors des analyses des prélèvements, des acariens et autres arthropodes ont été observés en train de se nourrir de collemboles (Fig.45). Ces observations ont été effectuées dans les échantillons de terre du Planet et de Tré-le-Champ.



FIG. 45 – Acariens et autres prédateurs des collemboles

14 Identifications

Les collemboles récoltés ont été identifiés à partir de la clé dichotomique de 1972 de R. Perrier [PER] et du site web collembola.org, réalisé par Frans Janssens [collembola.org]. Comme la systématique a fortement évolué entre 1972 et aujourd'hui alors que les noms, genre et espèce sont restés fixes, une confirmation du classement exact est réalisée à partir du "Canadian Biodiversity Information Facility : Integrated Taxonomic Information System" [cbif.gc.ca].

Comme expliqué précédemment, la détermination exacte des collemboles est une tâche relativement délicate et nécessitant du matériel d'observation tel un microscope électronique dont nous ne disposions pas lors de la réalisation de ce travail. Les noms de genre et espèce obtenus ici sont donc indicatifs et sujets à modifications.

Les transformations récentes et le remaniement constant de la taxonomie ne facilitent pas la détermination précise des collemboles. D'autant que des livres de référence écrits à quelques années d'écart paraissent souvent se contredire. Il est donc relativement difficile de recouper les informations pour trancher pour l'une ou l'autre détermination.

14.1 Prélèvements au glacier de l'Index

La clé d'identification utilisée donne comme famille pour les collemboles trouvés sur glacier de l'Index : Lipuridae. Lipuridae est le nom d'une ancienne famille de collemboles Arthropléones. Mais, avec le remaniement de la taxonomie, les Lipuridae n'existent plus et ont été regroupés parmi les quatre autres anciennes familles Arthropléones : Neanuridae, Isotomidae, Tomoceridae, Entomobryidae.

Suite aux changements de taxonomie, nous n'avons pu retrouver la famille exacte des individus trouvés sur le glacier de l'Index. L'ancienne classification sera donc énoncée ci-dessous (Fig.46).

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	
Super-famille	
Famille	Lipuridae
Sous-famille	
Genre	<i>Lipura</i>
Espèce	<i>Lipura sp.</i>



FIG. 46 – *Lipura sp.*, glacier de l'Index, août 2009, classification et photo.

14.2 Prélèvements au Planet

Sur le site du Planet, 7 espèces différentes de collemboles ont été trouvées (Fig.47 - 48 - 49 - 50).

Ordre	Collemboles	Collemboles
Sous-ordre	Entomobryomorpha	Entomobryomorpha
Super-famille	Isotomoidea	Entomobryoidae
Famille	Isotomidae	Entomobryidae
Sous-famille	Isotominae	Entomobryinae
Genre	<i>Isotoma</i>	<i>Entomobrya</i>
Espèce	<i>Isotoma sp.</i>	<i>Entomobrya sp.</i>

FIG. 47 – Classification *Isotoma sp.* et *Entomobrya sp.*.

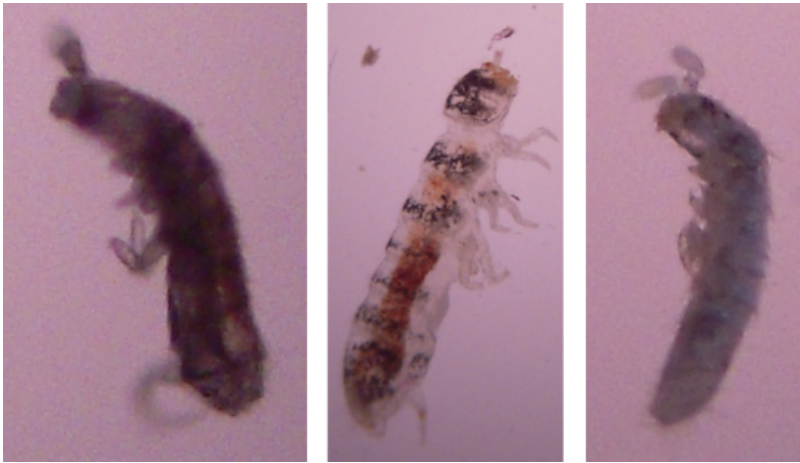


FIG. 48 – *Isotoma sp.* 1 et 2, *Entomobrya sp.* 1.

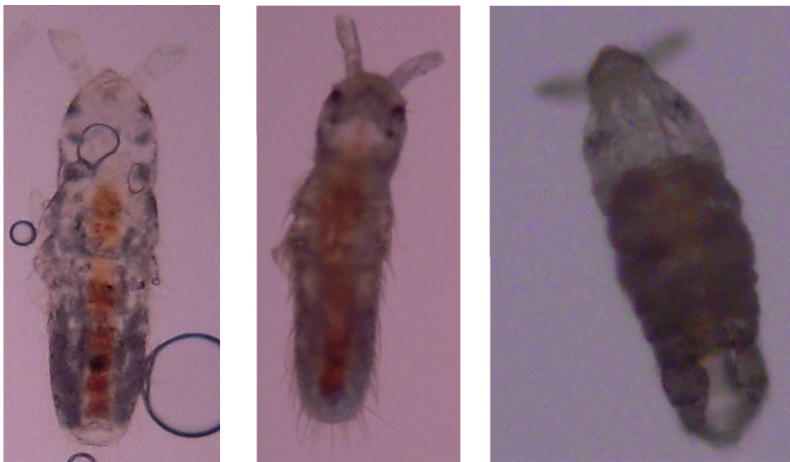


FIG. 49 – *Entomobrya sp.* 2, 3 et 4.

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Symphyleona
Super-famille	Sminthuroidea
Famille	Sminthuridae
Sous-famille	Sminthurinae
Genre	<i>Sminthurus</i>
Espèce	<i>Sminthurus sp.</i>



FIG. 50 – *Sminthurus sp.*, classification et photo, décembre 2009.

14.3 Prélèvements à Tré-le-Champ

Sur le site de Tré-le-Champ, 5 espèces différentes de collemboles ont été trouvées (Fig.51 - 52 - 53 - 54 - 55).

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Symphyleona
Super-famille	Sminthuridoidea
Famille	Sminthuridae
Sous-famille	
Genre	<i>Sphaeridia</i>
Espèce	<i>Sphaeridia pumilis</i>



FIG. 51 – *Sphaeridia pumilis*, classification et photo, décembre 2009.

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Entomobryomorpha
Super-famille	Tomoceroidae
Famille	Tomoceridae
Sous-famille	
Genre	<i>Tomocerus</i>
Espèce	<i>Tomocerus sp.</i>



FIG. 52 – *Tomocerus sp.*, classification et photo, décembre 2009.

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Entomobryomorpha
Super-famille	Isotomoidae
Famille	Isotomidae
Sous-famille	Anurophorinae
Genre	<i>Anurophorus</i>
Espèce	<i>Anurophorus sp.</i>



FIG. 53 – *Anurophorus sp.*, classification et photo, décembre 2009.

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Entomobryomorpha
Super-famille	Isotomoidae
Famille	Isotomidae
Sous-famille	Isotominae
Genre	<i>Isotoma</i>
Espèce	<i>Isotoma sp.</i>

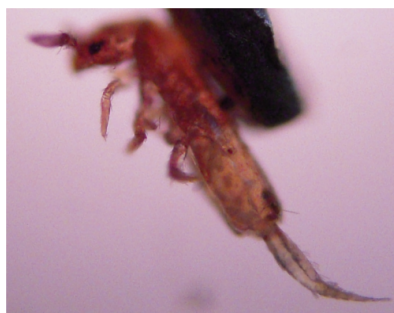


FIG. 54 – *Isotoma sp.*, classification et photo, décembre 2009.

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Poduromorpha
Super-famille	Poduroidae
Famille	Poduridae
Sous-famille	
Genre	<i>Podura</i>
Espèce	<i>Podura sp.</i>



FIG. 55 – *Podura sp.*, classification et photo, décembre 2009.

14.4 Prélèvements de *Silene acaulis*

Dans tous les prélèvements de *Silène acaule*¹⁹, les mêmes espèces de collemboles ont été trouvées. Voici la classification qui y correspond (Fig.56).

Ordre	Collemboles
Sous-ordre	Entomobryomorpha
Super-famille	Isotomoidea
Famille	Isotomidae
Sous-famille	Anurophorinae
Genre	<i>Anurophorus</i>
Espèce	<i>Anurophorus sp.</i>

FIG. 56 – Classification des collemboles vivant dans le *Silene acaulis*.

Les critères qui font pencher la détermination vers *Anurophorus sp.* sont les suivants :

- uniquement 8 segments visible dorsalement (Fig.57) ;
- pattes ne comportant qu'une griffe (Fig.58) ;
- pas de furca (Fig.59) ;
- grains noirs et blancs sur le corps (Fig.60) ;
- antenne de 4 articles (Fig.61) ;
- taille, environ 1 mm.

Voici quelques photos, illustrant les critères de détermination, des collemboles vivant dans le silène acaule des différents lieux de prélèvement.



FIG. 57 – Segmentation du corps.

¹⁹Pour rappel, les lieux de ces prélèvements sont : le rocher de la Floria l'arête supérieure du Creux aux Marmottes, l'arête des Autannes, l'arête de la Herse, la fenêtre de Belle Place et le Refuge du Requin.



FIG. 58 – Griffe unique de *Anurophorus* sp..



FIG. 59 – Absence de furca.

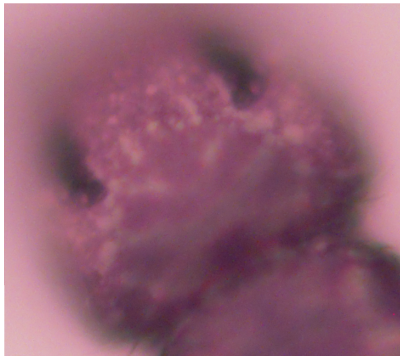


FIG. 60 – Ocelles et granulation du corps.

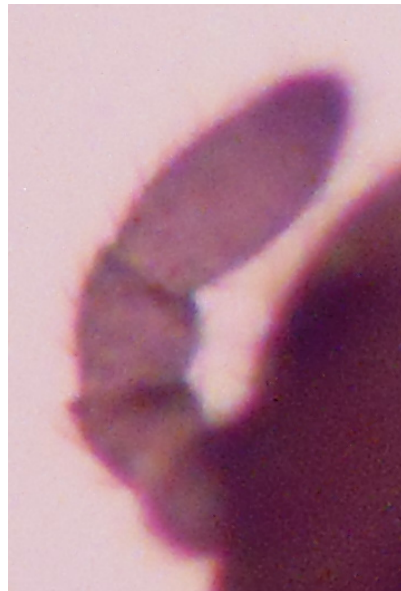


FIG. 61 – Antennes de 4 articles non subdivisés.

15 Apport didactique de cette étude pour le public de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

Un souhait du maître de stage était que cette étude puisse être exploitée dans le cadre des activités de l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges. Ceci sera possible grâce à une série de cinq panneaux didactiques ci-annexés. Ils seront installés sur le site de la Réserve. Des expériences sur le terrain seront également proposées pour découvrir les collemboles.

15.1 Panneaux didactiques

Une série de panneaux didactiques présentant les collemboles seront exposés dans le chalet du col de Montets. L'objectif de ces panneaux est de faire connaître les collemboles au grand public. Ils sont à mettre en parallèle avec les expériences visuelles présentées par les stagiaires voir page 79.

Comme l'objectif des panneaux est d'élargir les horizons du public, les informations qu'ils contiennent sont accessibles à tous et pas uniquement à des scientifiques étudiant l'entomologie. La réalisation de ces panneaux d'information se veut simple, sans toutefois être trop simpliste.

Les sujets décrits sur les différents panneaux sont les suivants :

- la classification des collemboles ;
- une description morphologique (2 panneaux) ;
- le prélèvement et la capture de collemboles ;
- qui mange qui.

Les cinq panneaux présentant brièvement les collemboles sont reproduits en annexe, à la page XVII.

15.2 Expériences visuelles sur le terrain

Dans le cadre des échanges entre stagiaires, scientifiques et le public de la réserve, un montage de matériel similaire à celui utilisé pour les recherches effectuées dans le cadre de ce mémoire (voir page 51), sera mis en place au Chalet du Col des Montets. Nous l'avons déjà dit, l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges privilégie le contact avec le public et considère la nature comme un terrain d'apprentissage.

Le montage d'étude des collemboles, par sa simplicité, permettra aux stagiaires et au public, de se rendre compte que la nature est accessible à tous facilement. Le montage de capture de collemboles sera utilisé par les stagiaires, qui régulièrement iront réaliser des prélèvements de terre, pour en étudier la micro faune. Le public sera

invité à assister et même participer à cette étude. Tout un chacun pourra manipuler les instruments et se rendre compte par lui-même de la présence insoupçonnée de la vie au niveau du sol.

16 Résultats

Dans ce chapitre, les résultats des différents prélèvements sont exprimés sous forme de graphe. Des conclusions seront ensuite tirées pour tenter de comprendre et généraliser les données en vue de prédire des situations de terrain. Il faut néanmoins prendre en compte la faible variété des données traitées et le nombre restreint de prélèvements.

Les interprétations réalisées ici sont indicatives, et ne concerne que les six prélèvements de silène acaule. Ce qui est trop peu pour généraliser. Il faut donc considérer ces résultats comme des bases de données permettant d’orienter des recherches futures, mais certainement pas comme des statistiques globales liées aux collemboles de haute montagne.

16.1 Tableau synthétique des données collectées

Voici réunies, toutes les données collectées sur les sites de prélèvement. Le premier tableau (Fig.62) reprend les collectes de début de stage, hors silène acaule. Dans le second (Fig.63), on retrouve les données récoltées sur les lieux de prélèvement du silène acaule. C’est à partir de ce second tableau que des graphes et des interprétations de résultats ont été réalisées.

Lieux	glacier de l'Index	glacier de l'Index	le Planet	Tré-le-Champ	glacier de l'Index	glacier de l'Index	le Chapeau	
							Couloir	Tourbière
Altitude	2470 m	2470 m	1436 m	1432 m	2475 m	2472 m	1620 m	1600 m
Date	13/08/09	28/11/09	02/12/09	02/12/09	11/12/09	24/01/10	11/02/10	11/02/10
Heure	11h30	12h15	10h15	12h30	12h30	13h	15h30	15h
Météo	beau	beau	beau + nuages	beau + nuages	beau	beau	brouillard	brouillard
Exposition	Est	Est	Ouest	Sud-Est	Est	Est	Ouest	Sud-Ouest
Pente	12°	12°	40°	40°	12°	12°	45°	80°
Température	12°C	-4, 9°C	2, 7°C	4°C	-5, 7°C	-3, 1°C	-6, 1°C	-6, 1°C
Vent	nul	moyen	faible	faible	nul	faible	nul	nul
Type de neige	glace apparente	poudreuse	poudreuse	poudreuse	tassée	poudreuse	poudreuse	poudreuse
Température de la neige	1°C	-3, 3°C	/	/	-0, 8°C	-1, 3°C	/	/
Dernière chute de neige	/	/	01/12/09	01/12/09	08/12/09	21/01/09	11/02/09	11/02/09
Hauteur de neige	0 cm	240 cm	5 cm	15 cm	400 cm	750 cm	20 cm	40 cm
Végétation	/	/	épicéas + sorbier	épicéas + mélèzes	/	/	mousses	tourbes +graminées
Traces Biologiques	pollen, insectes morts, excréments de bouquetins	feuilles, pollen, brins d'herbe, insectes morts	matière organique typique de sol forestier	matière organique typique de sol forestier	graminées, feuilles mortes	graminées, mousses	saxifrages	graminées de prairie humide, orchidées
Collemboles observés	6	0	22	19	0	0	0	0

FIG. 62 – Tableaux synthétiques des données récoltées sur les différents lieux de prélèvement hors silène acaule.

Lieux	Floria	Creux aux Marmottes	Les Autannes	Arête de la Herse	Belle Place	Refuge du Requin
Altitude	2400 m	2411 m	2250 m	2432 m	2120 m	2516 m
Date	24/01/10	27/01/10	01/02/10	04/02/10	24/02/10	05/03/10
Heure	13h30	10h40	13h	15h	10h30	12h30
Météo	beau	beau	couvert	beau + nuages	couvert	beau
Exposition	Sud-Ouest	Sud	Sud-Ouest	Nord-Nord-Est	Nord-Ouest	Sud-Est
Pente	80 ⁰	30 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	45 ⁰	0 ⁰
Température	3, 5 ⁰ C	4, 8 ⁰ C	−21 ⁰ C	5, 3 ⁰ C	−1, 7 ⁰ C	−15 ⁰ C
Vent	faible	faible à moyen	violent	nul	fort	fort
Type de neige	fraiche	poudreuse	soufflée	mouillée	tassée	poudreuse
Température de la neige	/	−2, 3 ⁰ C	/	/	/	/
Dernière chute de neige	21/01/10	26/01/10	29/01/10	29/01/10	23/02/10	04/03/10
Hauteur de neige recouvrant le silène	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm
Trace de matière Organique	graminées, mousses, lichens	Jonc trifide, Airelle des marais, carex, graminées Joubarbe, genévrier excréments de lagopède et de lièvre	graminées, carex, joubarbe, airelle excréments de lièvre et de lagopède, lichens	lichens, graminées	carex, graminées lichens excréments de lièvre pins arolle	graminées
Volume de silène acaule prélevé [<i>cm</i> ³]	50	70	75	150	45	50
Collemboles observés	12	193	154	15	26	511

FIG. 63 – Tableau synthétique des données récoltées sur les différents lieux de prélèvement de silène acaule.

16.2 Données numériques servant à l'illustration des résultats

Le tableau (Fig.64) est une compilation des données concernant les silènes acaules prélevés et des collemboles qui y ont été trouvés. Voici une explication détaillée de quelques critères utilisés :

- densité de collemboles : l'indice de densité de collemboles est calculé à partir du nombre d'individus trouvés dans le silène divisé par le volume de silène prélevé.
- l'indice de matière organique est un indice qui n'a pas de valeur scientifique réelle. Il a pour but de qualifier et non quantifier la variété de matière organique répertoriée à proximité du silène acaule prélevé. Plus il y a de plantes et/ou d'excréments répertoriés aux alentours du silène prélevé, plus l'indice de matière organique est élevé. Dans le cadre de ce travail, l'indice, totalement arbitraire, s'échelonne entre 0 et 5. La valeur 5 correspond à la plus importante quantité et variété de matière organique répertoriée et le 0, correspond au cas où seul le silène acaule est observé.
- pente du sol : la pente du sol correspond ici à l'inclinaison du support du silène acaule prélevé, elle s'étend de 0^0 pour un sol horizontal, à 90^0 , pour une paroi verticale.

Lieux	Autannes	Belle Place	Creux aux Marmottes	Floria	Herse	Requin
Altitude [m]	2250	2120	2411	2400	2432	2526
Nombre de collemboles	154	26	193	12	15	511
Volume de silène [cm^3]	75	45	70	50	150	50
Collemboule/ cm^3	2,05	0,58	2,76	0,24	0,1	10,22
Orientation	S-O (225^0)	N-O (135^0)	S (270^0)	S-O (225^0)	N N-E ($67, 5^0$)	S-E (315^0)
Indice de matière organique	5	5	5	2	2	1
Pente du sol	90^0	45^0	30^0	80^0	90^0	10^0

FIG. 64 – Tableau récapitulatif des données numériques résultant des différents prélèvements.

16.3 Orientation du site et présence de collemboles

La question qui se pose naturellement dans ces études liées au milieu montagnard, est de déterminer l'importance de l'orientation du site par rapport à la vie des espèces étudiées. En effet, tout au long de l'année et principalement durant la période hivernale, l'orientation d'un site, l'accès à la lumière du soleil et donc le réchauffement du sol ont une importance capitale sur la vie.

Est-ce que l'orientation du silène acaule, milieu de vie de collemboles, influe sur la présence de ces collemboles ? Tentons de répondre à cette question avec les quelques prélèvements déjà effectués, via une représentation vectorielle (Fig.65).

Pour rappel, un vecteur est défini par une origine, un sens, une direction et une intensité. Dans notre cas, l'origine des vecteurs est le centre d'un cercle, le sens est donné par les différents rayons de ce cercle, la direction, par l'orientation des lieux étudiés (Sud, Nord,...) et l'intensité, par la densité de collemboles, exprimée en nombre d'individus par cm^3 .

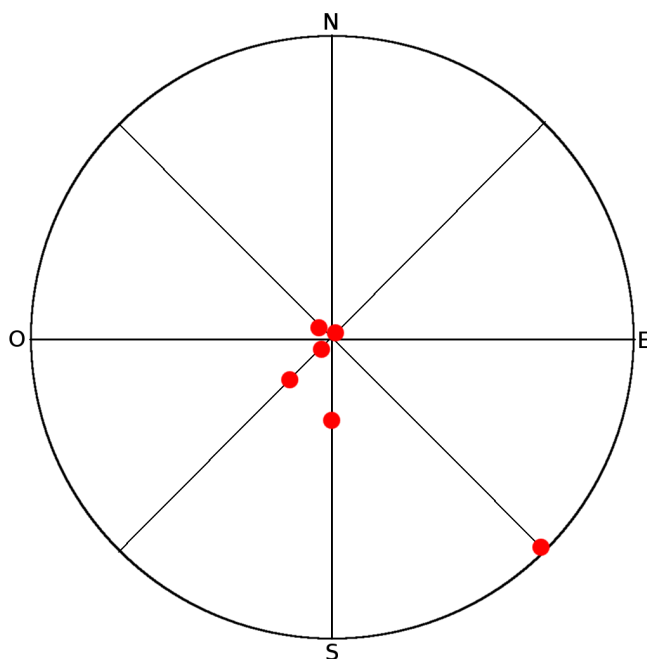


FIG. 65 – Représentation vectorielle de la densité de collemboles en fonction de l'orientation du milieu.

Nous pouvons observer que les silènes acaules où l'on retrouve une densité de collemboles plus importante sont les silènes exposés au Sud, avec une légère décroissance d'Est en Ouest. Les silènes orientés au Nord contiennent un nombre très faible de collemboles comparativement à ceux orientés au Sud.

On pourrait en conclure que l'orientation face au soleil, et notamment face aux premiers rayons du soleil, joue un rôle important dans la présence des collemboles

dans le silène acaule. Avec le soleil, le sol est réchauffé. Cela voudrait probablement dire que la température du silène acaule, milieu de vie des collemboles, joue un rôle dans la présence des collemboles.

Des mesures complémentaires sont nécessaires pour confirmer ou non cette interprétation.

16.4 Relation entre l'altitude et la présence de collemboles

Est-ce que l'altitude influe sur la présence de collemboles au sein du silène acaule ? Le graphe suivant (Fig.66) reprend les altitudes des différents lieux de prélèvement ainsi que la densité de collemboles, par rapport aux différents lieux de prélèvements. Nous pouvons constater qu'il n'y a pas vraiment de lien entre ces facteurs. L'altitude ne serait donc pas un facteur prédominant ou limitant pour la présence de collemboles.

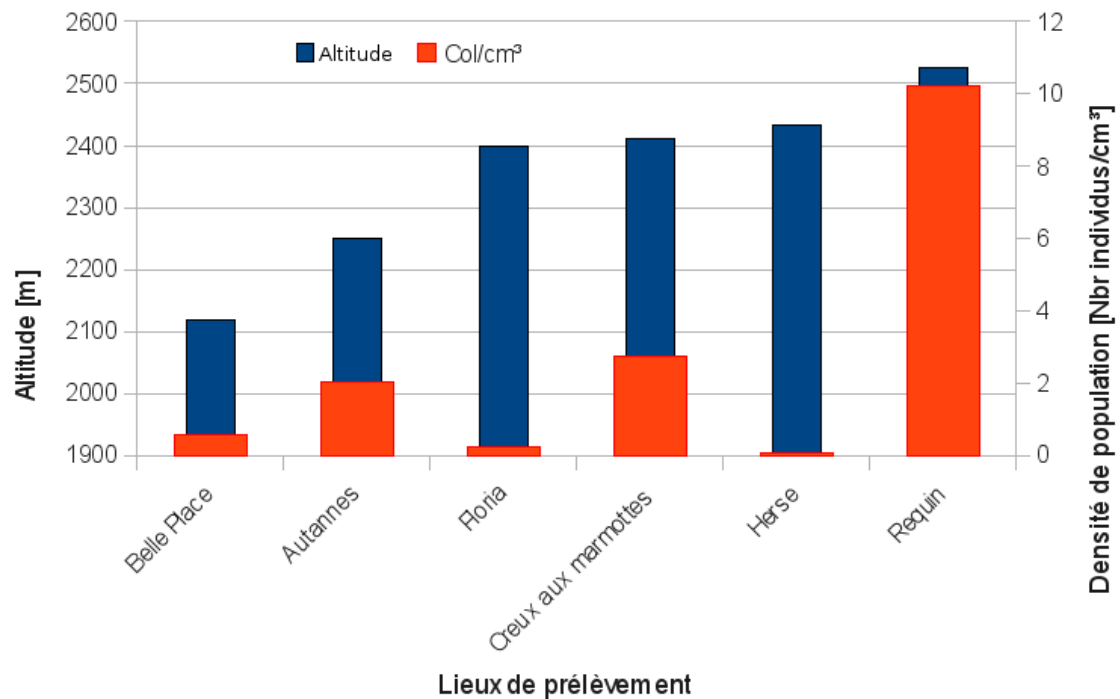


FIG. 66 – Relation entre l'altitude des lieux de prélèvement et la concentration en collemboles.

16.5 Influence de la variété de la matière organique sur la présence de collemboles

La variété de matière organique est-elle un facteur influençant la présence de collemboles, ou bien ceux-ci se contentent-ils du silène acaule dans lequel ils vivent ? D'après l'indice arbitraire de matière organique, voyons ce qu'il en est (Fig.67).

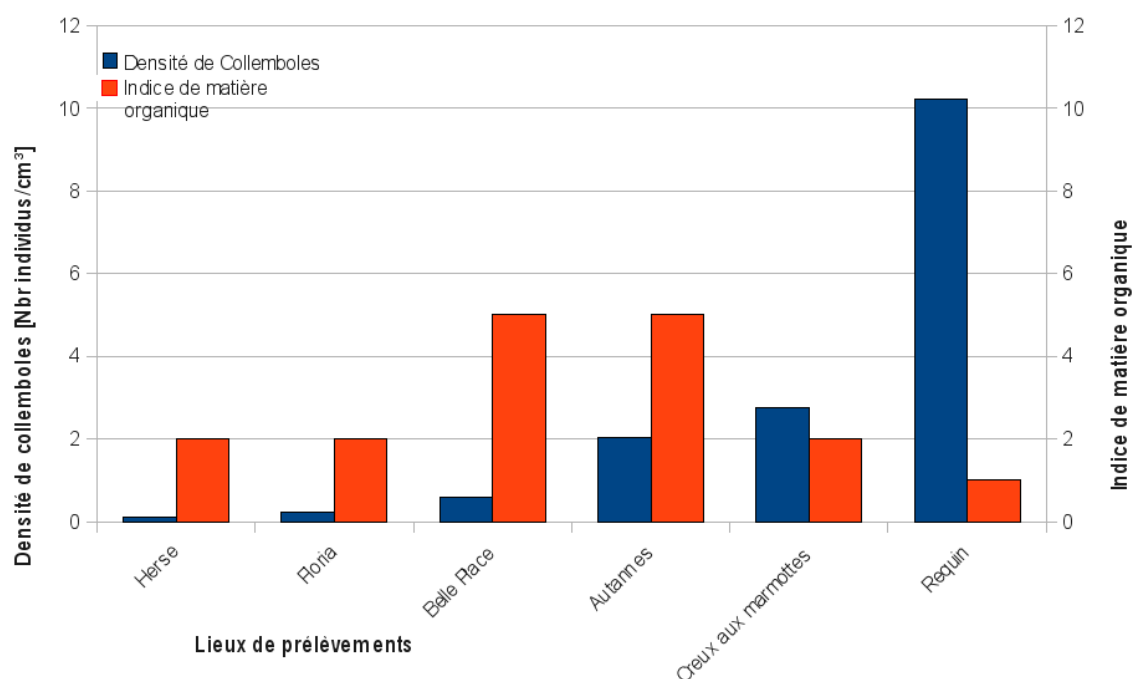


FIG. 67 – Influence de la variété de la matière organique sur la présence de collemboles.

Le graphe, bien que provenant d'un nombre limité d'analyses, montre que la végétation et la matière organique en général avoisinant le silène qui abrite les collemboles, joue un rôle limité voire nul dans la présence des collemboles.

16.6 Inclinaison du sol et présence de collemboles

L'inclinaison du sol, et donc du silène abritant les collemboles, a-t-elle une incidence sur la présence de collemboles ? Le graphe suivant (Fig.68) montre la concentration de collemboles dans le silène acaule et la pente du sol sur lequel le silène acaule a été prélevé.

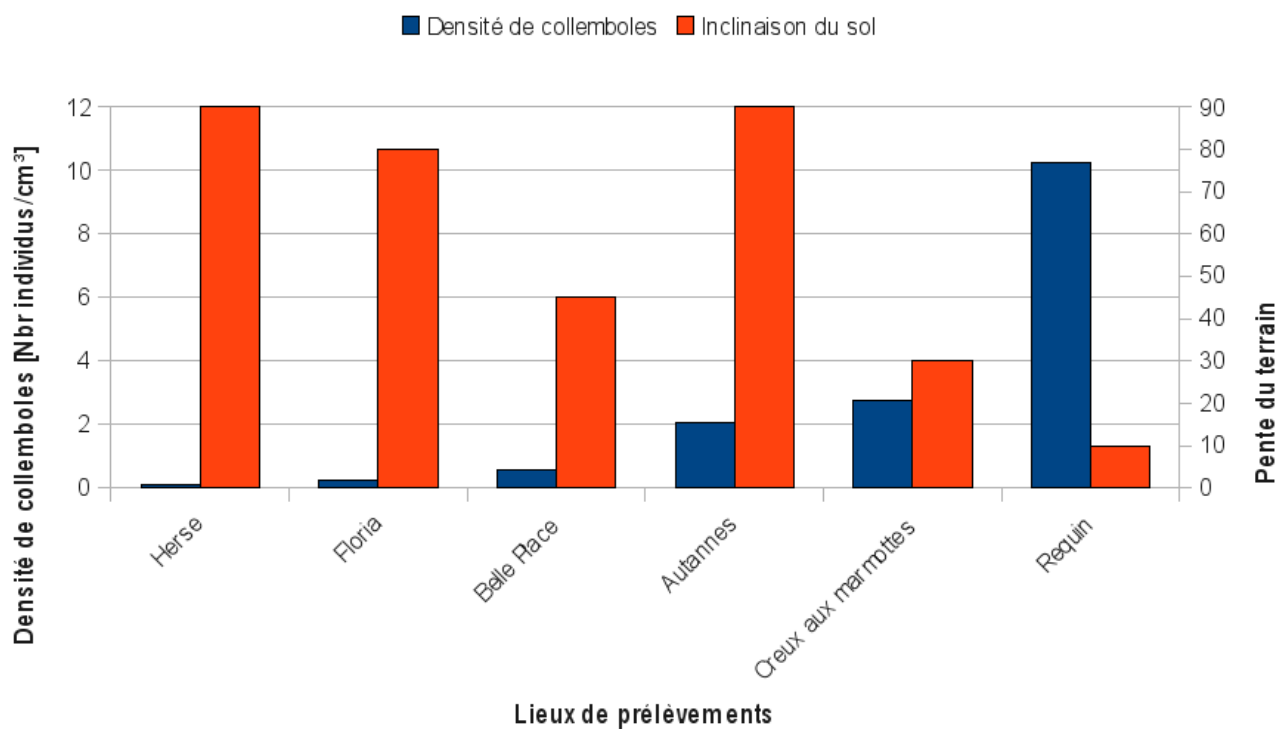


FIG. 68 – Impact de la pente du sol sur la présence de collemboles.

Le petit nombre d'analyses ne permet pas de tirer de conclusion certaine sur la relation entre la pente du sol et la présence de collemboles, néanmoins, une tendance paraît se dessiner. On pourrait probablement, si l'on excepte les Autannes, et sous réserve d'analyses complémentaires, remarquer une augmentation de la densité des collemboles, liée à la diminution de la pente du sol.

16.7 Synthèse des espèces de collemboles rencontrées

Voici un tableau récapitulatif des espèces de collemboles rencontrés dans les différents prélèvements effectués. Comme expliqué précédemment, la détermination n'est qu'indicatrice et est précisée dans la mesure du possible.

Lieux	Famille	Sous-famille	Genre	Espèce
Glacier de l'Index	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Lipura</i>	<i>Lipura sp.</i>
Le Planet	Sminthurididae	Sminthurididae	<i>Sminthurus</i>	<i>Sminthurus sp.</i>
	Isotomidae	Isotominae	<i>Isotoma</i>	<i>Isotoma sp.</i>
	Isotomidae	Isotominae	<i>Isotoma</i>	<i>Isotoma sp.</i>
	Entomobryidae	Entomobryinae	<i>Entomobrya</i>	<i>Entomobrya sp.</i>
	Entomobryidae	Entomobryinae	<i>Entomobrya</i>	<i>Entomobrya sp.</i>
	Entomobryidae	Entomobryinae	<i>Entomobrya</i>	<i>Entomobrya sp.</i>
	Entomobryidae	Entomobryinae	<i>Entomobrya</i>	<i>Entomobrya sp.</i>
Tré-le-champ	Sminthurididae	/	<i>Sphaeridia</i>	<i>Sphaeridia pumilis</i>
	Tomoceridae	/	<i>Tomocerus</i>	<i>Tomocerus sp.</i>
	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>
	Isotomidae	Isotominae	<i>Isotoma</i>	<i>Isotoma sp.</i>
	Poduridae	/	<i>Podura</i>	<i>Podura sp.</i>
Le Chapeau	/	/	/	/
Floria	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>
Creux aux Marmottes	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>
Autannes	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>
Herse	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>
Belle Place	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>
Requin	Isotomidae	Anurophorinae	<i>Anurophorus</i>	<i>Anurophorus sp.</i>

17 Poursuite de l'étude

Trois mois pour étudier l'écologie des collemboles d'altitude, c'est peu, très peu. Ce travail doit être seulement considéré comme une ouverture vers l'étude des collemboles en haute montagne. Tous les résultats obtenus ici, doivent être confirmés par une multiplication de prélèvements, dans des endroits variés. Un étalement de l'étude sur les quatre saisons est indispensable pour évaluer les modifications dans le mode de vie des collemboles tout au long de l'année.

Une série de tests supplémentaires sont aussi à effectuer pour mieux comprendre les interactions entre le silène acaule et les collemboles. Parmi ces tests, les données suivantes pourraient intéressantes à observer et étudier :

- le pH du sol et du silène acaule, pour savoir si les collemboles trouvés dans le silène sont liés à une valeur de pH précise ;
- placer une sonde de température au cœur d'un plant de silène, pour observer les variations de température au cours d'une journée et de l'année. En effet, les silènes étant rarement recouverts de neige, on pourrait s'attendre à des variations de températures, notamment l'hiver, entre le jour et la nuit ;
- l'humidité relative au sein du silène. Nous savons que les collemboles ont besoin d'une certaine humidité pour vivre, quelle est-elle, et qu'en est-il durant les périodes de gel l'hiver ?
- la densité d'individus dans un silène acaule. Jusqu'à combien de collemboles par cm^3 peut-on rencontrer ?
- la détermination exacte avec du matériel de pointe. Comme expliqué dans ce travail, il est assez difficile de déterminer correctement les espèces de collemboles. L'utilisation d'un microscope électronique faciliterait à cette étude. Cela permettrait de déterminer plus précisément si on a à faire à une espèce "endémique" au silène ou si c'est une espèce de collemboles que l'on retrouve ailleurs dans le sol ;
- lors de cette étude, aucun prédateur connu n'a été observé dans le silène acaule, à proximité des collemboles, en existe-t-il, qui sont-ils ?
- comment les collemboles se retrouvent-ils dans le silène, et par la même, comment se retrouvent-ils dans des lieux aussi isolés que le Refuge du Requin ?
- d'après les premiers résultats, les orientations préférentielles sont le Sud-Est et le Sud, est-ce dû au réchauffement plus rapide du milieu par le soleil, ou bien au hasard des prélèvements ? Est-ce que durant toutes les saisons, cette orientation reste l'orientation préférentielle ?
- de quoi se nourrissent exactement les collemboles trouvés dans le silène acaule ? Du silène lui-même ou bien trouve-t-on d'autres nutriments comme matière organique ? Les premières indications laissent à penser que seul le silène importe,

mais il ne faudrait pas exclure la présence de champignons microscopiques ou de bactéries, entrant dans la chaîne alimentaire du collembole des silènes.

– ...

Voici tout un ensemble de pistes d’analyses qui n’ont pas été réalisées lors de la rédaction de ce travail, mais qu’il serait intéressant d’explorer, pour une meilleure compréhension de ces “micro-écosystèmes”.

Conclusion

Les collemboles, invertébrés aptères, hexapodes et entognathes, sont des animaux encore assez méconnus et pourtant omniprésents. Bien que leur anatomie et biologie internes aient fait l'objet de nombreuses études, leur écologie est relativement peu étudiée. Pourtant, ils sont parmi les invertébrés du sol les plus représentés sur terre.

Ce travail de fin d'études clôture un stage de trois mois réalisé dans la vallée de Chamonix Mont-Blanc, au sein de l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges, durant l'hiver 2009-2010. L'objectif premier de ce stage était l'étude des collemboles nivicoles, c'est-à-dire, des collemboles vivant sur glacier, plus précisément sur le glacier de l'Index, dans le Massif des Aiguilles Rouges.

Différentes sorties sur le glacier ont été réalisées entre les mois de novembre et de janvier, pour trouver des collemboles. Pour ce faire, des prélèvements de neige ont été effectués au niveau de l'interface entre la glace d'été et les premières neiges.

Avec l'hiver et l'accumulation progressive de la neige due aux chutes de neiges et aux avalanches, la zone initialement choisie pour la recherche de collemboles s'est retrouvée sous environ 8 m de neige. Il est dès lors devenu très difficile de continuer les prélèvements à cet endroit. En effet, la récolte de quelques litres de "neige à collemboles", demandait d'abord un déblaiement de plusieurs mètres cubes de neige fraîche.

Vu les difficultés rencontrées pour le prélèvement des collemboles nivicoles, nous avons effectué quelques prélèvements de sol forestier en vallée. Cela nous a permis d'y trouver des collemboles, de commencer les premières observations d'individus, et de mettre en place un montage de capture, destiné à séparer les collemboles de leur milieu.

Lors de la dernière sortie sur le glacier de l'Index, une plante, le silène acaule (*Silene acaulis*), a été remarquée, sur un rocher que nous appellerons rocher de la Floria. Cette plante en coussinet, vivant entre 1800 m et 3500 m d'altitude, pousse généralement à proximité ou sur des arêtes rocheuses. Les arêtes, vu leur localisation, sont des lieux ventés et généralement dépourvus de neige au moins sur un de leurs côtés. Les silènes acaules sont donc visibles puisque non recouverts de neige. L'implantation du silène, en coussinet dense, nous a paru être un milieu favorable à la vie. En effet, le coussinet permet la rétention d'eau, il est une source de matière organique et protège des vents,... Un premier échantillon de silène acaule a

été prélevé par curiosité, et ensuite analysé de la même manière que les échantillons de sol forestier.

Alors que dans un litre de sol forestier nous avons observé une trentaine de collemboles, dans seulement quelques dizaines de centimètres cubes de silène acaule, nous avons découvert une douzaine d'individus. Les collemboles ont donc été trouvés en plus grande densité dans cette plante poussant à 2400 m d'altitude et subissant des écarts de températures importants.

À la suite de cette observation, nous avons réorienté notre étude et consacré les dernières semaines du stage aux collemboles vivant dans le silène acaule. Pour tenter de confirmer ou d'infirmer l'observation faite au rocher de la Floria, cinq prélèvements de silène acaule ont été effectués dans toute la vallée de Chamonix. Dans tous les cas, des collemboles ont été observés, à des densités variant de 0,1 à 10 individus/cm³ de silène acaule.

Pour chaque prélèvement, soit de glace et de neige, soit de sol forestier, soit de silène acaule, une fiche descriptive a été remplie. La fiche d'étude comprend des données météorologiques, des informations sur le sol, sur la localisation, sur l'orientation,... Ces données ont été utilisées pour les prélèvements de silène afin de faire un lien entre le milieu où se trouve le silène et la présence plus ou moins forte de collemboles. Il est évident qu'il est prématuré de tirer des conclusions sur base de seulement six prélèvements.

Voici cependant un résumé de l'analyse des résultats :

- l'orientation du site paraît avoir de l'importance. Un plus grand nombre de collemboles a été observé dans les silènes situés au sud-est et au sud. Ceux-ci sont plus rapidement réchauffés par les rayons du soleil que les autres. Ils peuvent donc accumuler plus de chaleur qu'une plante située au plein nord, et constituer un milieu plus favorable à la vie des collemboles ;
- l'altitude des sites de prélèvement, variant ici entre 2120 et 2516 m, ne semble pas influencer le nombre de collemboles. Certains sites de "basse altitude" accueillent autant de collemboles que des sites de "haute altitude". Vu les données obtenues, nous pensons que l'altitude n'influence pas les collemboles vivant dans le silène ;
- une autre donnée est la diversité de matière organique. Pour l'étudier, un indice arbitraire a été créé. Il en ressort que la matière organique autre que le silène acaule joue un rôle limité voire nul dans la présence de collemboles ;

- la mise en relation des mesures d'inclinaison du sol sur lequel se trouve le silène et de la densité de collemboles semble montrer que plus la pente du sol est faible, plus le nombre de collemboles vivant dans le silène augmente.

Les résultats de l'étude des prélèvements et leur interprétation issue de ce travail doivent être lus avec prudence. Ils ont une valeur scientifique relative vu le faible nombre de prélèvements. Ils peuvent néanmoins constituer une base de données pour orienter de futures recherches. Les dernières pages de ce travail proposent des pistes, des tests, utiles à l'approfondissement de ce sujet et à une meilleure compréhension du micro-écosystème collemboles - silène acaule.

Parmi ceux-ci, nous estimons que des mesures de température, d'humidité et de pH du silène, la recherche d'éventuels prédateurs seront indispensables pour aller plus loin dans l'investigation.

L'étude des collemboles est utile à toute personne intéressée d'une part, par les spécificités et les faces cachées du milieu montagnard ou d'autre part, par la compréhension d'écosystèmes restreints et méconnus.

Ce travail réalisé dans le cadre des activités de l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges sera utilisé comme outil de vulgarisation pour le public du Chalet du Col des Montets.

Bibliographie

Livres et revues

- [BEA] A. BEAUMONT, P. CASSIER, *Biologie animale - des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens*, Dunod, Paris, 1983, tome 2, 3^eed.
- [BIF] F. BIANCHINI, *Le guide familial de la flore alpine*, La Boétie, Paris, 1981
- [DAR] R. DAJOZ, *Ecologie des insectes forestiers*, Gauthier-villars, Paris, 1980
- [DEM] M. DELAMETTE, *Le pays du Mont-Blanc*, GAP, 1993
- [FAC] Cl. FAVARGER, P.-A. ROBERT, *Flore et végétation des Alpes*, Delachaux et Niestlé, Lausanne, 1995, tome 1, 3^eéd.
- [FIB] B. FISCHESSE, M.-F. DUPUIS-TATE, *Le guide illustré de l'écologie*, La Martinière, 1996
- [FOA] A. FOUCAULT et J.-F. RAOULT, *Dictionnaire de Géologie*, Dunod, Paris, 2005, coll. Univers Sciences, 6^eed.
- [FOM] M. FOSSION, *Zoologie appliquée*, HEPNam, Ciney, 2007
- [FOP] P. FOURNIER, *Les quatre flores de France*, Paul Lechevalier, Paris, 1977, tome 1 et 2, 2^eed.
- [GAY] GAY-COUTTET, 1880 - 1980, *Gay-Couttet Témoins d'un siècle*, éditions ésope, Chamonix Mont-Blanc, 2004
- [GOJ] J.-M. GOURREAU, *Guide de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges*, GAP/ASTERS, 2002, 2^eed.
- [GRP] P.-P. GRASSE, *Traité de zoologie*, Masson, tome 8, fascicule 1 et 2, tome 9
- [GRZ] GRZIMEK'S, *Animal life encyclopedia – Insects*, s.l., tome 2
- [HOS] S. HOPKIN, *Biology of the springtails – Insecta : collembola*, Oxford University Press, Oxford, 1997
- [JER] R. JEANNEL, *Paléontologie et peuplement de la terre – initiation à l'entomologie*, Boubée, Paris, 1979, tome 2, 2^eed.
- [KOP] P. KOHLHAUPT, *Fleurs des Alpes*, Hatier, 1996, Paris, tome 1
- [MAE] E. MATIVET, *Encyclopédie Larousse de la nature – La flore et la faune*, Larousse, Paris, 1993
- [MAI] I. MAUZ, *Histoires et mémoires des Réserves Naturelles de Haute-Savoie*, s.l., 2005
- [MOH] H. MOURIER, O. WINDING, *Guides des petits animaux sauvages de nos maisons et jardin*, Delachaux et Niestlé, Neuchatel – Paris, 1979

- [PAO] O. PACCAUD, *A la découverte de la nature*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 1967
- [PER] R. PERRIER, *La faune de la France illustrée – Myriapodes – Insectes inférieurs*, Delagrave, 1972, Paris, tome 3
- [ROP] P.-A. ROBERT, *Les insectes I*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 1960, Vol. 1, 3^eed.
- [RUP] RUPPERT, BARNES, *Invertebrate zoology*, s.l., 6^eed.
- [STK] K. STASTNY, V. Bejeck, *La vie dans la montagne*, Gründ, Prague, 1994, 5^eed.
- [STS] S. STEFENELLI, *Guide des fleurs de montagne, Pyrénées/Massif Central/Alpes/Apennins*, duculot, Paris-Gembloux, 1979
- [VIA] A. VILLIERS, *Initiation à l'entomologie*, Boubée, 1979, Paris, tome 1

Pages Web

- [anena.org] ANENA, Neige : connaissance de base, [en ligne], http://www.anena.org/savoir/nivologie/nivologie_connaissance_de_base_suite.html, (page consultée le 03/11/09)
- [cbif.gc.ca] Canadian Biodiversity Information Facility : Integrated Taxonomic Information System (ITIS), [en ligne], http://www.cbif.gc.ca/pls/itisa/taxastep?king=every&p_action=containing&taxa=collembola&p_format=&p_ifx=cbif&p_lang=, (page consultée le 06/12/09)
- [collembola.org] Collembola.org, site de référence et checklist de collembolés réalisé par Frans JANSSENS, professeur à l'Université d'Anvers, [en ligne], <http://www.collembola.org/>, (pages consultées le 12/02/10)
- [crea.hautesavoie.net] Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude, programme Phénoclim et évolution de la hauteur de neige, <http://www.crea.hautesavoie.net/phenoclim/page.php?id=1&m=1>, [en ligne], (pages consultées de 10/03/2010)
- [geol-alp.com] Géol-Alpes.com, atlas géologique des Alpes française, Carte d'ensemble des massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges, [en ligne], http://www.geol-alp.com/h_mt_blanc/_schemas/carte_MtBlanc_coul_4.gif, (page consultée le 28/10/09)
- [geoportail.fr] géoportail.fr, visualisation 2D, [en ligne] <http://www.geoportail.fr>, image assemblée et modifiée avec GIMP 2.6
- [haute-savoie.pref.fr] préfecture et des services de l'état de la Haute-Savoie, section environnement, nature, Réserves Naturelles, <http://www.haute-savoie.pref.fr>

gouv.fr/03/environnement/nature/reserves/aiguilles_rouges.pdf, (page consultée le 8/12/09)

[journaldunet.com] le journal du net, Sciences : la créativité des cristaux de neige, [en ligne], <http://www.journaldunet.com/science/environnement/diaporamas/06/cristaux-neige/images/02.jpg>, (page consultée le 03/11/09)

[legifrance.gouv.fr] legifrance.gouv.fr, le service public de diffusion du droit français, décret du 27 janvier 2010 portant reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges (Haute-Savoie), [document pdf téléchargeable], <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021755667&dateTexte=&categorieLien=id>, (consulté le 2 février 2010)

[lgge.ujf-grenoble.fr] Université Joseph Fourier, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Quelques généralités sur les Glaciers, <http://www-lgge.ujf-grenoble.fr/~annel/Documentaire/home.html>, [en ligne], (pages consultées le 28/10/2009)

[meteo.fr] Météo France, réseau nivôse - Lac Blanc (valeur saisonnière : AIGRG), <http://www.meteo.fr/temps/france/nivose/pics/AIGRG.html>, [en ligne], (page consultée le 11/02/2010)

[perso.univ-rennes1.fr] Université de Rennes1, pages personnelles professionnelles de Sébastien DUGRAVOT (Maître de conférences Unité de Formation et de Recherche Science de la Vie et de l'Environnement à l'Université de Rennes 1), [document pdf téléchargeable en ligne], <http://perso.univ-rennes1.fr/sebastien.dugravot/LEXIQUEZOOLOGIQUE.pdf>, (page consultée le 06/12/09)

[reserves-naturelles.org] Les Réserves Naturelles, Présentation et définition, [en ligne], <http://www.reserves-naturelles.org/presentation/definition.asp?arbo=0.0>, (page consultée le 05/12/09)

[slf.ch] Unité de recherche Avalanches, coulées de boue et chutes de pierres (Davos et Birmensdorf), recherches et développement, les avalanches, <http://www.slf.ch/forschung-entwicklung/lawinen/index.FR?redir=1&>, [en ligne], (pages consultées le 1/03/2010)

Conférence

[Y. Page] Y. PAGE, enseignant, *La neige en mouvement : les avalanches*, Argentières, le 13 août 2009

III

Annexes

I Schéma des lieux et toponymie

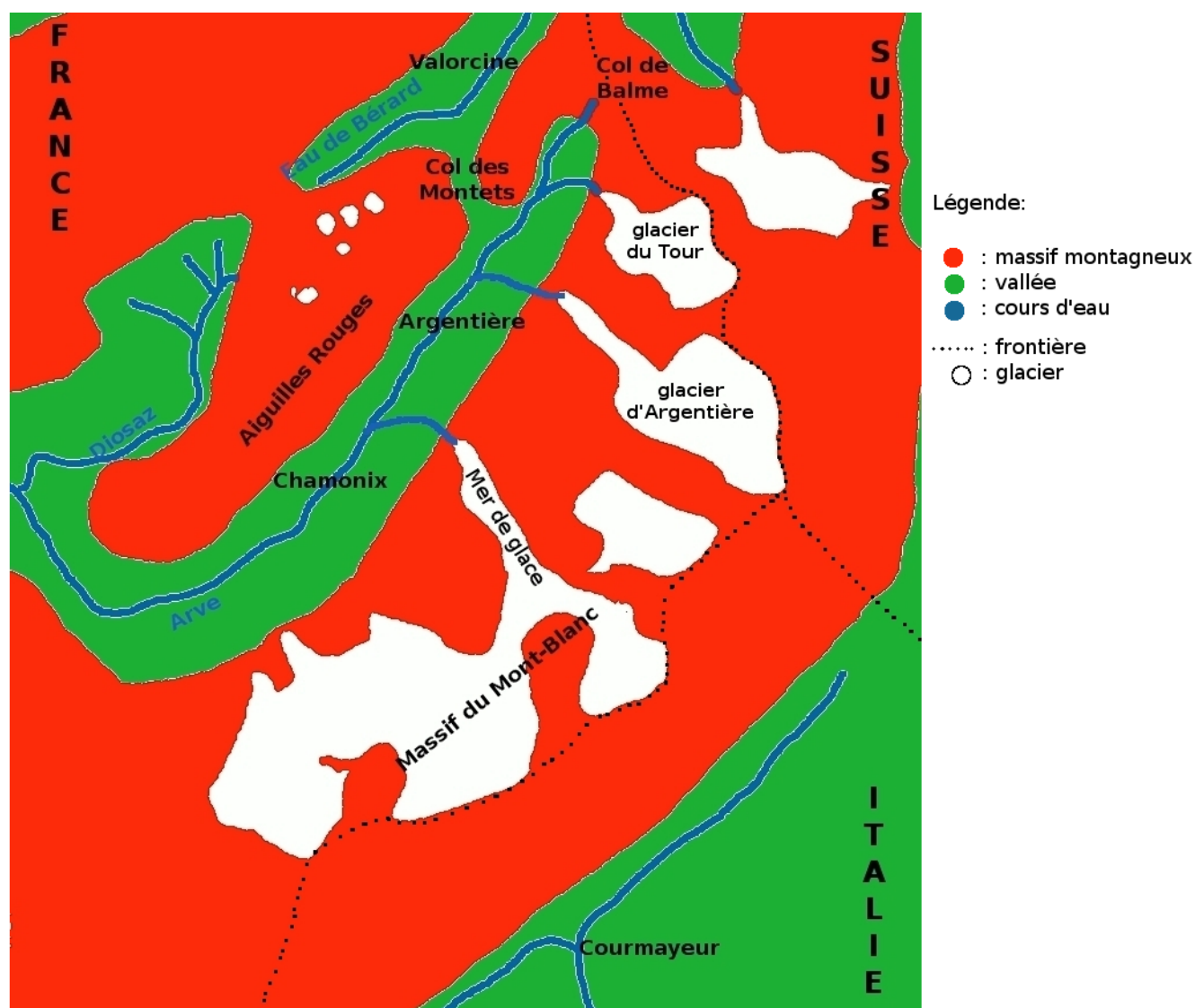


FIG. 69 – Cartes schématisiques des principaux noms de lieux utilisés.

II Carte géographique

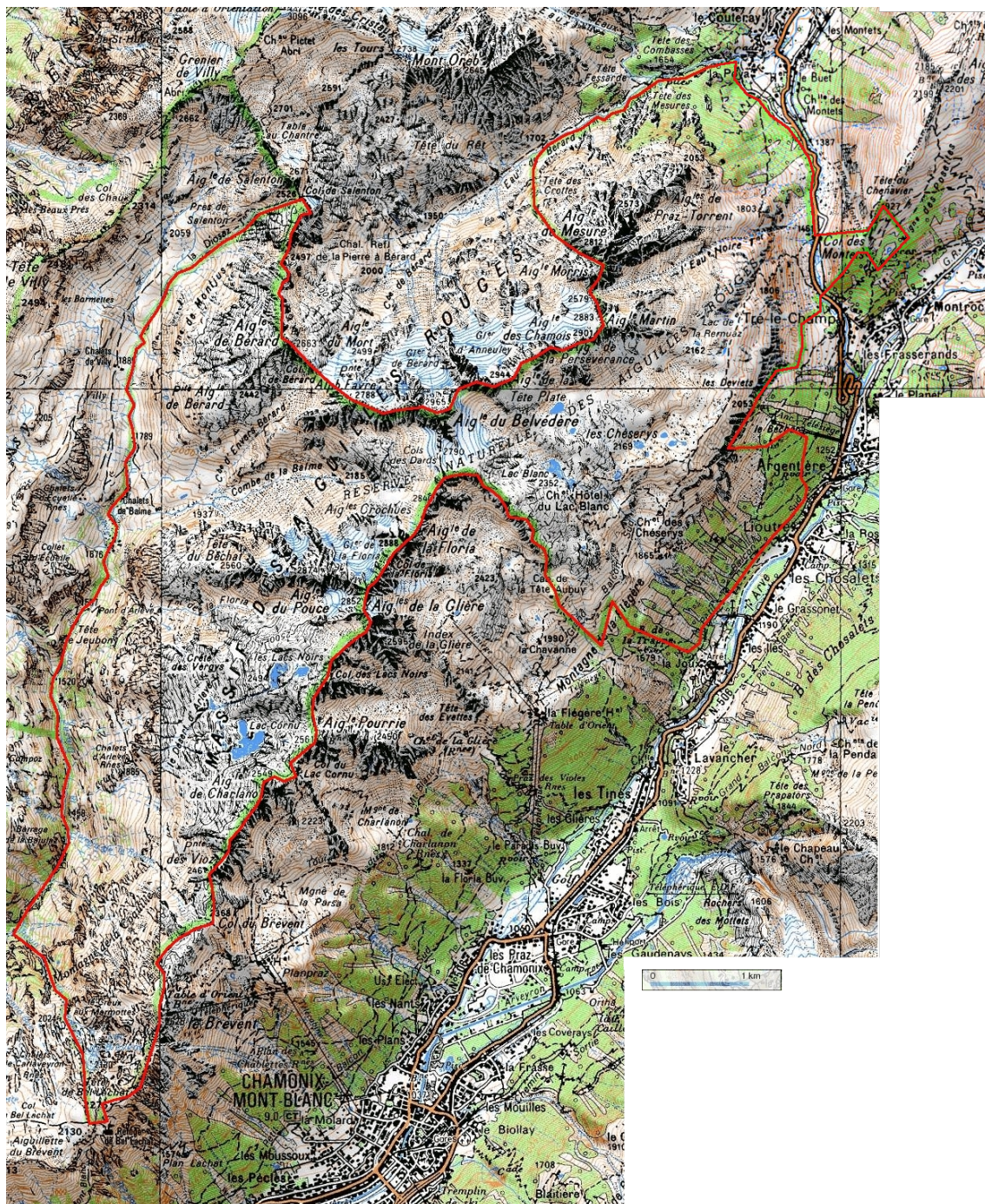


FIG. 70 – Tracé du contour de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

III Carte géologique

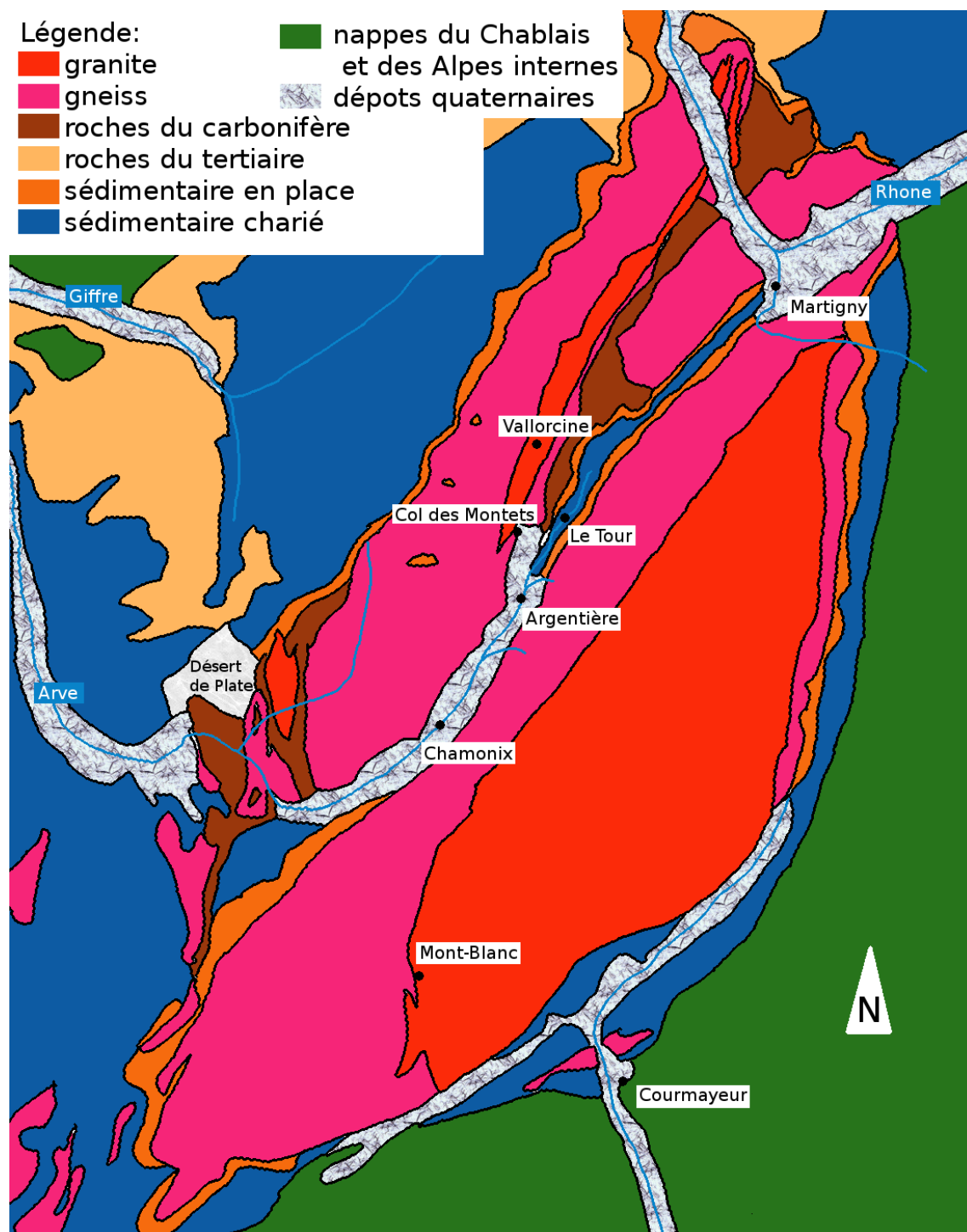


FIG. 71 – Carte géologique schématisée de la vallée de Chamonix, inspirée par M. Delamette.

IV Arrêté constitutif de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

9200

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

4. Septembre 1974.

MINISTÈRE DE LA QUALITÉ DE LA VIE

ENVIRONNEMENT

Création de la réserve naturelle dit « des Aiguilles rouges » (Haute-Savoie).

Le ministre de la qualité de la vie

Vu la loi du 2 mai 1930, modifiée par la loi n° 57-740 du 1^{er} juillet 1957 et par la loi n° 67-1174 du 28 décembre 1967, notamment son article 8 bis concernant le classement d'un site en réserve naturelle;

Vu le décret n° 74-578 du 6 juin 1974 relatif aux attributions du ministre de la qualité de la vie;

Vu l'avis favorable émis par le conseil national de la protection de la nature dans sa séance du 7 décembre 1973;

Vu l'avis favorable émis par la commission départementale des sites, perspectives et paysages de la Haute-Savoie dans sa séance du 19 mai 1972;

Vu l'avis favorable émis par la commission supérieure des sites, perspectives et paysages dans sa séance du 20 mars 1974;

Vu l'adhésion au classement donnée par les communes de Chamonix-Mont-Blanc et de Vallorcine suivant délibérations en date respectivement des 30 avril et 16 novembre 1971;

Vu l'adhésion au classement donnée par les consorts des Cheserys et les consorts de la Remuaz, propriétaires, respectivement les 4 juin et 20 avril 1971;

Vu l'avis formulé le 21 mai 1974 par le ministre de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports;

Vu l'avis formulé le 21 juin 1974 par le ministre de l'industrie et de la recherche;

Vu l'avis formulé le 23 avril 1974 par le ministre des armées;

Vu l'accord donné le 24 juin 1974 par le ministre de l'agriculture,

Arrête :

Art. 1^{er} — Est classé en réserve naturelle en application de l'article 8 bis de la loi du 2 mai 1930 susvisée le secteur dit « des Aiguilles rouges » sis sur le territoire des communes de Chamonix-Mont-Blanc et de Vallorcine (département de la Haute-Savoie) intéressant les parcelles cadastrales suivantes :

Domaine privé de la commune de Chamonix-Mont-Blanc :

Section A, n° 2923 à 2931 ;

Section B, n° 1 et 2, 40, 42 et 43, 3786 3788 à 3797 et 3799 à 3803 ;

Section E, n° 1 à 22, 30 à 70 et 80,

pour une contenance de 2 121 hectares 76 ares 82 centiares ;

Terrains faisant l'objet de droits acquis par les consorts des Cheserys (territoire de la commune de Chamonix-Mont-Blanc) :

Section B, n° 44 et 3768 à 3785 pour une contenance de 592 hectares 34 ares 33 centiares ;

Terrains faisant l'objet de droits acquis par les consorts de la Remuaz (territoire de la commune de Chamonix-Mont-Blanc) :

Section B, n° 46 pour une contenance de 138 hectares 65 ares 28 centiares ;

Domaine privé de la commune de Vallorcine :

Section B, n° 20, 29 à 31 et 40, pour une contenance de 426 hectares 98 ares 87 centiares,

soit une superficie totale de 3 278 hectares 78 ares 10 centiares.

Art. 2 — La réserve naturelle « des Aiguilles rouges » ainsi définie est soumise aux interdictions et obligations énoncées dans les articles ci-après :

Art. 3 — La chasse est interdite sur l'ensemble du territoire de la réserve. Constitue notamment un acte de chasse prohibé le passage, sur le territoire de la réserve, d'un ou de plusieurs chiens poursuivant un gibier lancé hors de ce territoire, lorsque leur maître a toléré leur action.

Art. 4 — La détention, le port ou le recel d'une arme à feu ou de munitions sont interdits. Cette disposition n'est pas applicable, d'une part, aux personnes dans l'exercice de leurs fonctions de police judiciaire, mentionnées au titre I^{er}, livre I^{er}, du code de procédure pénale, et, d'autre part, aux militaires faisant partie des détachements prévus à l'article 11 ci-dessous.

Art. 5 — Le droit de pêche dans tous les cours et plans d'eau continue à s'exercer conformément aux dispositions du livre III, titre II du code rural.

FIG. 72 — Arrêté fixant la création de la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

Art. 6. — Il est interdit, sauf autorisation spéciale donnée par le préfet de la Haute-Savoie :

D'apporter ou d'introduire à l'intérieur de la réserve des oeufs ou des petits d'animaux non domestiques ou ces animaux eux-mêmes ;

De détruire ou d'enlever des oeufs, des couvées ou des nids, de tuer ou d'enlever des animaux non domestiques et, à l'intérieur ou à l'extérieur de la réserve dont ils proviennent, qu'ils soient vivants ou morts, de les transporter, de les coïtoyer, de les mettre en vente de les vendre ou de les acheter sciemment ;

De troubler ou de déranger volontairement des animaux par des cris ou des bruits, des projections ou des chutes de pierre ou de toute autre manière.

Nonobstant les dispositions qui précèdent, la destruction des animaux réputés nuisibles peut être autorisée par le préfet de la Haute-Savoie.

Art. 7. — Il est interdit, sauf autorisation spéciale délivrée par le préfet de la Haute-Savoie :

D'introduire à l'intérieur de la réserve, dans un but autre qu'agricole, pastoral ou forestier, des graines, des semis des plants, des greffons, des boutures ou des fructifications de végétaux quelconques ;

De détruire, de couper, de mutiler, d'arracher ou d'enlever, dans un but autre qu'agricole, pastoral ou forestier, des végétaux non cultivés ou leurs fructifications ou, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la réserve dont ils proviennent, de les transporter, de les coïtoyer, de les mettre en vente, de les vendre ou de les acheter sciemment.

La cueillette des fruits tels que myrtilles, framboises ou bucerolles et le ramassage des champignons sont toutefois tolérés en faveur des riverains sous réserve que ces produits soient destinés à la seule consommation domestique et qu'il n'en soit pas fait le commerce.

Art. 8. — Sauf autorisation spéciale donnée par le préfet de la Haute-Savoie, le campement sous une tente, dans un véhicule, dans une caravane ou dans tout autre abri est interdit.

Cette disposition ne s'applique toutefois pas :

Au bivouac tel qu'il est pratiqué par les varappeurs ;

Au bivouac des détachements militaires visés à l'article 11 ci-dessous, avec emploi du matériel réglementaire.

Art. 9. — Il est interdit :

D'abandonner, de déposer ou de jeter en dehors des lieux spécialement désignés à cet effet des papiers, des boîtes de conserve, des bouteilles, des ordures ou des débris de quelque nature que ce soit ;

De porter ou d'allumer du feu ;

De troubler le calme et la tranquillité des lieux en utilisant un appareil radiophonique ou tout autre instrument sonore ;

De faire, par quelque procédé que ce soit, des inscriptions, des signes ou des dessins sur les pierres, les arbres ou tout autre bien meuble ou immeuble, à l'exception des indications nécessaires aux sentiers de montagne ou aux délimitations forestières (cadre normal des opérations d'entretien des périmètres et lignes de parcelles des forêts soumises au régime forestier) ;

D'amener ou d'introduire dans la réserve des chiens autres que des chiens de berger pour les besoins pastoraux ou des chiens d'avalanche.

Art. 10. — Il est interdit de survoler la réserve à une hauteur au-dessus du sol inférieure à mille mètres, sauf autorisation spéciale délivrée par le préfet de la Haute-Savoie.

Cette interdiction n'est toutefois pas applicable :

Aux aéronefs militaires en cas de nécessité absolue ou de nécessité de service dans le cadre des opérations prévues à l'article 11 ci-dessus ;

Aux aéronefs effectuant des opérations de secours ou de sauvetage.

Art. 11. — Les détachements militaires de haute montagne de l'effectif d'une compagnie avec armes et munitions de tir à blanc, animaux de bât, véhicules et, éventuellement, aéronefs d'accompagnement peuvent se déplacer librement à l'intérieur de la réserve.

Pour les détachements d'un effectif supérieur à une compagnie, un préavis sera adressé au préfet de la Haute-Savoie par le commandement militaire local huit jours à l'avance avec confirmation téléphonique dans les vingt-quatre heures précédant le déplacement. Ce préavis indiquera le nombre d'hommes, de véhicules et d'aéronefs, la durée du déplacement, ainsi que l'itinéraire choisi.

Art. 12. — Les activités agricoles, forestières et pastorales continuent à s'exercer librement sous réserve des dispositions du présent arrêté.

Art. 13. — Tout travail public ou privé susceptible de modifier l'état ou l'aspect des lieux est interdit.

Toutefois, la construction de remontées mécaniques peut être autorisée par le préfet de la Haute-Savoie, à la condition que ces équipements apportent le minimum de modifications à l'aspect des lieux et s'intègrent convenablement dans le site, que lesdits équipements soient en nombre réduit et que leur implantation respecte les prescriptions imposées par la réglementation relative à l'urbanisme et les textes particuliers applicables aux installations de cette nature.

En outre, les travaux qui s'avèreraient indispensables à une bonne gestion de la réserve ou qui se révéleraient d'intérêt public indiscutable pourraient être autorisés par le préfet de la Haute-Savoie.

Art. 14. — La recherche et l'exploitation de substances minérales ou fossiles autres que celles visées à l'article 2 du code minier sont interdites.

Art. 15. — Toute activité industrielle ou commerciale est interdite.

Art. 16. — La publicité, quel que soit le moyen par lequel elle est effectuée, est interdite à l'intérieur de la réserve.

Art. 17. — La circulation des véhicules à moteur est prohibée sur toute l'étendue de la réserve. Elle reste toutefois autorisée sur les voies normalement ouvertes aux véhicules à la date de création de la réserve. Elle est également autorisée pour les services de police et de sécurité, pour les véhicules militaires dans les conditions prévues à l'article 11 ci-dessus et pour l'exploitation des domaines agricoles forestiers et pastoraux.

Art. 18. — La circulation et le stationnement des personnes peuvent être réglementés sur tout ou partie de la réserve par le préfet de la Haute-Savoie.

Les écoles d'escalade peuvent notamment faire l'objet d'une telle réglementation en accord avec les compagnies locales de guides ; les écoles d'escalade militaires restent soumises aux seuls règlements militaires.

Art. 19. — Les décisions et autorisations préfectorales prévues aux articles 6, 7, 8, 10, 13 et 18 ci-dessus sont prises après avis d'un comité consultatif de la réserve.

Ce comité a la faculté d'évoquer toute question intéressant la réserve. Il peut proposer toute mesure visant à l'application du présent arrêté ; il peut procéder à la création des commissions techniques qu'il juge utiles et s'entourer, en tant que de besoin, de l'avis de personnalités techniques et scientifiques.

Sa composition est fixée par un arrêté préfectoral publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la Haute-Savoie et il comprend notamment les membres de droit suivants :

La commune de Chamonix-Mont-Blanc ;
La commune de Vallorcine ;
Les consorts des Cheserys ;
Les consorts de la Remuz.

Art. 20. — Le directeur de la protection de la nature le préfet de la Haute-Savoie et les maires des communes de Chamonix-Mont-Blanc et de Vallorcine sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 23 août 1974.

ANDRÉ JARROT.

MINISTRE DE LA QUALITE DE LA VIE

Création de la réserve naturelle
dite « des Aiguilles rouges » (Haute-Savoie).

Rectificatif au Journal officiel du 4 septembre 1974 : page 9200, 2^e colonne, article 1^{er}, 10^e ligne, au lieu de : « section C », lire : « section F » ; même article, 15^e ligne, au lieu de : « ... à 3985... », lire : « ... à 3785... ».

V Décret du 27/01/2010 portant reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges

29 janvier 2010

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Texte 2 sur 135

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NÉGOCIATIONS SUR LE CLIMAT

Décret du 27 janvier 2010 portant reclassement de la réserve naturelle nationale des Aiguilles rouges (Haute-Savoie)

NOR : DEVN0919202D

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat,

Vu le code de l'environnement, notamment le chapitre II du titre III du livre III et les articles L. 362-1, L. 362-2 et L. 581-4 ;

Vu l'arrêté du préfet de la Haute-Savoie en date du 21 mai 2008 portant ouverture d'une enquête publique relative au projet de réserve naturelle nationale des Aiguilles rouges ;

Vu le dossier d'enquête publique, notamment le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur en date du 28 juillet 2008 ;

Vu les avis des conseils municipaux de Chamonix-Mont-Blanc et de Vallorcine en date du 3 juillet 2008 et du 11 juillet 2008 ;

Vu l'avis du conseil général de la Haute-Savoie en date du 28 juillet 2008 ;

Vu la lettre en date du 23 mai 2008 par laquelle le préfet de la Haute-Savoie saisit pour avis le conseil régional Rhône-Alpes ;

Vu la lettre en date du 10 septembre 2008 par laquelle le préfet de la Haute-Savoie saisit le président du conseil général en vue de la consultation de la commission départementale des espaces, sites et itinéraires relatifs aux sports de nature ;

Vu l'avis de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites de la Haute-Savoie en date du 17 septembre 2008 ;

Vu l'avis du comité de massif des Alpes en date du 30 septembre 2008 ;

Vu le rapport et l'avis du préfet de la Haute-Savoie en date du 28 novembre 2008 ;

Vu les avis du Conseil national de la protection de la nature en date du 27 novembre 2007 et du 1^{er} décembre 2008 ;

Vu les avis et accords des ministres intéressés ;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décète :

TITRE I^{er}

DÉLIMITATION DE LA RÉSERVE ET DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Art. 1^{er}. – Sont classées en réserve naturelle nationale, sous la dénomination « réserve naturelle nationale des Aiguilles rouges » (Haute-Savoie), les parcelles cadastrales suivantes, identifiées par les références des documents cadastraux disponibles en mai 2008, en totalité ou pour partie (pp) :

Commune de Chamonix-Mont-Blanc :

Section A : n^{os} 2923 à 2926, 2927 pp, 2928, 2929 pp, 2930 pp, 2931 et 2932 ;

Section B : n^{os} 2 pp, 40, 42 à 46, 3768 à 3786, 3788 à 3796 et 3799 à 3803 ;

Section F : n^{os} 1 à 28, 32 pp, 33 à 70, 80, 81, 82 pp et 83.

Commune de Vallorcine :

Section B : n° 27, 29 pp, 30, 31 pp et 40 pp.

Sont également classés en réserve naturelle nationale la route départementale n° 1506, les chemins ruraux et privés et toutes les autres voies non cadastrés ainsi que les cours d'eau et fossés inclus dans le périmètre de la réserve tel que figurant sur les plans annexés au présent décret.

La superficie totale de la réserve est de 3 276 hectares environ.

Les parcelles ou parties de parcelles et emprises constituant le périmètre de la réserve sont reportées sur la carte au 1/32 000 et sur les plans cadastraux annexés au présent décret. Ces pièces peuvent être consultées à la préfecture de la Haute-Savoie.

Art. 2. – Le préfet organise la gestion de la réserve conformément aux articles R. 332-15 à R. 332-22 du code de l'environnement.

Art. 3. – Les règles édictées par le présent décret sont applicables sur l'ensemble des espaces classés dans le périmètre de la réserve en vertu de l'article 1^{er}, à moins qu'il en soit disposé autrement.

TITRE II

RÈGLES RELATIVES

À LA PROTECTION DU PATRIMOINE NATUREL

Art. 4. – I. – Il est interdit :

1° D'introduire des animaux d'espèces non domestiques quel que soit leur stade de développement, sauf autorisation délivrée par le préfet, après avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel ;

2° Sous réserve des activités autorisées par le présent décret dans la stricte mesure nécessaire à leur exercice :

- de porter atteinte de quelque manière que ce soit aux animaux d'espèces non domestiques, quel que soit leur stade de développement, ainsi qu'à leurs sites de reproduction ou de les emporter hors de la réserve, sauf autorisation du préfet délivrée à des fins scientifiques, sanitaires ou de sécurité après avis du conseil scientifique de la réserve ;
- de troubler ou de déranger les animaux d'espèces non domestiques par quelque moyen que ce soit ;

3° D'introduire des animaux domestiques à l'exception :

- des chiens tenus en laisse accompagnant des personnes non voyantes ;
- des chiens qui sont utilisés pour les besoins pastoraux ;
- des chiens qui, en période d'ouverture de la chasse, sont tenus en laisse sur le sentier emprunté par les chasseurs entre la Joux et le bois de la Trappe ainsi que sur les deux sentiers entre Tré-le-Champ et la Tête de Chenavier et la montagne des Posettes pour rejoindre des zones de chasse autorisée hors réserve naturelle ;
- des chiens tenus en laisse qui, en période d'ouverture de la chasse, sont utilisés dans le cadre de la recherche de gibier blessé venant de secteurs de chasse en périphérie de la réserve ;
- des chiens qui sont utilisés dans le cadre de missions scientifiques, de police, de recherche et de sauvetage ;
- des bovins, ovins, caprins et équidés dans le cadre des activités agricoles, forestières, pastorales et commerciales autorisées par le présent décret ou en accompagnement d'une activité de randonnée pédestre.

II. – Le préfet peut prendre, néanmoins, après avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel, toutes les mesures compatibles avec le plan de gestion en vue d'assurer le suivi scientifique et la conservation d'espèces animales, de limiter ou de réguler les populations d'animaux surabondants ou susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques et des dégâts préjudiciables aux milieux naturels et aux espèces ou aux activités agricoles, forestières et pastorales prévues par le présent décret.

Art. 5. – I. – Il est interdit, sous réserve des activités agricoles, forestières et pastorales autorisées par le présent décret dans la stricte mesure nécessaire à leur exercice :

1° D'introduire tous végétaux quel que soit leur stade de développement, sauf autorisation délivrée par le préfet après avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel ;

2° De porter atteinte, de quelque manière que ce soit, aux végétaux non cultivés, de les couper, de les transporter ou de les emporter hors de la réserve, sauf à des fins d'entretien de la réserve ou sous réserve d'autorisation délivrée par le préfet à des fins scientifiques après avis du conseil scientifique de la réserve.

Toutefois, sous réserve des droits des propriétaires, et compte tenu des usages en vigueur à la date de publication du présent décret, la cueillette de fruits tels que les myrtilles, les framboises ou les raisins d'ours et de champignons est autorisée à des fins de consommation personnelle mais peut être réglementée par le préfet.

II. – Le préfet peut prendre, après avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel, toutes mesures compatibles avec le plan de gestion en vue d'assurer le suivi scientifique et la conservation d'espèces végétales

ou de limiter les végétaux surabondants, envahissants ou susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques et des dégâts préjudiciables aux milieux naturels et aux espèces ou aux activités agricoles, forestières et pastorales prévues par le présent décret.

Art. 6. – Il est interdit :

1° D'abandonner, de déposer ou de jeter tout produit, quel qu'il soit, de nature à nuire à la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou du sous-sol du site ou à l'intégrité de la faune et de la flore sous réserve des dispositions du II des articles 4 et 5 du présent décret ;

2° D'abandonner, de déposer ou de jeter des débris de quelque nature que ce soit ;

3° De troubler la tranquillité des lieux par toute perturbation sonore sous réserve des besoins des activités y compris des missions militaires autorisées par le présent décret dans la stricte mesure nécessaire à leur exercice ;

4° De faire un feu dans le milieu naturel sauf autorisation délivrée par le préfet ;

5° De faire des inscriptions autres que celles qui sont nécessaires à l'information, la circulation et la sécurité du public telles que prévues dans le plan de gestion et aux délimitations foncières ou aux activités scientifiques et sylvicoles.

Art. 7. – Toute activité de recherche ou d'exploitation minière ou de carrière est interdite.

Les prélèvements de roches, de minéraux et de fossiles sont interdits sauf autorisation délivrée par le préfet à des fins scientifiques après avis du conseil scientifique de la réserve.

TITRE III

RÈGLES RELATIVES À LA CHASSE ET À LA PÊCHE

Art. 8. – La chasse est interdite.

Art. 9. – I. – La détention, le port ou le recel d'une arme à feu ou de munitions sont interdits.

II. – Cette disposition ne s'applique pas :

1° Aux personnes dans l'exercice de leurs fonctions de police ;

2° Ainsi qu'aux personnes placées sous leur responsabilité dans le cadre des autorisations prévues au II de l'article 4 du présent décret ;

3° Aux militaires faisant partie des détachements de haute montagne visés par le présent décret.

III. – En période d'ouverture de la chasse, les chasseurs empruntant le sentier entre la Joux et le bois de la Trappe, les deux sentiers entre Tré-le-Champ et la Tête de Chenavier et la montagne des Posettes pour se rendre sur des zones de chasse autorisée hors réserve naturelle peuvent toutefois transporter leurs munitions et leurs armes neutralisées dans un étui ou un sac.

Art. 10. – La pêche s'exerce conformément à la réglementation en vigueur.

TITRE IV

RÈGLES RELATIVES AUX ACTIVITÉS AGRICOLES, FORESTIÈRES, PASTORALES, INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

Art. 11. – Les activités agricoles, forestières et pastorales s'exercent conformément à la réglementation et aux usages en vigueur à la date de publication du présent décret ainsi qu'aux orientations définies dans le plan de gestion.

Art. 12. – I. – Les activités industrielles ou commerciales sont interdites.

II. – Toutefois, le préfet peut autoriser les activités commerciales liées à la gestion et à l'animation de la réserve, à la gestion du refuge du Lac Blanc et aux activités agricoles, forestières et pastorales prévues par le présent décret.

TITRE V

RÈGLES RELATIVES AUX TRAVAUX

Art. 13. – I. – Les travaux publics ou privés modifiant l'état ou l'aspect de la réserve sont interdits.

II. – Toutefois, certains travaux modifiant l'état ou l'aspect de la réserve peuvent bénéficier de l'autorisation spéciale prévue par l'article L. 332-9 du code de l'environnement dans les conditions prévues aux articles R. 332-23 à R. 332-25 de ce code.

III. – Peuvent être également réalisés, lorsqu'ils ont fait l'objet d'une déclaration au préfet, dans les conditions prévues à l'article R. 332-26 du code de l'environnement, les travaux publics ou privés susceptibles de modifier l'état ou l'aspect de la réserve prévus dans le plan de gestion approuvé, sans préjudice du respect des autres règles qui leur sont applicables.

TITRE VI

RÈGLES RELATIVES
AUX ACTIVITÉS SPORTIVES ET TOURISTIQUES

Art. 14. – Les activités sportives et touristiques sont réglementées par le préfet, après avis du conseil scientifique de la réserve.

La pratique de l'escalade peut notamment faire l'objet d'une telle réglementation après consultation des compagnies locales de guides.

La pratique de l'escalade militaire reste soumise aux seuls règlements militaires.

Les rassemblements et les manifestations, notamment à caractère sportif, sont soumis à autorisation du préfet après avis du conseil scientifique de la réserve.

Art. 15. – I. – Le campement sous une tente, dans un véhicule ou dans tout autre abri est interdit.

II. – Cette disposition ne s'applique pas :

1° Au bivouac qui est réglementé par le préfet en cohérence avec le plan de gestion ;

2° Au bivouac des détachements militaires autorisés par le présent décret, avec emploi du matériel réglementaire ;

3° Au campement lié à l'entretien, la gestion et la surveillance de la réserve.

TITRE VII

RÈGLES RELATIVES AUX ACTIVITÉS MILITAIRES

Art. 16. – Les détachements militaires de haute montagne, en exercice, de l'effectif d'une compagnie avec armes et munitions de tir à blanc, animaux de bât, véhicules et, éventuellement, aéronefs d'accompagnement, peuvent se déplacer librement à l'intérieur de la réserve.

Pour les détachements d'un effectif supérieur à une compagnie, un préavis est adressé au préfet par le commandement militaire local huit jours à l'avance avec confirmation téléphonique dans les vingt-quatre heures précédant le déplacement. Ce préavis indique le nombre d'hommes, de véhicules et d'aéronefs, la durée de déplacement ainsi que l'itinéraire choisi ; le préfet peut émettre des recommandations.

TITRE VIII

RÈGLES RELATIVES
À LA CIRCULATION ET AU STATIONNEMENT

Art. 17. – I. – La circulation et le stationnement des véhicules à moteur sont interdits en dehors de la route départementale n° 1506 et de sa déviation temporaire par le tunnel ferroviaire.

II. – Toutefois, cette interdiction ne s'applique pas, dans la stricte mesure nécessaire aux activités et opérations considérées, aux véhicules utilisés :

1° Par les agents des services publics dans l'exercice de leur mission ;

2° Par les détachements militaires visés dans le présent décret ;

3° Pour les opérations de police, de secours, de sauvetage ou de lutte contre les incendies ;

4° Pour l'entretien, la gestion et la surveillance de la réserve ;

5° Pour les activités agricoles, forestières ou pastorales autorisées par le présent décret.

Art. 18. – La circulation et le stationnement des personnes, à l'exception de celles qui participent aux opérations de police, de secours ou de sauvetage ainsi qu'à d'autres missions de service public ou militaires, peuvent être réglementés sur tout ou partie de la réserve par le préfet après avis du conseil scientifique de la réserve.

Art. 19. – I. – Sauf autorisation délivrée par le préfet, il est interdit :

1° Aux aéronefs moto-propulsés de survoler la réserve à une hauteur inférieure à 1 000 mètres au-dessus du sol ;

2° Aux aéronefs non moto-propulsés de survoler la réserve à une hauteur inférieure à 300 mètres au-dessus du sol.

II. – Ces dispositions ne s'appliquent pas :

1° Aux aéronefs effectuant des missions de secours, de sauvetage, de sécurité civile, de police, de douane ou de lutte contre les incendies de forêts ;

2° Aux aéronefs militaires en cas de nécessité absolue de service ou à l'occasion de missions effectuées par les détachements militaires de haute montagne ;

3° Aux aéronefs effectuant des opérations de gestion de la réserve.

TITRE IX

AUTRES DISPOSITIONS

Art. 20. – L'utilisation à des fins publicitaires de toute expression évoquant directement ou indirectement la réserve est soumise à autorisation délivrée par le préfet.

Art. 21. – L'arrêté ministériel du 23 août 1974 portant création de la réserve naturelle dit « des Aiguilles rouges » (Haute-Savoie) est abrogé.

Art. 22. – Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat, et la secrétaire d'Etat chargée de l'écologie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 27 janvier 2010.

FRANÇOIS FILLON

Par le Premier ministre :

*Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie,
de l'énergie, du développement durable et de la mer,
en charge des technologies vertes
et des négociations sur le climat,*
JEAN-LOUIS BORLOO

*La secrétaire d'Etat
chargée de l'écologie,*
CHANTAL JOUANNO

FIG. 73 – Décret du 27/01/2010 portant reclassement de la Réserve Naturelle Nationale des Aiguilles Rouges

VI Autorisation Préfectorale pour les prélèvements scientifiques



direction
départementale
de l'Équipement
et de l'Agriculture
Haute-Savoie

service eau-environnement
cellule milieux naturels,
forêt et cadre de vie

référence
:\W\Milieux_sensibles\Reserves_natur
elles\Administration\Autorisation\2009\
ARP_HUBERT_Quentin.odt
affaire suivie par :
Jean-Luc DESBOIS

Annecy, le 18 août 2009

Arrêté n° DDEA-2009.685

RÉSERVES NATURELLES DE HAUTE-SAVOIE
(Aiguilles Rouges - Carlaveyron - et Vallon de
Bérard)

Autorisation Prélèvements Scientifiques

LE SECRETAIRE GENERAL CHARGE DE
L'ADMINISTRATION DE L'ETAT DANS LE
DEPARTEMENT

VU le Code de l'Environnement et notamment ses articles L 332-1 à L 332-8 et R 332-1 à R 332-14,

VU l'arrêté ministériel du 23 août 1974 portant création de la réserve naturelle des Aiguilles Rouges,

VU le décret n° 91-258 du 5 mars 1991 portant création de la réserve naturelle de Carlaveyron,

VU le décret n° 92-1007 du 17 septembre 1992 portant création de la réserve naturelle du Vallon de Bérard,

VU le décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 relatif aux pouvoirs des préfets et à l'action des services et organismes publics de l'Etat dans les départements,

VU l'arrêté préfectoral n° 2009-1842 du 1er juillet 2009 de délégation de signature à Monsieur le Directeur départemental de l'Équipement et de l'Agriculture de la Haute-Savoie,

VU la demande de Monsieur HUBERT Quentin en date du 2 août 2009,

SUR proposition de Monsieur le Directeur Départemental de l'Équipement et de l'Agriculture de la Haute-Savoie,

AUTORISE

ARTICLE 1

Monsieur HUBERT Quentin est autorisé à procéder à la capture de collemboles nivicoles et autres micro-espèces de névés d'altitudes sur les réserves naturelles nationales ci-dessus mentionnées.

Les prélèvements prévus seront effectués conformément aux modalités précisées dans les articles du présent arrêté.

Aucun prélèvement d'espèces protégées n'est autorisé.

horaires d'ouverture :
8h30-12h00 / 13h30-17h00
(16h00 le vendredi)

adresse :
15 rue Henry-Bordeaux
74998 Annecy cedex 9

téléphone :
04 50 33 78 00

télécopie :
04 50 27 96 09

courriel :
ddea-haute-savoie
@equipement-agriculture.gouv.fr

internet :
www.haute-savoie.equipement-
agriculture.gouv.fr

FIG. 74 – Arrêté préfectoral autorisant les prélèvements scientifiques au sein des Réserves Naturelles de Haute Savoie

2 / 2

ARTICLE 2 : Obligations

Pour les réserves naturelles,

- Les gardes doivent être tenus informés une semaine à l'avance des dates, périodes et itinéraires des interventions.
- Le pétitionnaire devra être porteur du présent arrêté et le présenter en cas de contrôle.
- Le pétitionnaire s'engage à accepter la visite d'un garde de la réserve qui s'assurera de la bonne exécution de l'autorisation et établira un constat d'exécution.
- L'utilisation de véhicules à moteur est interdite.
- Les résultats des prélèvements et études devront annuellement être portés à la connaissance des comités consultatifs, du conseil scientifique des réserves et de la DDEA.

ARTICLE 3 : Durée de validité

Cette autorisation est valable à compter de sa délivrance et jusqu'au 31 mars 2010.

ARTICLE 4

Le Directeur Départemental de l'Équipement et de l'Agriculture est chargé de l'exécution du présent arrêté dont une copie sera adressée à :

- Monsieur le Préfet de la Haute-Savoie (DRCL - 2^{ème} Bureau)
- Monsieur le Sous-Préfet de BONNEVILLE
- Monsieur le Directeur Régional de l'Environnement
- Monsieur le Maire de Chamonix
- Monsieur le Maire de Vallorcine
- Monsieur le Maire des Houches
- Monsieur le Conservateur des Réserves Naturelles, ASTERS
- Monsieur le Président du Comité Scientifique des Réserves Naturelles de Haute-Savoie
- Messieurs les Gardes des Réserves Naturelles de Haute-Savoie
- Monsieur le Directeur de l'Office National des Forêts (ONF)
- Monsieur le Directeur de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)
- Monsieur le Directeur de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA)
- Les Gendarmeries de CHAMONIX

P/ le Secrétaire Général et par délégation,
Le Directeur Départemental
de l'Équipement et de l'Agriculture,

Gérard JUSTINIANY

Coordinateur des gardes des réserves naturelles de Haute-Savoie - ASTERS :
Garde de la réserve naturelle du Vallon de Bérard
M. Daniel GERFAUD-VALENTIN Tél. 04.50.93.93.70 Port. 06.17.54.28.73

Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt :
M. Jean-Luc DESBOIS Tél. 04.50.88.47.18 Fax : 04.50.88.45.25

VII Sujets à connaître avant le stage au col des Montets

Voici une retranscription des sujets à maîtriser avant le stage d'été au col des Montets. La liste des sujets ainsi qu'un "guide du col de Montets" sont donnés aux futurs stagiaires lors de leur inscription au stage.

Thèmes relatifs au chalet d'accueil :

Généralités sur la montagne, la flore et la faune :

- étagement de la végétation en montagne, l'adret, l'ubac, les glaciers, les successions végétales,...
- plantes à fleur, fougères, mousses, lichens, champignons, algues.
- structure d'une fleur, reproduction...
- faune de montagne

La forêt :

- l'écosystème forêt : les transferts d'énergie, échanges gazeux, stratification verticale...
- la faune forestière : cerfs (*Cervus elaphus*), chevreuils (*Capreolus capreolus*), renards (*Vulpes vulpes*), oiseaux...
- les arbres : résineux et feuillus de montagne.
- le sol : microfaune et microflore du sol, minéralisation...

La haute montagne

- faune de la haute montagne : bouquetins (*Capra ibex*), grand corbeau (*Corvus corax*), gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*), marmottes (*Marmota marmota*).
- exemple d'une chaîne alimentaire : trèfle (*Trifolium sp.*), marmotte, aigle royal (*Aquila chrysaetos*).
- les adaptations de certains animaux aux conditions rudes de la haute montagne : comment se réchauffer, se nourrir, passer l'hiver...

La faune typique de montagne : bouquetins, lièvre variable (*Lepus timidus*), marmotte, chocard à bec jaune (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), chamois (*Rupicapra rupicapra*).

- particularités physiologiques et morphologiques de ces espèces.
- leur adaptation aux milieux de montagne
- leur mode de vie.

Les oiseaux : famille des tétraonidés : lagopède alpin (*Lagopus mutus*), tétra lyre (*Tetrao tetrix*) et gélinotte des bois (*Bonasia bonasia*)

- particularités physiologiques et morphologiques de ces espèces.
- leur adaptation aux milieux de montagne
- leur mode de vie.

Les insectes aquatiques :

- qu'est-ce qu'une éphémère ?
- ses adaptations au milieu aquatique
- son mode de vie

Flore alpine et autres plantes particulières (ortie dioïque (*Urtica dioica*), rhododendron ferrugineux (*Rhododendron ferrugineum*), sphaigne ...

- plantes à fleur, plante sans fleur ?
- familles
- particularités de la plante (adaptations particulières aux milieux où on les trouve).

Thèmes relatifs au sentier de découverte :

La lande à éricacées :

- rhododendrons (*Rhododendron hirsutum*), callune (*Calluna vulgaris*) les trois sortes de myrtilles (*Vaccinum sp.*)...
- particularités de la lande à rhododendron.

Tourbière et petits lacs :

- qu'est-ce qu'une tourbière ?
- faune et flore des tourbières.
- espèces particulières de la tourbière : sphaigne, droséra (*Drosera rotundifolia*), grassette vulgaire (*Pinguicula vulgaris*), linaigrette (*Eriophorum sp.*), popule, cirse (*Cirsium sp.*)...
- faune et flore des petits lacs.

Aulnaie et mégaphorbiaie :

- l'aulne vert (*Alnus alnobetula*).
- les plantes de la mégaphorbiaie : la laitue des alpes (*Cicerbita alpina*), l'épilobe (*Epilobium sp.*), tussilage (*Tussilago farfara*), pétasite (*Petasites sp.*), adénostyle (*Adenostyles*).

Arbre et arbustes du col des Montets :

- épicéa (*Picea abies*), mélèze (*Larix decidua*), pin arolle (*Pinus cembra*), pin à crochets (*Pinus mugo*).
- bouleau (*Betula sp.*), érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), aulne (*Alnus sp.*), sorbier (*Sorbus aucuparia*), sureau (*Sambucus sp.*), genévrier nain (*Juniperus sp.*).
- adaptation particulière des certains arbres à la montagne.

La colonisation des rochers et les fougères :

- les colonisateurs des éboulis : lichens, joubarbe des montagnes (*Sempervivum montanum*), l'achémille alpine (*Achemille alpina*).
- les différentes fougères du sentier de découverte : allosore crépu, blechnum spicant, polypode...
- la reproduction des fougères.

Les plantes particulières : l'ortie (*Urtica sp.*), le rumex des alpes (*Rumex alpinus*), le géranium des bois (*Geranium silvaticum*), l'arnica (*Arnica montana*), la campanule (*Campanula sp.*), le trèfle des alpes (*Trifolium alpinum*), les ombellifères.

Autres thèmes possibles

- insecte : l'Ips typographe (*Ips typographus*)
- l'écosystème forestier de montagne
- la géologie de Mont-Blanc
- les lichens
- les oiseaux de montagnes et les rapaces
- les mammifères ongulés ou rongeurs ou insectivores ou carnivores.

VIII Fiche de suivi

Fiche n°:

Fiche d'étude des Collemboles nivicoles

Observateur:	Date:
Lieu:	Heure:
Altitude:	

CONTEXTE D'OBSERVATION

Météo	Beau Orage	Beau + nuages Neige	Éclaircies Grêle	Couvert Pluie forte	Brouillard Bruine
Exposition de la zone		S N	S-E N-O	E O	N-E S-O
Pente du terrain:					
Température extérieure:					
Vent	Nul	Faible	Moyen	Fort	Violent

SOL: neige et couvert végétal

Type de neige:	Glace Neige mouillée	Neige fraîche Neige tassée	Poudreuse Résidu d'avalanche
Température de la neige:		Type de végétation:	
Dernière chute de neige:		Type de sol:	
Hauteur de neige fraîche:		Surface de récolte:	
Profondeur de récolte:			

BIOLOGIQUE

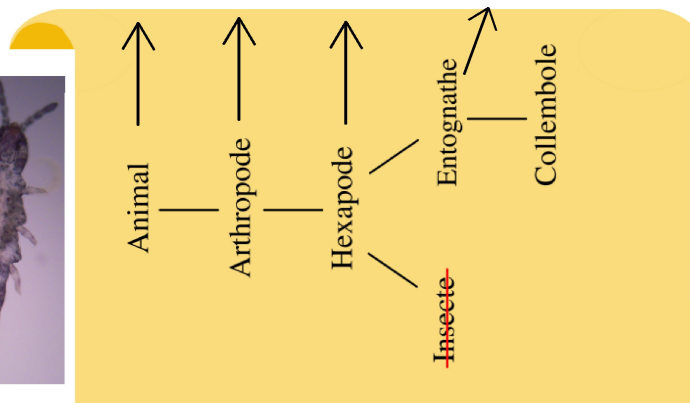
Présence de déchets organiques (pollen, insectes, feuilles mortes, déjections animales,...):
Présence de prédateurs:

REMARQUES PARTICULIÈRES

FIG. 75 – Fiche de suivi pour l'étude des collemboles

IX Panneaux didactiques

1. Les collemboles, tu connais ?

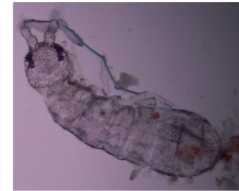
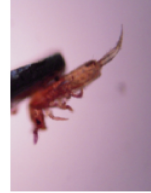


Je suis un petit animal qui mesure entre 1 et 5 mm et vit dans le sol, tu ne m'as certainement jamais vu, mais je suis partout sous tes pas!

Arthropode, ça veut dire que j'ai des pattes et qu'elles sont articulées, un peu comme toi en fait....

"Hexa", en grec, ça signifie 6 et "podes", c'est les pattes. J'ai donc 6 pattes, comme les fourmis, papillons, scarabées,... mais attention, je ne suis pas un insecte.

On dit que je suis un Entognathes, encore un mot compliqué qui vient du grec, mais en français, cela veut simplement dire que ma machoire est cachée à l'intérieur de ma bouche. C'est à cause de cela que je suis différent des Insectes.



Les collemboles - Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges

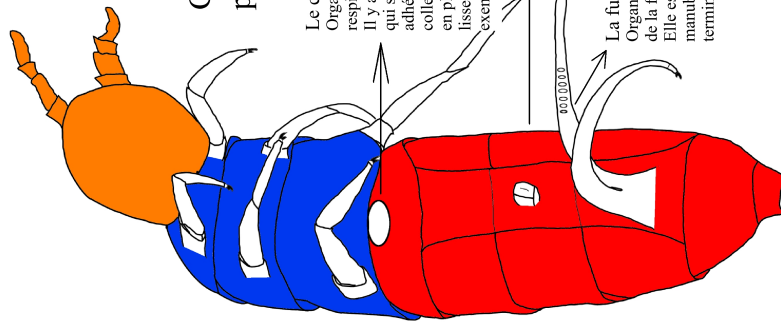
2. Les collemboles, morphologie

La tête

On y retrouve deux antennes, des ocelles et un organe post antennaire

Le thorax

Composé de trois segments, chacun portant une paire de pattes. Les pattes sont terminées par une ou deux griffes



Le collophore:
Organe qui servirait à la respiration, à l'apport en eau. Il y aurait aussi une glande qui sécrète un liquide adhésif permettant au collembole de se maintenir en place sur des surfaces lisses, comme la glace par exemple.

Le rétinacle:
appelé aussi tenaculum, sert à attacher fixer la furca au repos, grâce à une série de dents

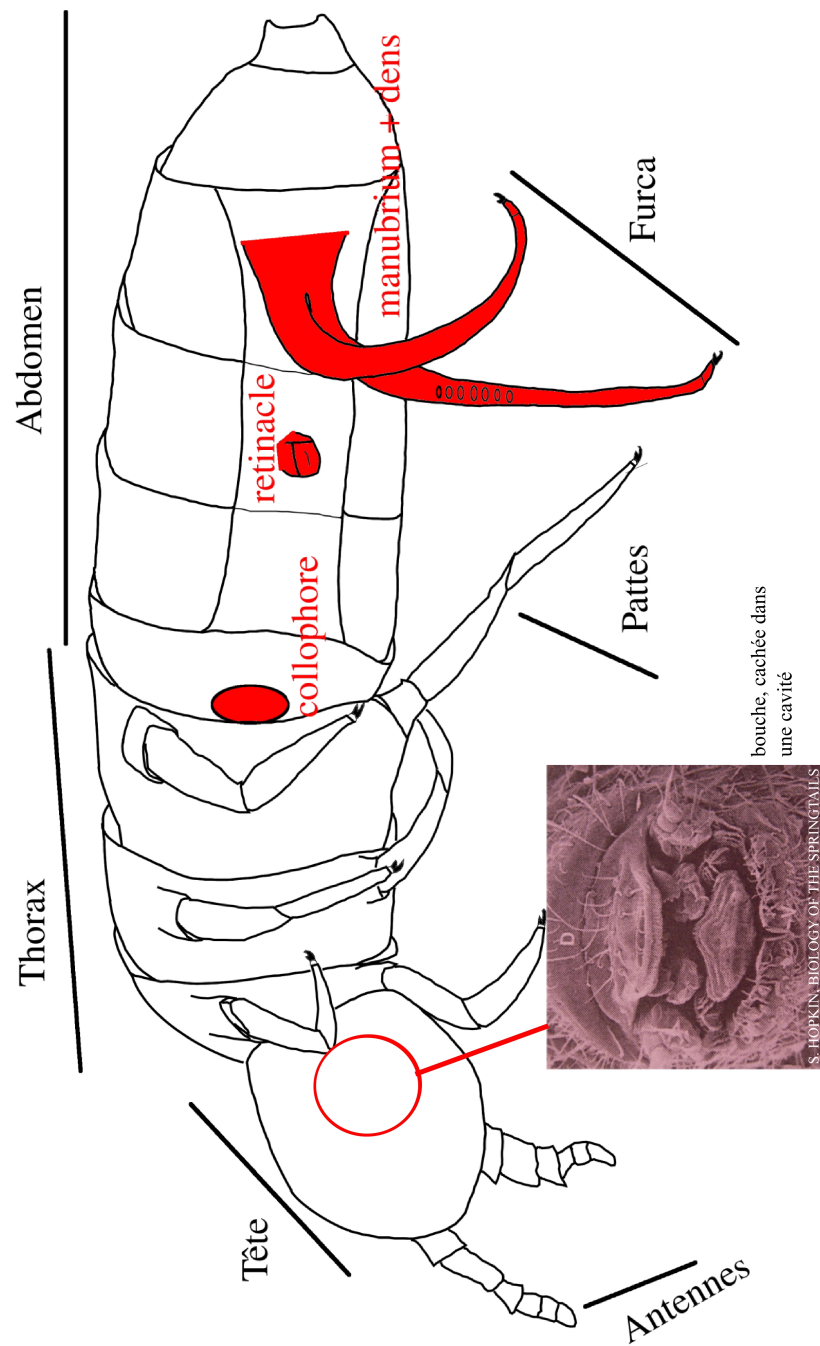
La furca:
Organe de saut, elle proviendrait de la fusion d'anciennes pattes. Elle est constituée d'une base, le manubrium, de deux dents terminées par le mucron.

L'abdomen

Constitué de 6 segments:

- sur le premier segment se retrouve le tube ventral ou collophore
- sur le troisième segment, il y a le rétinacle
- la furca, organe qui sert au saut (absente chez certaines espèces) se trouve sur le quatrième segment

3. Représentation schématique



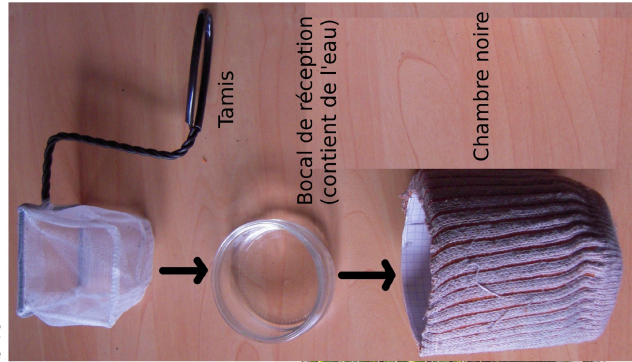
Les collembolles - Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges

4. Comment faire pour me trouver ?

Et bien, c'est très simple, mais il te faudra un peu de matériel.

Première étape:
récolte un peu de terre, dans les bois ou dans ton jardin.

Note:
Il y a des collemboles qui vivent dans les plantes, par exemple dans le Silène acaule!



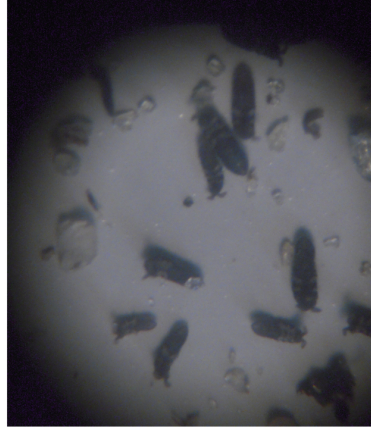
Les collemboles - Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges

Deuxième étape:

Mets la terre à sécher dans un tamis, sous une lampe, avec un petit récipient en-dessous du tamis. Les collemboles n'aiment pas la lumière et la sécheresse, ils vont donc se diriger dans le fond du tamis et tomber dans le récipient.



Dernière étape:
tu peux maintenant observer les collemboles avec une loupe ou un microscope.



5. Qui mange qui ?

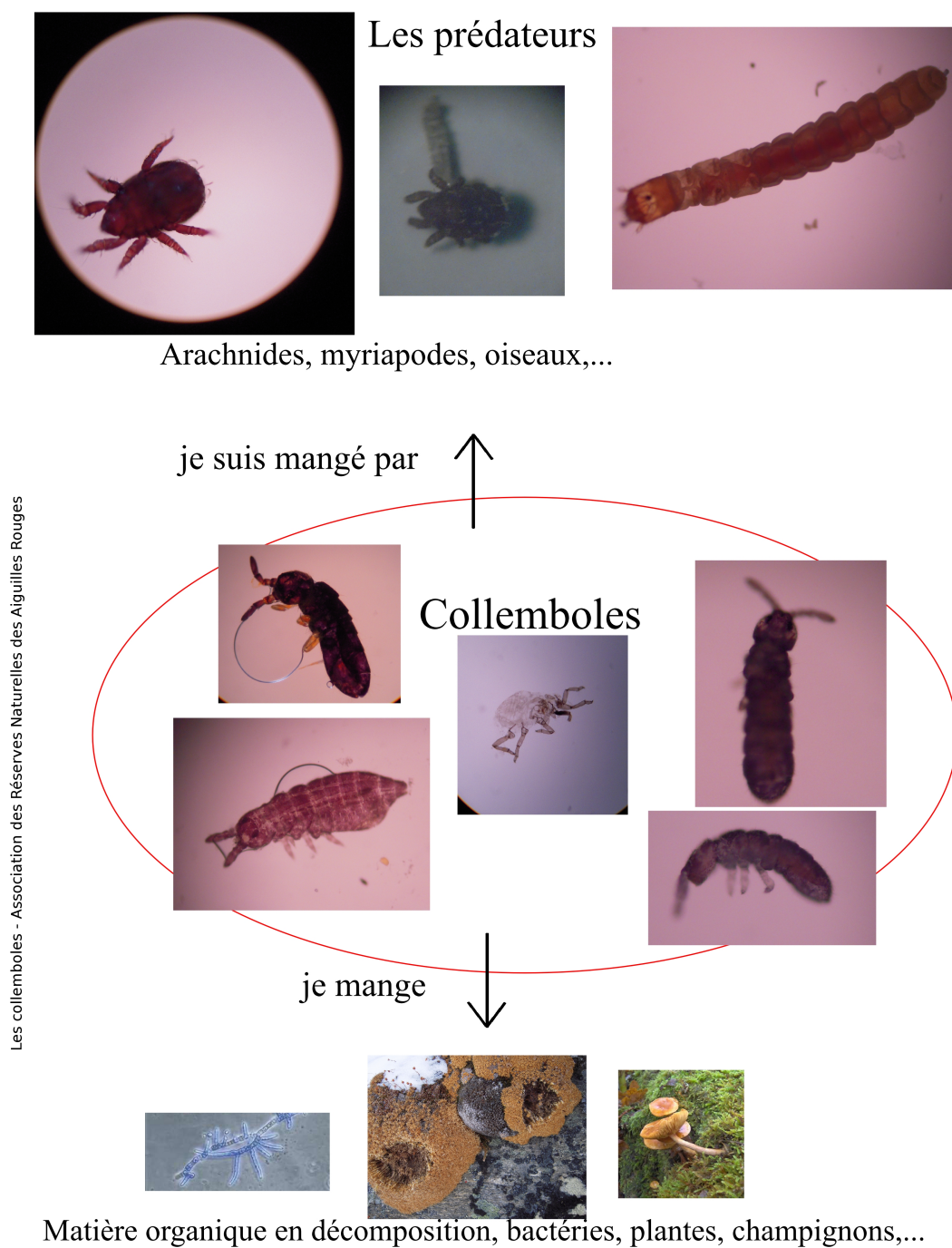


FIG. 76 – Cinq panneaux didactiques destinés à l'Association des Réserves Naturelles des Aiguilles Rouges.

Résumé

Version française

Les collemboles sont des petits invertébrés aptères, hexapodes et entognathes vivant dans le sol. Certaines espèces se retrouvent en haute montagne. Les collemboles vivant sur glacier et dans le *Silene acaulis* sont étudiés. Un rappel des caractéristiques du milieu montagnard, de la géologie, la neige,... et plus particulièrement celui de la vallée de Chamonix Mont-Blanc et la Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges est effectué dans première partie de ce travail. Le *Silene acaulis* et la biologie des collemboles y sont également abordés.

La seconde partie de cette étude traite principalement des méthodes et résultats de prélèvements de sol (neige, terre de sous-bois) et de silène acaule, ainsi que des collemboles qui y ont été observés. Les résultats obtenus sont exprimés sous forme de graphiques commentés. Des pistes pour poursuivre l'étude des relations entre le *Silene acaulis* et les collemboles sont proposées au lecteur.

Collemboles - *Silene acaulis* - glacier - écosystème - Mont-Blanc - Réserve Naturelle des Aiguilles Rouges

Abstract

English version

Collembola are small soil living apter invertebrate, hexapoda and entognatha. Some species can be founded in high mountain. In this dissertation we study collembola living in glacier and *Silene acaulis*. The first part of the work is a recall of mountain surrounding, geology, snow... mainly Chamonix Mont-Blanc valley and Natural Reserve of Aiguilles Rouges. *Silene acaulis* and springtail biology are also approached.

The second part deal with methods and samples results in soil (snow, earth and Silene acaule), and watched springtails. Graphs and comments explain the results. Tracks for new study on relationship between *Silene acaulis* and collembola are thrown.

Springtails - collembola - *Silene acaulis* - glacier - ecosystem - Mont-Blanc - Natural Reserve of Aiguilles Rouges