

Plantes et paysages de l'Isfjorden au Svalbard (Norvège)

Par Bernard STOEHR *

RÉSUMÉ

Ce travail tente de montrer l'influence du climat froid du Svalbard sur les espèces végétales dans le massif de l'Isfjorden. Les stratégies de lutte contre le froid seront évoquées. Par ailleurs nous décrivons la végétation de l'Isfjorden qui reste le secteur le plus riche en diversité de plantes du Svalbard. Les différents milieux sont décrits avec l'évocation des nombreuses saxifrages présentes au Svalbard. Quelques bryophytes y sont évoquées, particulièrement *Bryum cryophyllum*, ainsi que les espèces des combes froides que nous avons pu rencontrer sur l'ensemble de ce secteur.

MOTS-CLÉS

Svalbard, Isfjorden, botanique, végétation.

SUMMARY

This study is trying to demonstrate how the cold climate on Svalbard has some influence on different plants in the massif of Isfjorden. Beside that we describe the vegetation in the Isfjorden which tends to be the richest area in terms of plant diversity of the whole Svalbard. The different environments are described, giving mention of many types of saxifrage which are present on Svalbard. Some Bryophytes are mentioned, especially *Bryum cryophyllum*, so are the species growing in some cold little valleys which we discovered in that whole area.

KEY WORDS

Svalbard, Isfjorden, botany, vegetation.

* 8 rue Henri Lebert, F-68000 COLMAR, France,
courriel : bernard@campus-colmar.com

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit versucht den Einfluss des kalten Klimas von Svalbard auf die Pflanzenwelt im Isfjorden Massiv aufzuzeigen. Andererseits beschreiben wir die reichhaltige Vegetation des Isfjorden, Sektor der die Verschiedenheit der Pflanzenwelt von Svalbard beinhaltet. Die verschiedenen Milieus sind durch die Aufzählung der zahlreichen Steinbreche, die wir auf Svalbard finden, beschrieben. Einige Bryophyten können aufgezählt werden, insbesondere *Bryum cryophyllum* sowie die Arten der kalten Schluchten, welche wir auf dem ganzen Gebiet wahrnehmen können.

STICHWÖRTER

Svalbard, Isfjorden, Botanik, Vegetation.

Pour la troisième année consécutive nous avons organisé un stage d'écologie dans le haut arctique Norvégien. Notre motivation porte autant sur la découverte naturaliste de cet archipel aux confins de l'hémisphère Nord que sur l'influence du grand froid sur les espèces végétales. Quelques parallèles peuvent être faits quant à la dynamique entre le froid et la végétation dans les Hautes Vosges, îlot montagnard isolé balayé de toutes parts par les intempéries qui lui donnent sa spécificité au sein des montagnes européennes.

Les paysages de l'Isfjorden résultent de l'influence des grands froids qui sévissent durant l'hiver polaire avec des traces de cryoturbation à tous les étages ainsi qu'une végétation pauvre en espèces mais hautement intéressante quant aux stratégies d'adaptation dont témoignent autant les plantes à fleurs que les mousses ou les lichens. Similaire à la haute montagne, la végétation dans ces latitudes évolue très lentement. Son développement s'étale sur de nombreuses années et invente de nombreuses stratégies d'adaptation au froid tant dans la structure biologique de la plante que dans son utilisation des niches écologiques. Par exemple, le moindre abri au pied d'une falaise ou derrière un rocher permet à la plante de se protéger du vent et de trouver ainsi un lieu refuge. Cet ensemble de facteurs explique la grande fragilité ces écosystèmes.

Quelques éléments climatiques de l'Isfjorden

Le climat du Svalbard profite de la clémence du Gulf Stream, courant marin chaud provenant des zones tropicales du Mexique qui réchauffe la façade nord-ouest de l'Europe. Malgré cela, les variations de température peuvent être très brutales avec des amplitudes de plus de 50°C certains hivers, étalées sur une dizaine de journées.

La saison d'été reste beaucoup plus stable avec une fraîcheur régulière ne dépassant généralement pas les 10°C de moyenne de température. Durant l'été polaire qui se situe au cours du mois de juillet il ne gèle que très peu. Le jour permanent et la couverture nuageuse permettent une explosion végétale très significative pour le botaniste en juillet. Les précipitations annuelles n'excèdent guère les 200 mm de pluie ce qui permet de qualifier le Svalbard de désert arctique. Le contraste en été est souligné par le vent polaire qui peut refroidir l'air brutalement et qui souffle sous forme de brise régulière atteignant facilement les 80 km à l'heure en continu. Lorsque celui-ci cesse, la sensation de chaleur est tout à coup très marquée. Ces vents contraignent les plantes à se développer horizontalement. Le meilleur exemple en est le saule polaire (*Salix polaris* Wahlenb.) ou la dryas (*Dryas octopetala* L.) dont la hauteur ne dépasse guère deux à trois centimètres, mais qui possèdent des rameaux rampants sur des surfaces parfois importantes.

La permanence du pergélisol

Les effets secondaires du froid durant la période hivernale, produisent un sol qui reste gelé en profondeur appelé pergélisol ou permafrost par les anglais. Le froid intense maintient le sol gelé durant toutes les saisons. En été, seule la partie superficielle dégèle sur une profondeur de 30 cm à presque 2 mètres par endroit rendant certaines zones marécageuses très difficilement praticables. Ces marécages arctiques ne recèlent que des algues et des mousses de milieux très humides du groupe des *Amblystegiaceae* telles des *Calliergon*, *Drepanocladus*, adaptées à ce milieu.

Généralement dans le haut arctique, l'épaisseur de la couche de sol gelé varie entre 200 et 500 mètres de profondeur. La fonte du pergélisol en cas de réchauffement intense du climat inquiète beaucoup la communauté scientifique. En effet, ce dégel libère du méthane emprisonné dans le sol par les glaces, ce qui provoque un renforcement important de l'effet de serre. La barrière imperméable formée par le sol gelé empêche l'infiltration de l'eau. Les plantes herbacées profitent de cette partie dégelée en été, contrairement aux ligneux qui ne peuvent s'y développer, leurs racines ne pénétrant pas suffisamment dans le sol pour se nourrir.

Un livre d'histoire naturelle s'ouvre avec les paysages

Les paysages du Svalbard relatent l'histoire géologique de cette région aux confins du Nord de l'Europe. De grandes vallées d'origine glaciaire formées durant les glaciations du Quaternaire se conjuguent avec des montagnes à proximité de la mer, en forme de plateaux très caractéristiques comme dans la zone de Tempelfjord ou Gypsdaalen que nous avons explorée durant deux étés consécutifs. Par ailleurs les montagnes ne montent guère au-delà de 1 700 mètres d'altitude et alimentent ces vallées glaciaires dans lesquelles des quantités impressionnantes d'eau de fonte dévalent les bassins versants, rabotant au passage et érodant les pentes et vallées jusque dans la mer. Les dépôts sédimentaires d'origine marine recèlent de nombreux fossiles au pied du glacier de Longyaerbyen comme dans de nombreux sites au Svalbard. Ces sédiments rabotés par les vents et par le travail des glaciers s'accumulent ainsi dans les vallées permettant une progression de la végétation favorisée par la fonte des glaciers très importantes depuis quelques décennies.

La présence quasiment généralisée de fossiles qui jonchent partout le sol de l'Isfjorden apporte une note tropicale dans ces contrées froides. Le sous-sol du Svalbard contient de nombreux fossiles végétaux et animaux d'origine tropicale datant du Carbonifère (-300 à -350 MA). Ces fossiles témoignent d'une végétation de climat chaud datant d'avant la dérive des continents lors de laquelle le Svalbard se trouvait dans l'hémisphère sud. Par ailleurs, le sol contient beaucoup de traces de charbon de bois de la même période expliquant les quelques exploitations minières encore présentes.

La végétation du Svalbard

La flore du Svalbard reste relativement pauvre en nombre d'espèces mais présente une originalité au niveau de la diversité et l'origine des espèces particulièrement pour les mousses et les lichens. La végétation du nord et de l'est du Svalbard demeure très réduite puisque ces zones sont occupées par les glaciers. Dans ces régions, aucune plante à fleurs ne subsiste, seules quelques mousses et surtout des lichens. Parmi les 170 espèces de plantes à fleurs que compte le Svalbard de l'intérieur des fjords, autour du littoral et sur les plateaux de toundra, 35 espèces sont caractéristiques du haut arctique et 120 espèces se rencontrent également en Scandinavie.

Cela confirme la spécificité insulaire de cet archipel. Parmi ces espèces, 60% sont des plantes à fleurs, 35% des graminées et cypéracées et 5% des ligneux très chétifs tels les saules polaires, les saules réticulés.

Les stratégies de l'extrême...

Les espèces végétales dominantes se composent de mousses (350 espèces environ) et de lichens (300 espèces environ) qui restent les groupes les plus présents au Svalbard. Si ces deux groupes de végétaux se sont adaptés à ces régions hostiles, c'est grâce à leur capacité à prélever l'eau dans l'air par capillarité des cellules. Lorsque le froid intense survient, le vent dessèche les cellules de ces espèces et évite ainsi la mort de la plante. Comme pour tout être vivant, les cristaux de glace qui seraient présents dans les organismes cellulaires feraient ainsi éclater les structures de la cellule.

Les pionniers les plus résistants restent sans conteste les lichens indifférents au froid intense. Ce sont les lichens crustacés (incrustés dans la roche) qui souffrent le moins du décapage violent opéré par le vent et les particules de glace et de sable que celui-ci véhicule. C'est le cas notamment des *Rhizocarpes* et surtout de *Haematomma ventosa* qui se rencontrent d'une façon indifférente dans tous les types de milieux les plus exposés au vent. Au fil du temps, certaines plantes spécialistes de ces milieux spécifiques, se sont adaptées à des conditions extrêmes. C'est le cas de certaines algues rencontrées sur les étendues de neige et les glaciers notamment *Chlamydomonas nivalis* (BAUER) Wille ou encore le lichen *Usnea sphecelata* R. Ba., caractéristique des zones désertiques froides des pierriers d'altitude.

Pour les bryophytes, la formation en coussinet permet également une résistance puisque le froid pénètre peu les coussinets. Cela explique le grand nombre de mousses acrocarpes présentes sur le territoire : *Bryum (wrihtii, pallens, rutilans et cryophyllum)*, *Andreaea*, *Ceratodon*, *Encalypta*, *Didymodon fallax*, *Amphidium lapponicum*, *Timmia norvegica*, ainsi que les coussinets extrêmement compactes des *Polytrichastrum alpinum*. Ces coussinets permettent ensuite l'hébergement des hépatiques parsemées à l'intérieur de ces coussinets : *Lophozia (groenlandica, sudetica, grandiretis)*, *Barbilophozia kunzeana*, *Blepharostoma trichophyllum* très fréquent dans la région prospectée. Les mousses pleurocarpes ne font pas exception à la protection par coussinet rendant parfois la détermination de terrain difficile comme ce fut le cas pour *Climacium dendroides* très prostré dans ces latitudes et poussant d'une façon extrêmement drue dans les couloirs de la falaise de Gypsdalen.

Les plantes à fleurs des confins de l'Europe du Nord

Les espèces du Haut arctique ont développé des stratégies de survie dans ces milieux extrêmes. Leur petite taille permet une lutte contre le vent qui dessèche et refroidit. La formation en coussinet pour un grand nombre de plantes à fleurs déjà citée pour les bryophytes permet une élévation de la température. Celle-ci favorise le développement de l'espèce. La symbiose entre algue et champignon du lichen renforce sa résistance extrême au climat les plus rigoureux de la terre. Les phénomènes de marcescence (persistance des feuilles de l'année précédente) forment une couche supplémentaire de protection des espèces des températures basses. Les saules polaires et réticulés sont particulièrement concernés par la marcescence. Enfin la plupart des espèces de plantes à fleurs du Svalbard bénéficient d'une pilosité importante. Cela limite la perte de chaleur ainsi que l'effet

du rayonnement ultraviolet permanent durant l'été arctique. En effet les poils protègent les tissus du décapage de la glace et du sable charriés par le vent : les drabes, dryas, saules, pédiculaires, pavots en sont quelques exemples éloquents. La couleur vive des plantes de l'arctique permet également de limiter la perte de chaleur. Ces phénomènes d'homochromie fonctionnent fréquemment chez les mammifères comme le chamois (qui passe en phase de pelage foncé en hiver). Olivier Gilg et Brigitte Sabard, dans leur étude sur l'influence du froid sur les végétaux dans l'arctique, nous apprennent que la couleur bleue permet un réchauffement de 2 à 5 fois supérieur à la couleur blanche. La rencontre avec la polémoine arctique (*Polemonium boreale* Adams) avec ses fleurs d'un bleu azur fut pour nous un moment exceptionnel au pied et dans les falaises à oiseaux de Fredheim.

La multiplication végétative évite la production de semences relativement compromise dans ces régions où le printemps, l'été et l'automne se consomment en 4 semaines avec peu d'insectes pollinisateurs. L'espèce la plus caractéristique est la saxifrage à stolons (*Saxifraga platycephala* (Trautv.) : il émet des stolons jusqu'à 20 cm de la plante qui permettent la pousse de nouveaux pieds, comme les fraisiers dans nos latitudes. L'autofécondation permet également de pérenniser l'espèce en l'absence de pollinisateurs, c'est le cas notamment des caryophyllacées très présentes dans la flore du Svalbard.

Les différents milieux de l'Isfjorden

L'ensemble de la végétation du Svalbard appartient aux formations végétales du moyen et du haut arctique. Le moyen arctique se compose de formations de terrains relativement bien exposés au soleil et protégés des vents intenses, comme la lande à Cassiope (*Cassiope tetragona* (L.) Don) ainsi que la formation à dryas très présente à l'intérieur de l'Isfjorden. Le haut arctique se caractérise par deux formations distinctes: la formation à saule polaire ainsi que la formation à pavot arctique (*Papaver dahlianum* Nordh.) qui se rencontrent dans les zones exposées au vent ou dans les zones glaciaires froides en altitude.

Nous pouvons distinguer six types de milieux présents dans l'Isfjorden.

La lande arctique exposée aux vents intenses :

Le sommet des collines, les plateaux caractéristiques de l'Isfjorden subissent durant l'hiver glacial une ventilation permanente où l'effet « chasse-neige » décape ces zones et les dénude de leur végétation. La température y est très basse en hiver, marquée par des vents importants qui transportent des particules de sable et de glace. Mais dès le début des mois d'été, ces secteurs sont exposés à un réchauffement important dû à l'ensoleillement ce qui favorise une floraison précoce. Ces secteurs hébergent les sols polygonaux, résultat des alternances de gel et de dégel d'une intensité forte. Quelques plantes inféodées à ces climats extrêmes particulièrement résistantes évoluent dans ces secteurs. La *Dryas octopetala*, la saxifrage à feuilles opposées, le saule polaire, quelques laiches, mais ce sont surtout les lichens et les mousses qui colonisent ces milieux. Les zones de plateau en amont du Cap Schultz, dans la région de Fredheim, présentent des caractéristiques très intéressantes de ce type de milieu. Ces landes à dryas forment des coussinets avec un enracinement profond et une pilosité importante des feuilles et de la tige fleurie révélant leur grande capacité de résistance aux froids et aux vents intenses. La dryas se rencontre dans tout l'arc alpin mais n'est pas présente dans le massif vosgien. En altitude au-dessus de 200 mètres, seules règnent quelques mousses et surtout les lichens. Parmi les mousses nous observons essentiellement les coussinets très compacts de *Didymodon fallax* ou encore *Amphidium*

lapponicum déjà cités, très peu de mousses pleurocarpes sont présentes dans ces milieux. Outre les lichens crustacés qui donnent à ces pierriers désertiques une tonalité colorée marquée par les rhizocarpes, une usnée du haut arctique, *Usnea spachelatha* laisse sa chevelure tachetée de noir intense flotter sur les pierriers.

Le fonctionnement des sols polygonaux s'articule comme nous l'avons vu, autour de l'alternance du froid intense et du dégel en période estivale. À cela s'ajoute des mouvements du sol en profondeur provoqués par cette alternance. Ce travail dynamique du sol rejette sur les pourtours des polygones, des roches à granulométrie épaisse formant ainsi ces sols remarquables par le randonneur ! Nous n'avons pas ce type de sols polygonaux dans les Vosges. Néanmoins certaines zones de crête sont décapées de leur végétation durant la saison d'hiver et présentent un modèle caractéristique rappelant le début de la formation de sol polygonal. C'est le cas notamment de zones dénudées comme le col du Wormspel, ou le col du Falimont.

La lande arctique

Milieu tantôt très humide mais aussi très sec, la lande arctique de Gipsvika (2008) est moins soumise au vent et peut donc héberger une certaine quantité de neige qui va protéger la végétation durant les mois de froid intense. Dans les zones plutôt sèches, les coussinets du silène acaule fixent le sol et égayent le paysage de leur rose intense. La saxifrage à feuilles opposées (*Saxifraga oppositifolia* L.) très résistante aux conditions extrêmes, s'épanouit dans ces milieux. Les secteurs des plateaux humides caractérisent le milieu favori du renne et du lagopède qui sont les seuls habitants de ces secteurs. Durant l'hiver ils se nourrissent de lichen des rennes (*Cladonia rangiformis* ssp.) ainsi que de diverses muscinées qui affleurent la glace dans ces milieux. Riche en diverses mousses, ce groupement végétal héberge le céraiste arctique (*Cerastium arcticum* Lge.), le saule polaire, une luzule arctique (*Luzula arcuata* Sw.), l'alopecurus boréal (*Alopecurus borealis* Trin.). Sous les blocs rocheux, le seul lycopode du Svalbard (*Huperzia selago* (L.) Bernh. ssp. *arctica*) se rencontre par petites touffes dispersées dans des zones bien protégées du vent.

Les combes à neige

Une couverture neigeuse importante et protectrice ainsi que l'absence de vent permettent à ces milieux d'héberger une flore riche en espèces. Les sols par ailleurs offrent une humidité importante avec un bon drainage à l'abri des phénomènes de cryoturbation. L'oxyria (*Oxyria digina* (L.) Hill.), plusieurs espèces de renoncule ainsi que le carex de Lachenal (*Carex lachenalii* Schkur.) partagent leur territoire avec de nombreuses mousses tels les Pohlia ainsi que le *Bryum cryophyllum* caractéristique par sa couleur rouge intense et ses petites feuilles arrondies. Comme son appellation l'indique, le *Bryum cryophyllum* (cryophyllum : qui aime le froid) occupe des zones de sources et des combes à neige, évoluant en bordure des petits ruisselets qui arpentent des zones peu pentues. G. Philippi qui herborisa dans le nord-est du Spitzberg dans les années 1970 nous révéla la grande fréquence de cette espèce. Or dans les zones de Gypsdalen, Fredheim, Ymerbukta, l'espèce reste très disséminée. Il s'agira de surveiller la répartition de *Bryum cryophyllum*, un indicateur climatique intéressant, exigeant au niveau des températures négatives et de l'enneigement.

Les zones humides

Durant le mois de juillet, la vallée d'Advendalen égraine des pelouses blanches et cotonneuses colonisées par les linaigrettes ainsi que la graminée *Alopecurus*.

Elles se rencontrent aux abords des fleuves qui déversent dès la fonte des neiges des quantités importantes d'eau. Royaume des bécasseaux violets et variables, ces secteurs présentent des buttes gazonnées liées au gel intense de l'eau et qui dégèlent à peine en été. Le permafrost s'observe facilement car les coussinets de mousses restent bien souvent gelés en profondeur. Lors du dégel ces milieux deviennent difficilement pénétrables et caractérisent un paysage de buttes que l'on peut également observer, à un degré bien moindre, sur les Hautes Chaumes vosgiennes. Les buttes gazonnées de l'Isfjorden présentent la même structure de formation que celles du Batteriekopf par exemple.

À Fredheim nous avons observé un phénomène peu fréquent, de touradon de glace recouvert par des mousses du genre *Calliergon*. Ces *Calliergon* forment des chapeaux sur la glace qui s'abaissent progressivement au fil de la fonte de ces monticules. Ces zones humides restent quasiment gelées en surface en juillet. Cela révèle des zones très ventilées en hiver avec un gel intense du sol.

Les groupements végétaux du pied des falaises à oiseaux

Ce sont les milieux du Svalbard les plus riches en plantes. Deux phénomènes conjoints favorisent la luxuriance de la végétation. D'une part, l'apport des déjections d'oiseaux amène un amendement du sol en matière nutritive. D'autre part, ces zones de nidage se situent toujours dans des secteurs protégés du vent offrant ainsi un site de choix pour la colonisation végétale. Les graminées, les fleurs, les mousses du pied des falaises atteignent dans ces endroits leur plus beau développement en comparaison des autres milieux du Svalbard.

Une des espèces végétales prestigieuses est sans conteste la belle *Polemonium* déjà citée que nous avons observée au pied et dans des falaises de Fredheim. La polémoine comporte une répartition extrêmement disséminée dans l'hémisphère Nord. Seul l'Alaska, la Sibérie et le Svalbard nous offrent cette belle espèce très velue d'un bleu intense.

Les bords de mer

La végétation de bord de mer reste très pauvre en nombre d'espèces. Le littoral héberge principalement la mertensie (*Mertensia maritima* (L.) S.F.Gray) dont la graine est résistante à l'eau de mer et se dissémine par l'océan. Cette espèce se rencontre fréquemment sur tout le littoral de l'arctique. Des petits vallons protégés du vent s'égrènent vers la mer et possède une belle végétation bryophytique. Ainsi, nous y avons découvert de belles hépatiques à thalle comme la *Marchantia* ou *Preissia quadrata*.

Quelques similarités vosgiennes

Les Hautes Vosges, de par leur position quasi insulaire par rapport aux apports climatiques provenant de l'atlantique, autorisent la recherche de quelques similarités avec les conditions du haut arctique. Ces similarités soulignent l'aspect relictuel arctique des cirques glaciaires de l'étage supérieur des Hautes Vosges.

Le vent intense représente un facteur sélectif et appauvrissant de la flore sommitale des Hautes Vosges. Nos observations sur l'influence des températures négatives démontrent qu'elles n'interviennent que très peu dans cette sélection des espèces et l'appauvrissement de la diversité végétale. Au Svalbard, malgré des températures négatives extrêmes, la végétation se développe dans les niches abritées du vent. Sur la crête sommitale des Hautes Vosges, nous avons des vents en hiver qui soufflent en moyenne à 84 km/h. Ce flux continu de vent nous permet de comprendre

la pauvreté végétale dans ces secteurs.

Il n'en demeure pas moins que les phénomènes de cryoturbation intense observés au Svalbard rappellent très nettement le froid qui règne sur la crête centrale des Hautes Vosges. À une échelle bien moindre nous pouvons observer des sols dénudés, des touradons et des terrassettes. Les buttes gazonnées de l'Isfjorden présentent les mêmes structures - bien qu'à un degré moindre de leur formation - que celle du Batteriekopf ou encore les terrassettes empruntées volontiers par les bovins en été, fréquentes dans les zones de crête entre le Rothenbach et le Hohneck.

Une partie de la crête vosgienne, particulièrement aux endroits où la pente n'excède pas 10 degrés, comporte des buttes en réseaux dans les zones de forte ventilation entre 1 250 et 1 350 mètres d'altitude. Ce balayage dénude le sol de la neige protectrice provoquant ainsi un gel prolongé lors des grands froids. Ces monticules, entre 20 et 30 cm de hauteur avec un pourtour de 50 à 120 cm, possèdent une végétation spécifique. Le dessus de ces buttes est en général recouvert par une chaméphyte, la myrtille ainsi qu'un certain nombre de lichens et de mousses alors que les dépressions sont occupées essentiellement par le nard raide et la canche flexueuse, deux graminées très résistantes au gel. REMPP et ROTHÉ déterminent l'origine cryopédologique de ces buttes. Ce réseau de « *thu fur* » en mosaïque, contrairement aux couloirs où l'on assiste à une suraccumulation neigeuse, provient d'un déficit de neige. Celui-ci provoque un gel du sol en profondeur dans lequel vont s'opérer des mouvements intérieurs dans les phases critiques de montée du gel ou du dégel. Il en résulte ces touradons caractéristiques très impressionnants entre le Rothenbach et le Batteriekopf. Nous avons eu l'occasion d'observer ces phénomènes autant en Norvège (1998), qu'en Islande (1984-1999), sur la côte ouest du Groenland (1986) et au Svalbard (2008, 2009, 2010).

Au Svalbard, ces phénomènes s'observent dans la région d'Ymerbukta. Comme nous l'avons déjà signalé, des touradons de glace pure avaient soulevé de gros coussins de mousse (*Calliergon giganteum*). Au fil des jours de réchauffement, ces amas diminuent progressivement.

Pour finir ce travail non exhaustif, soulignons la difficulté pour décrypter la strate muscinale. En effet l'aspect prostré des espèces dénature parfois fortement la plante rendant leur identification compliquée voire impossible. La reconnaissance sur le terrain devient ainsi extrêmement difficile.

L'Isfjorden demeure sans conteste la région botanique la plus riche du Svalbard. Sa position abritée favorise le développement de la biodiversité végétale sous toutes ses formes.

Bibliographie

- CARBIENER R.**, 1964, *Étude de la genèse des réseaux de buttes gazonnées ou Thu fur, une forme de sol cryoturbé, dans les Hautes Vosges*, p.5503-5505, C.R. Acad. Sc. Paris 258.
- FREY W. & FRAHM J.P.**, 1995, *The liverworts, Mosses and ferns of Europe*, Ed. Blockeel.
- FRISVOLL A.A. & ELVEBAKK A.**, 1996, *Bryophytes. A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria*. Norsk Polarinstitutt Skrifter. Vol.198. p. 57-172.

GILG O. & SABARD B., 2003, Les adaptations des plantes arctiques In *30 ans d'exploration naturaliste dans l'arctique*. GREA.

ISSLER E., 1904, Glazialrelikte in der Vogesenflora, *Bulletin de la Société Philomathique d'Alsace et de Lorraine*, p.151-159.

LINDNER E. & MEISTER K., 2006, *Die kleine Spitzbergenflora*.

MEUSEL W., JÄGER E. & WEINERT E., 1965, *Vergleichende Chorologie des Zentral-europäischen Flora*, Iena.

RONNING OLAF I., 1996, *The Flora of Svalbard*, Norsk-Polarinstitutt Oslo.

STANGER R., 2002, *Steine und Eis*, Ed. R. Stange.

Remerciements

Détermination des phanérogames grâce au travail de Jérôme THIBAUT qui a traduit la Flore du Svalbard de Ronning.

Merci à Hugues TINGUY et Francis BICK pour la confirmation de quelques bryophytes acrocarpes.

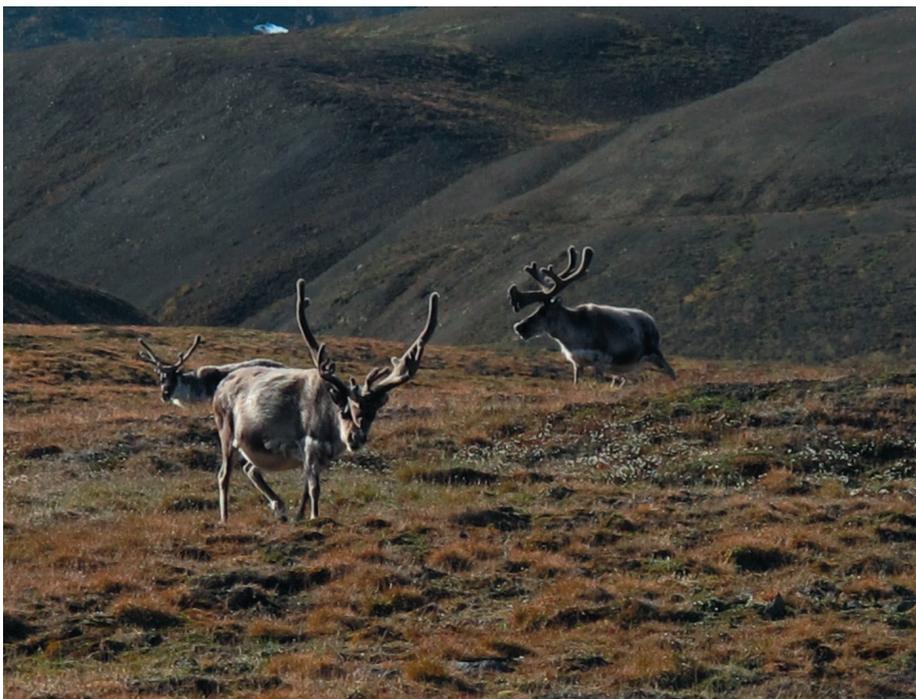


Photo 1 - Renne dans les touradons – Cliché © J. STOEHR



Photo 2 - *Saxifraga platycephala* (Trautv) Tolm. – Cliché © J. STOHR



Photo 3 - *Bryum cryophyllum* – Cliché © J. FRITSCH



Photo 4 - *Silene uralensis* (Rupr.)Bocq. – Cliché © J. STOEHR



Photo 5 - *Polemonium boreale* Adams – Cliché © J. FRITSCH



Photo 6 - Touradons de Fredheim – Cliché © J. STOEHR



Photo 7 - *Saxifraga hirculus* L. – Cliché © J. STOEHR