

La biodiversité des étages alpin et subalpin des Montagnes des Carpates et leur potentiel de valorisation

Adrian-Ilie Stoica, Nicolaie Hodor et Gheorghe Coldea

Volume 17, numéro 3, décembre 2017

Biodiversités et gestion des territoires : de la connaissance des territoires à leur gestion maîtrisée au regard des différentes composantes biologiques

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1058362ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Stoica, A.-I., Hodor, N. & Coldea, G. (2017). La biodiversité des étages alpin et subalpin des Montagnes des Carpates et leur potentiel de valorisation. *VertigO*, 17(3).

Résumé de l'article

La chaîne de montagnes des Carpates fait partie du Système Alpin Européen (SAE). Situé dans la partie orientale du SAE, cette chaîne de montagnes est influencée par la continentalité climatique, caractérisée par la diminution des précipitations et par les fluctuations de températures. En outre, la variation altitudinale et les cycles historiques de glaciations importantes ont créé un couvert végétal unique. L'article résume les types de végétation les plus importants trouvés dans les Carpates et offre un premier aperçu de la distribution de leurs espèces caractéristiques ou différentielles. Un accent particulier sera mis sur les activités économiques placées dans cette chaîne de montagnes, et les effets de ces impacts sur les différentes communautés végétales.

Tous droits réservés © Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement VertigO, 2017



Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

<https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

érudit

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

<https://www.erudit.org/fr/>

La biodiversité des étages alpin et subalpin des Montagnes des Carpates et leur potentiel de valorisation

Adrian-Ilie Stoica, Nicolaie Hodor et Gheorghe Coldea

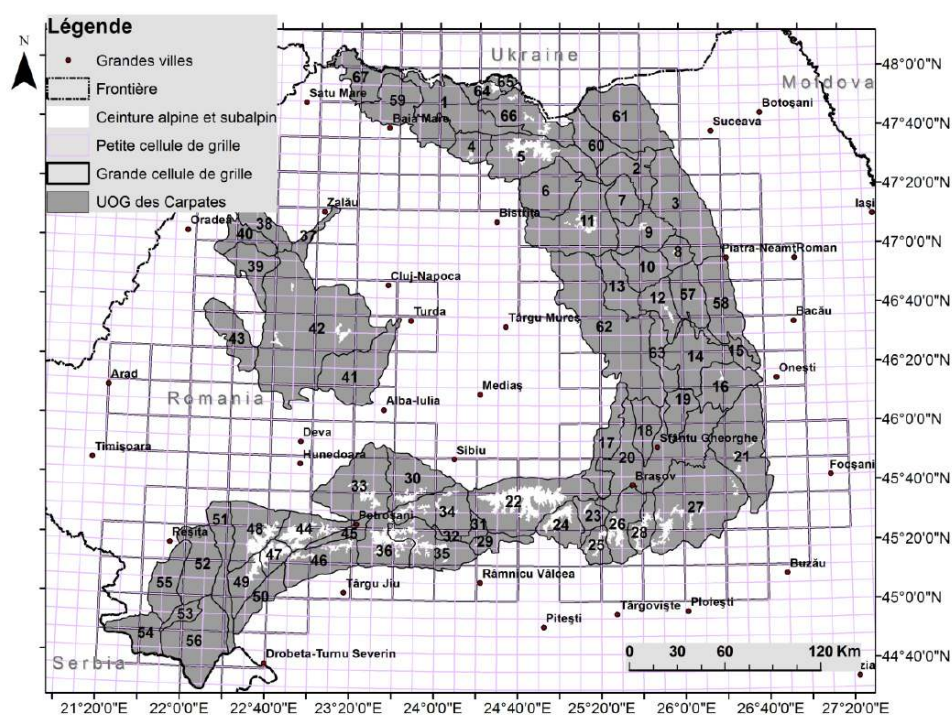
Introduction

- 1 Actuellement, les étages subalpin et alpin représentent une couverture restreinte à l'échelle mondiale. L'altitude nécessaire pour le développement de la zone alpine varie d'un océan à l'autre, d'un niveau voisin à celui de la mer près des pôles (0 m.s.m.) à une plage comprise entre 4000 et 6000 m.s.m. près de l'équateur (Körner, 2003). Dans les Amériques, du nord au sud, la zone de vie alpine se trouve dans les Rocheuses, la Sierra Nevada et les Andes. L'Afrique a également une petite ceinture de flore alpine dans les Montagnes de l'Atlas et les Montagnes de Drakensberg. L'Australie a les Alpes Australiennes, la Nouvelle Zélande les Alpes du Sud, l'Océanie les Hautes-Terres de la Nouvelle-Guinée. En Asie, outre les Himalayas bien connus, il y a aussi les Montagnes de Karakorum, les Montagnes Hindu Kush, l'Altaï, le Taureau et le Zagros. L'Europe compte plusieurs chaînes de montagnes, dont la plupart sont très bien étudiées. En commençant par l'Oural et le Caucase en passant par les Montagnes Scandinaves au nord, les Pyrénées et la Sierra Nevada au sud-ouest, les Alpes, les Apennins et les Balkans dans les parties méridionales et finissant avec les Carpates. Le Système Alpin Européen (SAE) est l'un des plus étudiés au monde en ce qui concerne les processus naturels tels que la migration et l'évolution des plantes (Ozenda, 1994; Taberlet et al., 2012).
- 2 La chaîne de montagnes des Carpates fait partie du système de montagne européen et a une longueur totale d'environ 1500 km, dont environ 70% en Roumanie. La vie alpine et subalpine dans ces montagnes dépend surtout des conditions thermiques réparties entre 1700-1800 m. et 2654 m. (Gerlachovský, point le plus élevé des Carpates, dans les

Montagnes des Tatras; en Roumanie, le point le plus élevé est Moldoveanu, dans le Făgăraș Mts., 2544 m.s.m.). En Europe, la température annuelle minimale est d'environ -11,50 °C, dans la haute région des Alpes (Hijmans et al., 2005). En comparaison, en Roumanie, la température annuelle minimale est d'environ -2,5 °C, dans la région haute des Carpates. Le régime de précipitations est également différent. Alors que la partie occidentale du continent est sous une forte influence atlantique, avec des précipitations importantes réparties sur l'année (environ 2800 mm par an dans les Alpes), dans l'est de l'Europe il y a une influence continentale significative, avec des précipitations plus faibles. La différence peut être observée dans la chaîne des Carpates, les Montagnes Tatras étant les plus arrosées (environ 1700-1800 mm par an), tandis qu'en Roumanie le maximum se situe entre 1200 et 1300 mm dans le nord-ouest (Micu et al., 2015). Les précipitations diminuent selon un gradient du nord-ouest du pays au sud-est, les monts Bucegi et Ciucaș recevant les plus faibles quantités de précipitations annuelles.

- 3 Ces conditions climatiques se traduisent par des particularités végétales, par rapport aux Alpes. La forêt de mélèzes et de pins, qui crée une ceinture dans le centre des Alpes (*Larix decidua* et *Pinus cembra*, habitat 9420, dans Natura 2000), se répartit sporadiquement et occupe de très petites zones dans les Carpates. En outre, il n'y a pas de ceinture nivale et ni de glaciers permanents dans les Carpates.

Figure 1. Les cellules de grille utilisées pour enregistrer la distribution des taxons de plantes à haute altitude dans les Carpates et la correspondance avec les régions de montagne (UOG - unités orographiques - géographiques) dans les Carpates Roumaines;



Légende : 1: Maramuresului Dépression, 2: Giumalău - Rarău Mts., 3: Stânișoarei Mts., 4: Țibulesului Mts., 5: Rodnei Mts., 6: Bârgăului Mts., 7: Pietrosul Bistriței Mts., 8: Ceahlău Mts., 9: Budacu Mts., 10: Giurgeului Mts., 11: Călimani Mts., 12: Hășmaș Mts., 13: Dépression Giurgeului, 14: Ciucului Mts., 15: Trotușului Dépression, 16: Nemirei Mts., 17: Perșani Mts., 18: Baraolt Mts., 19: Bodoc Mts., 20: Brașovului Dépression, 21: Vrancei Mts., 22: Făgărașului Mts., 23: Piatra Craiului Mts., 24: Iezer Mts., 25: Leaota Mts., 26: Bucegi Mts., 27: Buzăului Mts., 28: Gârbova Mts., 29: Cozia Mts., 30: Cindrel Mts., 31: Lovișteea Dépression, 32: Lotrului Dépression, 33: Șureanu Mts., 34: Lotrului Mts., 35: Căpățânii Mts., 36: Parângului Mts., 37: Meseșului Mts., 38: Plopișului Mts., 39: Pădurea Craiului Mts., 40: Vad Dépression, 41: Trascăului Mts., 42: Bihorului și Gilău - Vlădeasa Mts., 43: Codru - Moma Mts., 44: Retezat Mts., 45: Petroșani Dépression, 46: Vâlcanului Mts., 47: Godeanu Mts., 48: Țarcu Mts., 49: Cernei Mts., 50: Mehedinți Mts., 51: Culoarul Timiș - Cerna Mts., 52: Semenici Mts., 53: Almajului Dépression, 54: Locvei Mts., 55: Aninei Mts., 56: Almajului Mts., 57: Tarcaului Mts., 58: Goșman și Berzunți Mts., 59: Gutâiului Mts., 60: Obcina Mesteacăniș Mts., 61: Obcinele Bucovinei (Ob. Mare Mts., Ob. Brodinei Mts., Ob. Feredeu) Mts., 62: Gurghiului și Harghitei Mts., 63: Ciucului Dépression, 64: Pop Ivan Mts., 65: Farcău Mts., 66: Maramureșului Mts., 67: Gutin Mts.

- 4 Dans la deuxième moitié du XX^e siècle, les activités humaines ont réussi à influencer sur le climat, puisque la combustion des combustibles fossiles a déclenché un réchauffement climatique (Thomas et al., 2006; Walter et al., 2006). Les environnements alpins et subalpins, naturellement fragmentés, sont parmi les plus exposés à ce type d'impact climatique. Les effets du changement climatique dans la chaîne des Carpates ont déjà été documentés (Engler et al., 2011; Gottfried et al., 2012). Bien que des études sur la répartition de la rareté et de l'endémisme dans les Carpates aient déjà été publiées (Coldea et al., 2008; Hurdu et al., 2016), il n'existe toujours aucune information centralisée liée à la répartition de la végétation de haute altitude dans ces montagnes.

Matériel et méthode

- 5 L'article résume les principaux types de végétation de la chaîne alpine et subalpine des Carpates. La végétation de haute altitude est présentée ainsi que la distribution des taxons végétaux caractéristiques ou différentiels des associations végétales. Les données de répartition des 550 taxons alpins - sous-alpins sont issues d'une enquête de terrain. L'information sur la distribution a été enregistrée dans des cellules au sein de grilles de 25 x 23 km, chacune divisée en 4 petites grilles de 12,5 x 11,5 km (6' de latitude et 10' de longitude). Les principales sources de distribution des espèces sont la monographie de la flore roumaine (Săvulescu, 1952-1976) et les monographies de chaque massif: Țarcu (Boșcaiu, 1971), Retezat (Nyarady, 1958), Parâng (Buia et al., 1962), Făgăraș (Drăgulescu, 2010), Iezer-Păpușa (Alexiu, 1998), Piatra Craiului (Mihăilescu, 2001), Bucegi (Beldie, 1967), Ciucaș (Ciucă, 1984), Ceahlău (Manoliu et al., 2002), Călimani (Hohn, 1998), Rodna (Coldea, 1990), Maramureș (Coman, 1946). Des cartes de distribution ont été créées à l'aide du logiciel R (R 2010), des paquets raster (Hijmans and van Etten, 2012) et rgdal (Bivand, 2016). Les cartes présentent également les unités géographiques orographiques (OGU) des massifs à l'aide de nombres allant de 1 à 67 (figure 1). Les occurrences provenant de sources plus récentes que 1950 sont présentées sous forme de grilles remplies, tandis que les occurrences plus anciennes que 1950 sont présentées sous forme de contours.
- 6 Certaines associations de plantes se produisent exclusivement dans les ceintures alpines et subalpines, tandis que d'autres peuvent également être trouvées à des altitudes plus basses. Le document comprend toutes les associations de plantes décrites dans les Carpates Roumaines dans la région subalpine et alpine, et exclut les associations de plantes qui ne se produisent pas exclusivement dans les ceintures subalpines et alpines.

Résultats et discussion

- 7 Alors que la végétation primaire de la ceinture alpine est représentée par les prairies de l'alliance *Caricion curvulae* (Br.-Bl., 1925), il existe une grande diversité en ce qui concerne les types de végétation que l'on trouve dans la chaîne des Carpates. La plus récente monographie de la végétation roumaine enregistre 82 associations de plantes (et 17 sous-associations), qui se produisent dans les ceintures subalpines et alpines des Carpates, à partir de 13 classes de végétation.

Tableau 1. Résumé des types de végétation de la ceinture subalpine-alpine des Carpates.

No	Class	Type de végétation dans la ceinture subalpine et alpine des Carpates	No. d'ass. en zone subalpine et alpine	No. d'ass. en zone subalpine et alpine
1	<i>Asplenietea trichomanis</i>	Végétation des roches	10	1
2	<i>Thlaspietea rotundifolii</i>	Végétation d'éboulis et débris	12	0

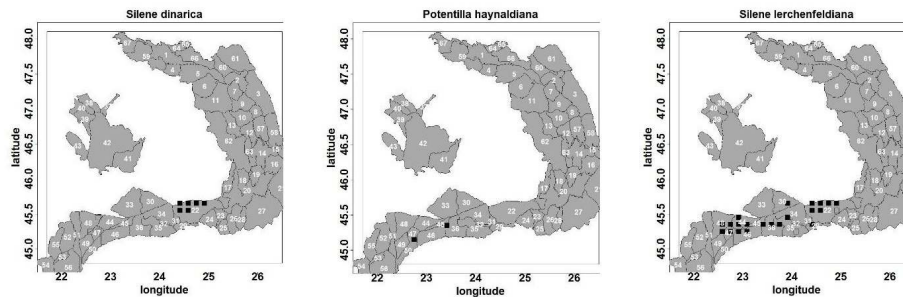
3	<i>Juncetea trifidi</i>	Prairies de haute altitude sur des substrats acides et des arbustes arctiques	5	1
4	<i>Calluno - Ulicetea</i>	Les prairies acidophiles avec <i>Nardus stricta</i> (typiquement anthropique) ou <i>Poa media</i>	5	1
5	<i>Seslerietea albicantis</i>	Prairies à haute altitude, sur calcaire	9	0
6	<i>Carici rupestris</i> - <i>Kobresietea bellardi</i>	Communautés arctiques-alpines sur calcaire avec <i>Kobresia myosuroides</i>	2	1
7	<i>Salicetea herbaceae</i>	La végétation cryophile des petits arbustes, des couches de neige et de la toundra alpine	11	3
8	<i>Vaccinio - Piceetea</i>	Les arbustes*	5	4
9	<i>Betulo carpaticae</i> - <i>Alnetea alnobetulae</i>	Arbustes chionophiles à psychrophiles	2	0
10	<i>Mulgedio-Adenostyletea</i>	Buisson hygrophile	7	0
11	<i>Montio - Cardaminetea</i>	Ressorts et petites rivières	6	0
12	<i>Scheuchzerio - Caricetea nigrae</i>	Marais mésotrophes et eutrophes de haute altitude	7	4
13	<i>Oxycocco - Sphagnetetea</i>	Les tourbières (oligotrophes et méso-oligotrophes)	1	2
	Total		82	17

Légende : * La classe contient aussi les forêts boréales, à des altitudes inférieures à celles de la ceinture subalpine-alpine

La végétation des rochers

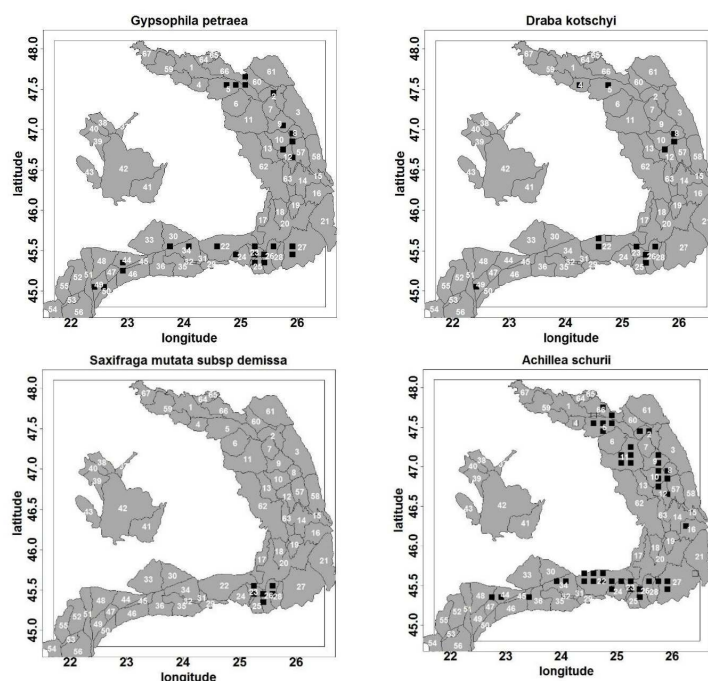
- 8 La végétation des roches des courbes alpines et subalpines des Carpates est regroupée dans la classe *Asplenieta trichomanis* (la 3ème classe la plus diverse, avec 10 associations et une sous-association décrite). En altitude, les communautés végétales de cette classe peuvent être groupées en 2 ordres selon le pH du substrat: ordre *Androsacetalia vandellii* (végétation des roches acides) et ordre *Potentilletalia caulescentis* (végétation des roches calcaires).

Figure 2. La distribution des espèces endémiques et CB qui décrivent la végétation des roches sur un substrat acide



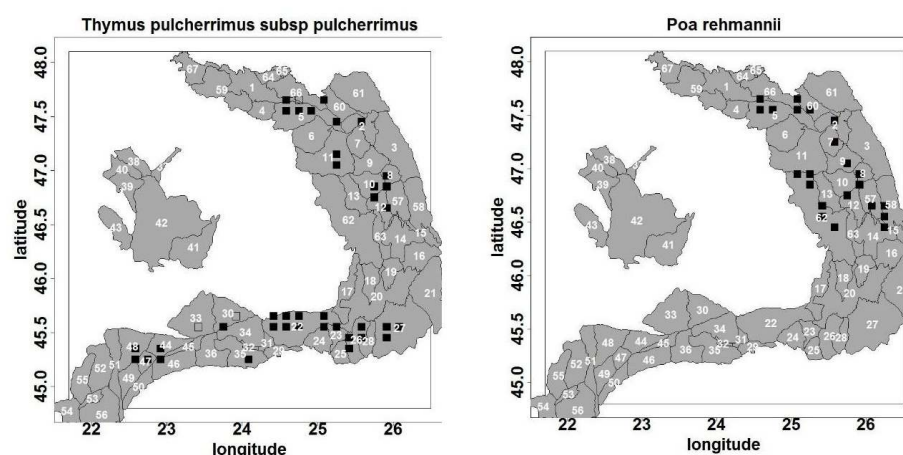
- 9 Dans les Carpates, la végétation des roches acides (ordre *Androsacetalia vandellii*) est regroupée en 3 associations végétales, caractérisées par des espèces telles que *Silene dinarica* (endémique pour la Roumanie (ER), dans les Monts Făgăraș, Carpates Méridionales), *Potentilla haynaldiana* et *Silene lerchenfeldiana* (les deux espèces carpatiques et balkaniques, trouvées en Roumanie seulement dans le Carpates du Sud). Ces espèces ont des distributions limitées dans la chaîne des Carpates, comme on peut le voir sur la figure 1, et la répartition des associations correspondantes est limitée à la distribution des espèces (*Silenetum dinaricae*, (Schneider-Binder et Voik, 1976), *Senecio glaberrimi - Silenetum lerchenfeldiana* (Boșcaiu, Täuber et Coldea, 1977), *Sileno lerchenfeldiana - Potentilletum haynaldiana* (Horvat, Pawl. Walas, 1937; Simon, 1958).
- 10 La végétation des roches calcaires de la ceinture alpine-subalpine est représentée par 7 associations, incluses dans 2 alliances: *Gypsophilion petraeae* (5 associations, typiques des roches alpines et subalpines, en conditions xériques) et *Cystopteridion* (2 associations, avec la végétation habituellement trouvée sur les roches calcaires à des altitudes plus basses, mais parfois distribuée dans la ceinture subalpine). L'alliance, baptisée d'après une espèce Carpatique-Balkanique est endémique des Carpates Roumaines.

Figure 3. La distribution des espèces endémiques et Carpathique-Balkanique utilisées pour décrire la végétation des roches calcaires de l'alliance *Gypsophilion petraeae*



- 11 Pour l'alliance *Gypsophilion petraeae*, les espèces caractéristiques sont les endémiques des Carpates: *Gypsophila petraea*, *Draba kotschy*, *Achillea schurii*, *Saxifraga mutata* subsp. *demissa* (figure 3). Les associations décrites sont *Artemisio erianthae* - *Gypsophiletum petraeae* (Puşcaru et al., 1956), *Saxifraga moschatae* - *Drabetum kotschy* (Puşcaru et al., 1956), *Saxifraga rocheliana* - *Gypsophiletum petraeae* (Boşcaiu, Täuber et Coldea, 1977), *Saxifraga demissae* - *Gypsophiletum petraeae* (Boşcaiu et Täuber, 1977), *Achilleo schurii* - *Campanuletum cochleariifoliae* (Fink, 1977).

Figure 4. La distribution des espèces endémiques et Carpathique-Balkanique utilisées pour décrire la végétation des roches calcaires de l'alliance *Cystopteridion*

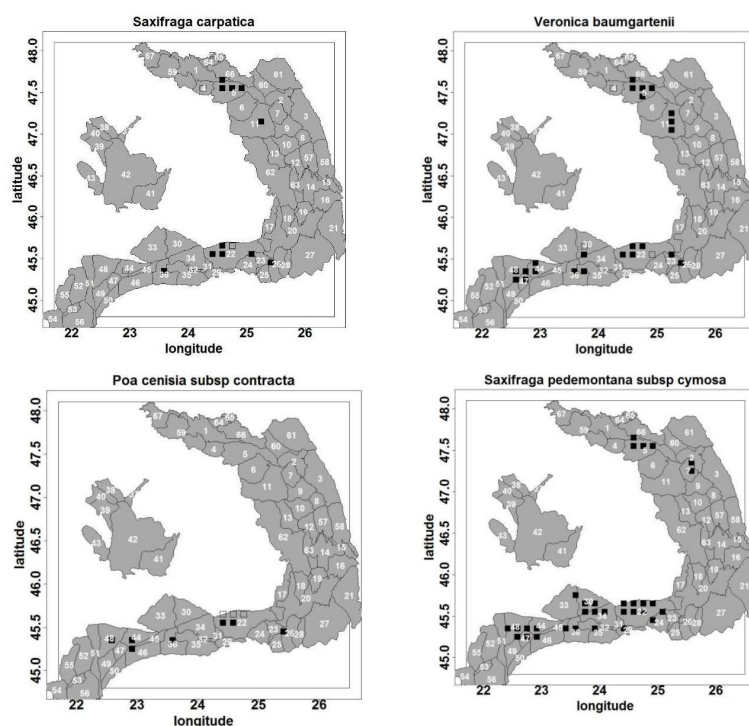


- 12 Il y a très peu d'utilisations économiques pour la végétation des roches. Bien qu'elles soient importantes dans la formation des sols, ces plantes et leurs habitats sont parmi les moins touchés par les activités humaines à haute altitude. Le changement climatique est probablement l'impact le plus important ici.

La végétation de l'éboulis

- 13 La végétation des éboulis des ceintures alpines et subalpines (classe *Thlaspietea rotundifolii*) est assez diversifiée, avec le plus grand nombre d'associations végétales décrites (12). De la même façon que la végétation des roches, la végétation des éboulis est également divisée en deux ordres, basés sur le pH du sol: ordre *Androsacetalia alpinae* (végétation sur éboulis acide) et ordre *Thlaspietalia rotundifolii* (végétation sur éboulis de calcaire).
- 14 Les communautés végétales d'éboulis acides (ordre *Androsacetalia alpinae*) sont regroupées en 2 alliances, *Veronicion baumgartenii* et *Festucion picturatae*, basées principalement sur leur composition floristique. L'alliance *Veronicion baumgartenii* a été décrite (Coldea, 1991) dans les habitats des Carpates en tant que vicariant de l'alliance *Androsacion alpinae*. Certaines des espèces les plus importantes pour l'alliance *Androsacion alpinae* sont absentes dans les Carpates, et leur place est prise par les espèces Carpathique-Balkanique (*Saxifraga carpathica*, *Saxifraga pedemontana* subsp. *cymosa*, *Veronica baumgartenii*, *Poa cenisia* subsp. *contracta*, figure 5), espèces endémique Roumaine (*Poa granitica* subsp. *disparilis*) et espèces endémiques pour les Carpates (EC - *Achillea schurii*). Les différences de structure floristique sont suffisantes pour soutenir la création d'une nouvelle alliance. Les 5 associations décrites dans les ceintures alpines et subalpines des Carpates Roumaines sont: *Saxifraga carpathicae* - *Oxyrietum digynae* (Pawl. et coll., 1928), *Saxifragetum carpathicae-cymosae* (Coldea (1986), 1990), *Poo contractae* - *Oxyrietum digynae* (Horv. et coll., 1937), *Saxifraga bryoidis* - *Silenetum acaulis* (Boşcaiu, Täuber et Coldea, 1977), *Veronico baumgartenii* - *Saxifragetum bryoidis* (Boşcaiu et al., 1977).

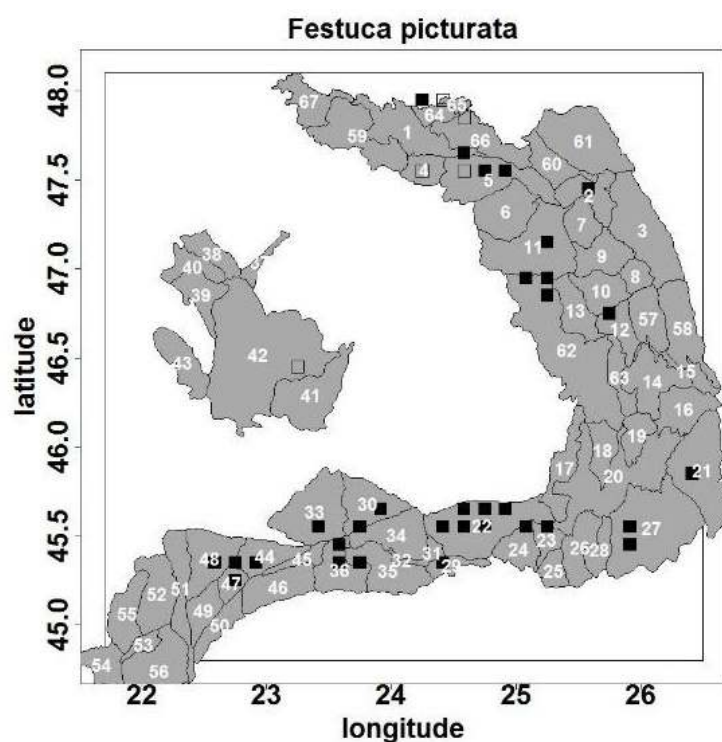
Figure 5. La distribution des espèces endémiques et CB utilisées pour décrire la végétation de l'écran acide typique pour les ceintures alpines et subalpines



- 15 L'alliance *Festucion picturatae* regroupe la végétation des éboulis avec la domination de *Festuca picturata* (*Festucetum picturatae*, Krajina, 1933). *Festuca picturata*, *Hypericum richeri* (Figure 6) est distribuée dans les Alpes, les Carpates et les Balkans, tandis que d'autres taxons spécifiques à l'alliance sont limités aux Alpes et aux Carpates comme *Doronicum stiriacum*.
- 16 Semblable à la végétation des roches, la végétation des éboulis de l'étage alpin et subalpin des Carpates Roumaines n'est pas menacée directement par les activités humaines. Certains variations dans la structure de ces communautés peuvent résulter de l'évolution du climat. L'importance économique de ces communautés est limitée.

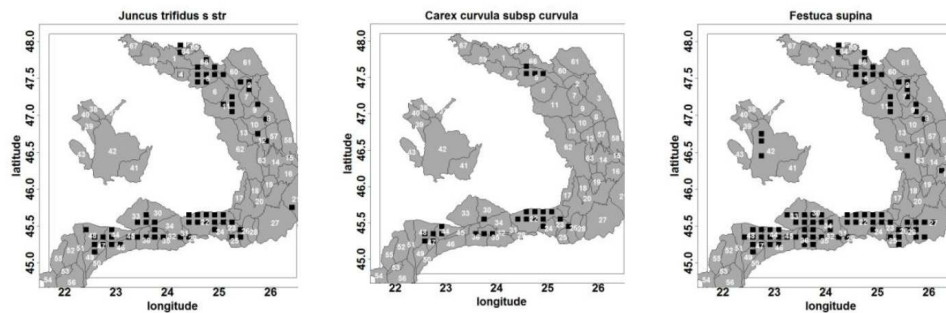
La végétation des prairies

- 17 La végétation des prairies subalpines et alpines des Carpates comprend quatre classes: deux sur les substrats acides (*Juncetea trifidi*, *Calluno - Ulicetea*) et deux pour sur les substrats calcaires (*Seslerietea albicantis*, *Carici rupestris - Kobresietea bellardi*).

Figure 6. La répartition de *Festuca picturata* dans les Carpates Roumaines

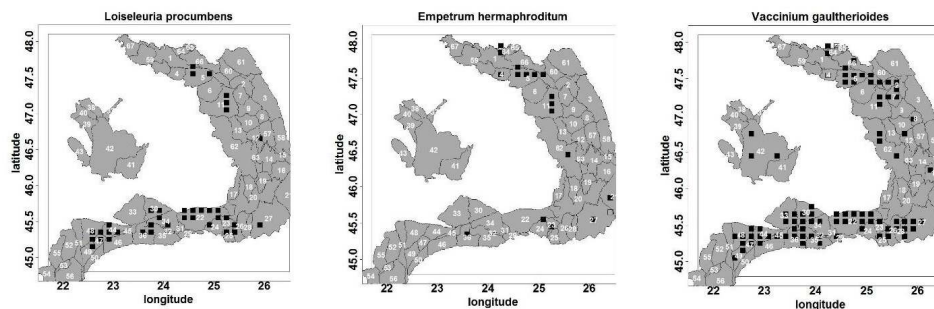
- 18 Les principales prairies alpines sont dominées par trois espèces principales : *Carex curvula*, *Juncus trifidus*, *Festuca airoides* (figure 7) appartenant aux trois associations les plus importantes. Les prairies avec *Carex curvula* (*Primulo - Caricetum curvulae* (Br.-Bl., 1926 en Oberd., 1957) ont une distribution plus large en Europe (Pușcaș, 2005). Il existe plusieurs espèces régionales (*Potentilla aurea* subsp. *chrysocraspeda*, *Rhododendron myrtifolium*, *Senecio abrotanifolius* subsp. *carpaticus*) qui ont déterminé les phytosociologues roumains à créer une sous-association (*festucetosum airoidis*). Les communautés végétales dominées par *Juncus trifidus* (*Oreochloo - Juncetum trifidi*, Szafer et al., 1927) sont communes dans les Carpates. *Juncus trifidus* se rencontre dans les montagnes d'Europe, mais il domine rarement sur de vastes surfaces en dehors de la chaîne des Carpates. Il en va de même pour *Festuca airoides*. En tant qu'espèce, elle est très répandue en Europe, mais comme formation prairiale (communautés où elle atteint la dominance), car elle n'a pas été décrite en dehors des Carpates (où elle forme des prairies regroupées dans l'association *Potentillo chrysocraspedae - Festucetum airoidis*, Boșcaiu, 1971).

Figure 7. La répartition des espèces dominantes utilisée pour décrire la végétation des prairies acides primaires de l'étage alpine et subalpin.



- 19 Les arbustes arctiques et boréaux bas (alliance *Loiseleurio-Vaccinion*) ont des antécédents d'incertitude quant à leur position syntaxonomique. Dans les Carpates, on les trouve dans la ceinture alpine, et on trouve de nombreuses espèces microthermiques en commun avec l'ordre *Caricetalia curvulae*, de sorte qu'elles sont placées dans cet ordre. Les espèces dominantes (*Loiseleuria procumbens*, *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium gaultherioides*, Figure 8) sont répandues dans les montagnes européennes. L'association *Cetrario - Loiseleurietum procumbentis* (Br.-Bl. et al., 1939) occupe de petites surfaces sur les croupes venteuses ou sur des sommets venteux en pentes douces. Les communautés regroupées dans l'association *Empetro - Vaccinietum gaultheroidis* (Br.-Bl., 1926) occupent les arêtes exposées au vent. Comme l'espèce *Empetrum hermaphroditum* se rencontre rarement dans les Carpates méridionales, les phytosociologues ont regroupé les communautés de cette aire de répartition dominée par *Vaccinium gaultherioides* et *Vaccinium vitis-idaea* dans une sous-association (*vaccinietosum*).

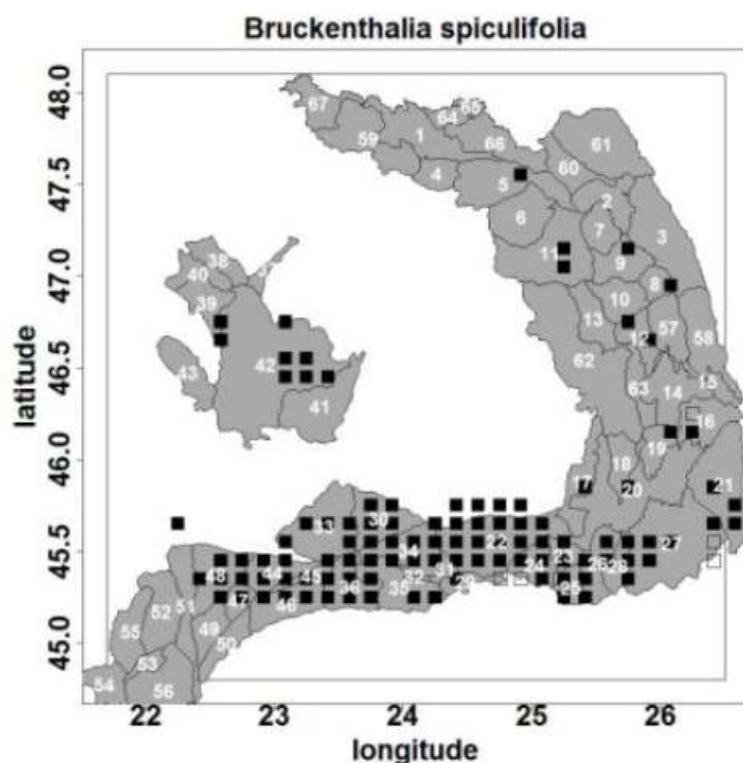
Figure 8. La distribution des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des arbustes arctiques et boréaux cryphiles de la zone alpine et subalpine



- 20 Les prairies primaires des sommets des montagnes ont un intérêt économique limité. Ils couvrent environ 22.800 ha, ce qui représente environ 0.5% des prairies de Roumanie (Pușcaru, 1963). Les communautés avec *Carex curvula*, *Festuca airoides* et *Juncus trifidus* sont pâturées par des moutons pendant les mois d'été, mais cette activité est beaucoup moins intense comparée à la pression exercée sur les prairies secondaires des basses altitudes. La principale raison est que les herbes dominantes (*Carex curvula*, *Juncus trifidus*, *Festuca airoides*) représentent une mauvaise nutrition pour les moutons (faible teneur en protéines digestibles, faible valeur énergétique) (Pușcaru et al., 1977). Les zones d'arbustes arctiques et boréaux inférieurs subissent encore moins l'impact du pâturage, car elles sont encore moins nutritives pour les moutons. En ce qui concerne le tourisme, il

y a encore un impact limité sur ces communautés dans les Carpates, car le ski n'est pas encore intensive (il y a une grande diversité de sentiers de randonnée à diverses altitudes, donc le suivi de haute altitude n'est pas si intense), surtout à des altitudes plus basses.

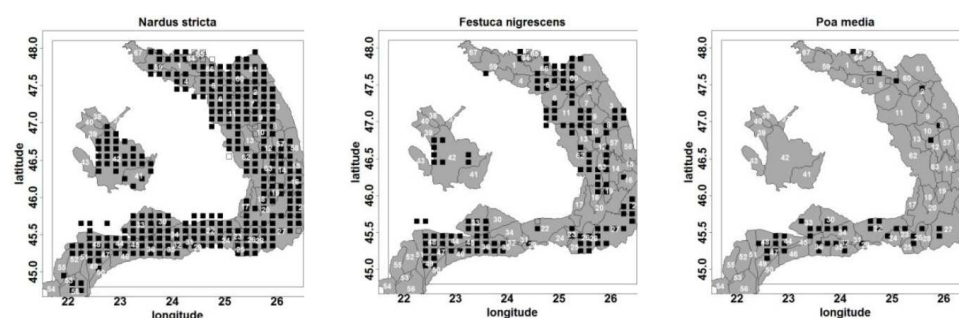
- 21 Les prairies secondaires sur le substrat acide de la haute montagne des Carpates sont groupées dans la classe *Calluno - Ulicetea*, ordre *Nardetalia*. L'ordre a deux alliances: *Violion caninae* (prairies à basse altitude, non trouvé dans l'étage alpin et subalpin) et *Potentillo ternatae - Nardion* (prairies à haute altitude). Les prairies de *Potentillo ternatae - Nardion* sont dominées par des espèces très répandues en Europe du Sud-Est. *Nardus stricta*, qui décrit 3 types de prairies (la plus courante, *Violo declinatae - Nardetum*, Simon, 1966, à plus grandes altitudes sur les pentes méridionales - *Centaureo nervosae - Nardetum strictae*, Coldea, 1997, dans des conditions plus humides - *Carici nigrae - Nardetum strictae* (Krajina, 1933), Kliment, 2007). *Festuca nigrescens* est également largement répandue, habituellement sur des zones déboisées, formant des prairies (groupées dans l'association *Scorzonero roseae - Festucetum nigrescentis* (Puşcaru et al., 1956), Coldea, 1987). Dans cette alliance, on regroupe aussi les prairies dominées par *Poa media*, une espèce Carpathique-Balkanique (*Poetum mediae*, Csűrös, 1956 – avec une distribution très limitée, occupant rarement plus de quelques hectares sur des pentes douces où persiste la neige). La distribution de ces espèces dominantes est montrée à la figure 10.
- 22 De la même manière, les petits arbustes de la ceinture subalpine sont inclus dans la classe des prairies sous-alpines (ordre *Vaccinio-Genistetalia*). Il existe 2 associations décrites (*Vaccinio - Callunetum*, Bükér, 1942; *Bruckenthalio - Vaccinietum*, Coldea, Filipaş et Stoica, 2008). Ces communautés sont fortement dominées par des espèces de *Vaccinium* (*V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, deux espèces largement réparties à de hautes latitudes dans l'hémisphère nord) ainsi que par *Calluna vulgaris* (réparties dans les montagnes d'Europe et d'Asie) et par *Bruckenthalia spiculifolia* - Carpathique-Balkanique, figure 9). Ces arbustes bas de la famille des Éricacées ont profité de la déforestation des grands arbustes de la ceinture subalpine. Ils sont communs dans les Carpates, occupant de vastes zones.

Figure 9. La distribution du petit arbuste *Bruckenthalia spiculifolia* dans les Carpates

- 23 L'impact humain sur les prairies secondaires est probablement le plus élevé dans tout le domaine subalpin-alpin des Carpates. La plupart de ces prairies sont broutées avec des moutons pendant l'été. Malgré des paramètres de moindre qualité par rapport à la moyenne (production de biomasse, teneur en protéines, valeur énergétique), après la pâture des prairies des altitudes inférieures, à partir de la fin juin, il existe une migration traditionnelle des moutons vers les prairies d'altitudes plus élevées (Pușcaru, 1963). Cette migration (*transhumanță*) est en partie traditionnelle, mais a considérablement augmenté au cours de la période communiste (entre les années 1945 et 1989). Pendant la période de transition du communisme à l'adhésion à l'Union européenne (1989-2007), le nombre de moutons a fortement diminué. Depuis l'adhésion à l'UE, les subventions de l'État pour l'élevage ovin ont augmenté, de sorte que, dans la dernière décennie (2007-2017), le nombre de moutons a augmenté (par une estimation, l'augmentation est de 33,8% (Pâslaru, 2016). mais il n'existe pas d'études précises sur la question ni sur l'impact de ces pratiques sur la structure et la composition floristique des prairies de haute altitude en Roumanie.
- 24 Les autres utilisations de ces prairies comprennent le tourisme et la collecte de plantes médicinales. Parmi les pratiques touristiques, le plus dommageable est le ski. La plupart des stations de la chaîne des Carpates sont situées près de la limite forestière, dans les prairies secondaires (résultant de la suppression des arbustes ou même des forêts). Encore une fois, il n'y a pas d'études sur les effets de cette activité sur les prairies de la chaîne des Carpates. Les plantes médicinales sont collectées, par des personnes ordinaires ou par des entreprises, mais pour le moment, cette pratique est limitée. Les fleurs d'*Arnica montana* sont collectées et utilisées pour le soulagement de la douleur, pour produire des champings antipelluculaires et des produits toniques pour les cheveux, et aussi pour entrer dans la composition de parfums et de cosmétiques. *Gentiana punctata* est très bien

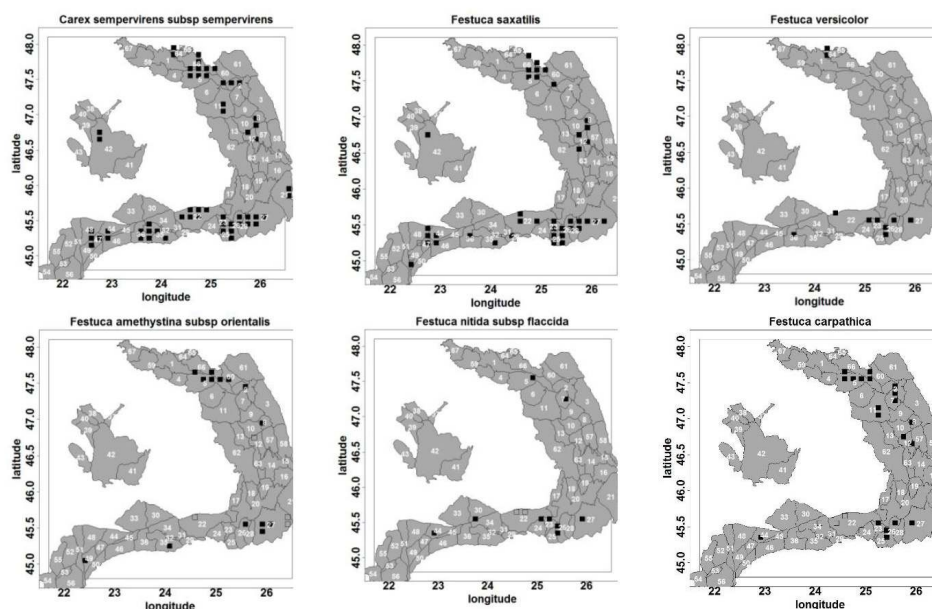
connue pour les traitements des problèmes digestifs. Des mesures pour la protection de ces deux espèces plus sporadiques devraient être prises (par exemple, surveillance, sensibilisation du public à leur vulnérabilité), car elles sont de plus en plus promues comme précieuses. Il existe également d'autres espèces, plus fréquentes et moins menacées. *Alchemilla vulgaris* est collecté pour le soulagement des maux d'estomac, diarrhée légère, spasmes musculaires, inflammations. Autour des bergeries, se trouve *Rumex alpinus*, une autre espèce médicinale utilisée comme astringent et laxatif. Les baies produites par les espèces de *Vaccinium* sont collectées et vendues congelées ou mises en conserves.

Figure 10. La distribution des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des prairies acides secondaires de l'étage alpin et subalpin



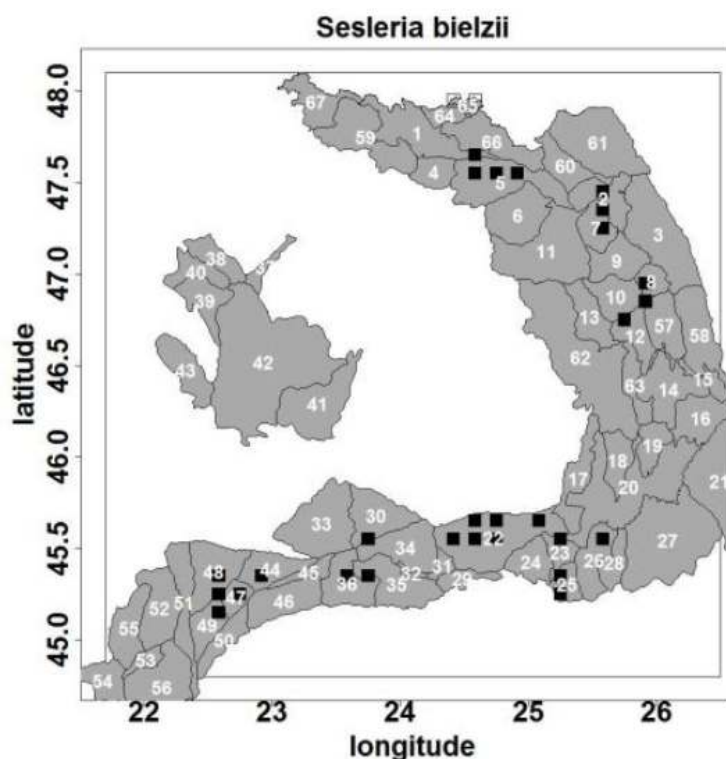
- 25 Les prairies primaires des hautes montagnes sur substrat basique sont incluses dans la classe *Seslerietea albicantis*, l'ordre *Seslerietalia albicantis*, et l'alliance *Festuco saxatilis* - *Seslerion bielzii*.
- 26 L'ordre comprend également des prairies à partir de substrats similaires à des altitudes plus basses (alliance *Seslerion rigidae*), qui ne se produisent pas dans les ceintures alpines et subalpines. Ces prairies à haute altitude ont plusieurs espèces dominantes (*Carex sempervirens* - réparties dans les montagnes d'Europe, *Festuca saxatilis* - réparties dans les montagnes autour de la Mer Noire, *Festuca versicolor* - réparties dans les Carpates et les Sudètes, *Festuca amethystina*, *Festuca flaccida* - ER, *Festuca carpatica* - EC, *Sesleria haynaldiana* - CB, figure 11).

Figure 11. La répartition des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des prairies primaires basiphiles de l'étage alpin et subalpin



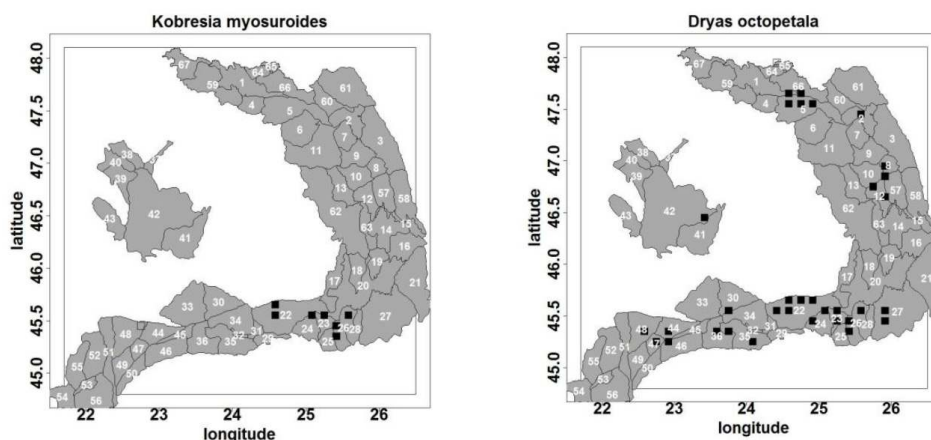
- 27 *Carex sempervirens* décrit 3 associations avec 3 espèces du genre *Sesleria*: *Sesleria bielzii* et *Sesleria haylandiana* (Figure 12), avec une distribution limitée aux Carpates et aux Balkans (*Sesleria bielzii* - *Caricetum sempervirentis* Puşcaru et al., 1956, *Sesleria haylandiana* - *Caricetum sempervirentis*, Puşcaru et al., 1956) et *Sesleria heufflerana* avec une distribution limitée aux Carpates (*Sesleria heufflerana* - *Caricetum sempervirentis*, Coldea, 1984, décrite seulement dans les montagnes Rodna au nord des Carpates Roumaines - OGU 5).

Figure 12. La distribution des espèces du genre *Sesleria* a permis de différencier les prairies primaires avec le substrat de base dominé par *Carex sempervirens*.



- 28 Les autres espèces dominantes de l'alliance décrivent chacune un type de végétation (*Festucetum saxatilis*, Domin, 1933; *Diantho tenuifolii - Festucetum amethystinae* (Domin, 1933) Coldea, 1984; *Seslerio - Festucetum versicoloris*, Beldie, 1967; *Festucetum flaccidae*, Coldea 1984; *Cardo kernerii - Festucetum carpaticae* (Pușcaru et al., 1956), Coldea, 1990; *Seslerio haynaldiana* - *Saxifragetum rocheliana*, Boșcaiu, 1971).
- 29 La couverture totale des prairies sur le substrat de base dans l'étage alpin et subalpin des Carpates Roumaines n'est pas très grande (par exemple, les prairies dominées par *Festuca saxatilis*, *Festuca amethystina* couvrent quelques centaines d'hectares) (Pușcaru, 1963). Ces prairies sont utilisées principalement pour le pâturage des moutons, de la même manière que les prairies acides. Selon certaines études, les prairies sur les substrats basique souffrent davantage de ce type de pression (Bașnou et al., 2009).

Figure 13. La répartition des espèces dominantes utilisée pour décrire la végétation des prairies avec un substrat basiphile de l'étage alpin et subalpin (classe *Carici rupestris* – *Kobresietea bellardi*).

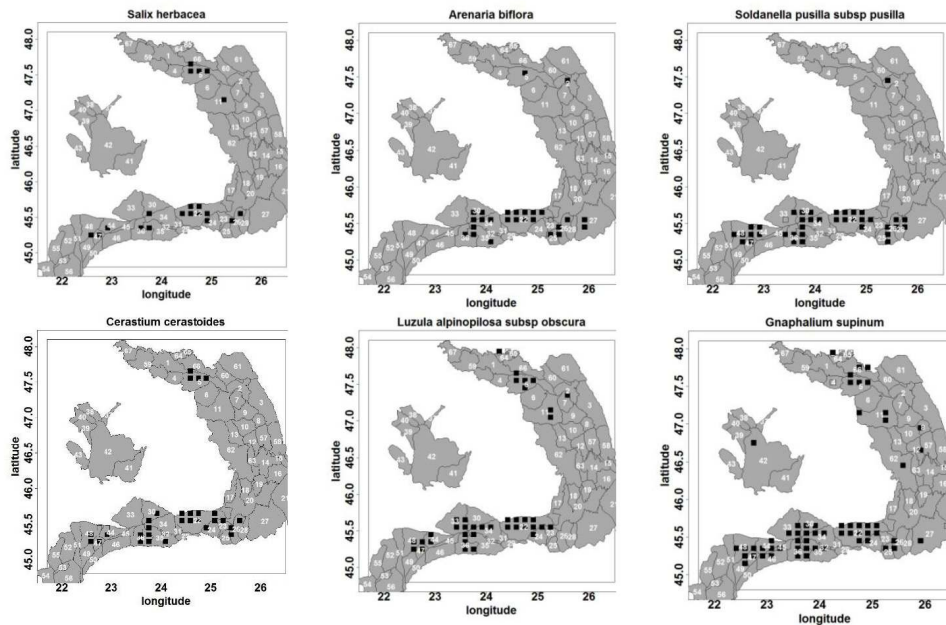


- 30 Les prairies alpines des substrats de base dominés par *Kobresia myosuroides* sont incluses dans une classe distincte (*Carici rupestris* - *Kobresietea bellardi*), ainsi que la végétation dominée par *Dryas octopetala* (végétation herbacée apparaissant sur les sols superficiels). Les deux espèces dominantes, *Kobresia myosuroides* (dominant dans l'association *Oxytropido carpaticae* - *Elynetum* (Puşcaru et al., 1956), Coldea, 1991) et *Dryas octopetala* (dominante dans l'association *Achilleo schurii* - *Dryadetum* (Beldie, 1967) Coldea, 1984) sont circumpolaires-alpines (distribution en Roumanie, figure 13). Il est intéressant de noter que *Kobresia myosuroides* a une distribution restreinte dans les Carpates Roumaines. Bien qu'il ait été noté par plusieurs sources bibliographiques comme présents dans le Făgăraş (OGU 22) et Piatra Craiului (OGU 23), il est présents uniquement dans des herbiers des Monts Bucegi (OGU 26). Comme ces communautés ne sont pas très répandues et ont une faible valeur économique, l'intervention humaine est habituellement accidentelle, résultant de l'impact sur les communautés voisines immédiates.

Végétation cryophile

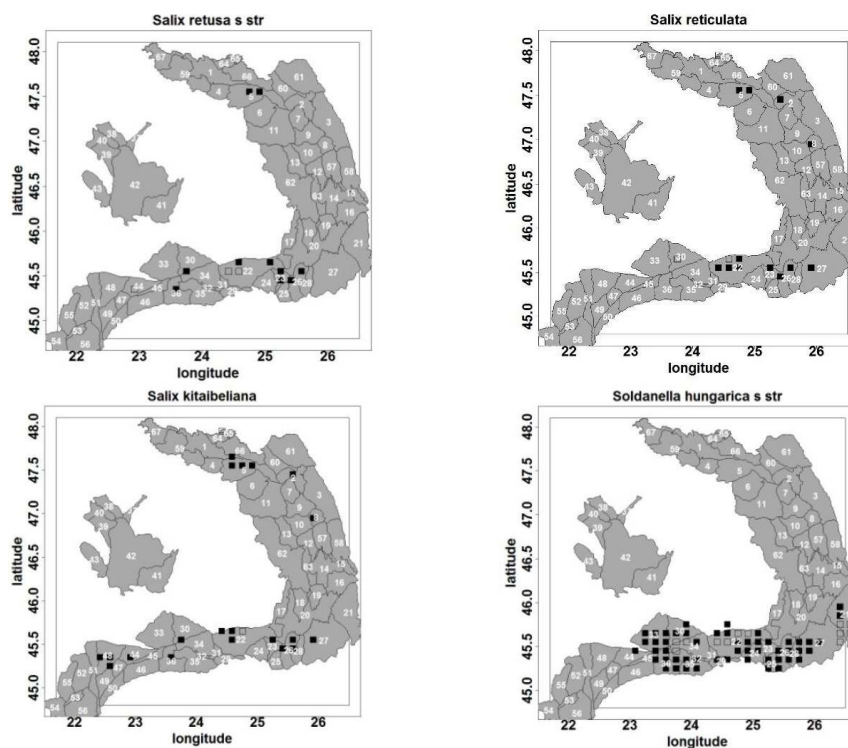
- 31 La végétation cryophile des petits arbustes, des couches de neige et de la toundra alpine est regroupée dans la classe *Salicetea herbaceae*. Toutes les communautés comprises dans cette classe se trouvent dans la ceinture alpine et subalpine des Carpates. Sur la base du pH du substrat de ces communautés, il existe deux ordres: ordre *Salicetalia herbaceae* (végétation cryophile sur substrat acide), et ordre *Arabidetalia coeruleae* (végétation cryophile sur substrat basique). Chaque ordre a une seule alliance, *Salicion herbaceae* (substrat acide), respectivement *Salicion retusae* (substrat basique).

Figure 14. La distribution des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des communautés cryophyles avec un substrat acide de l'étage alpin et subalpin.



- 32 La végétation cryophile des substrats acides (alliance *Salicion herbaceae*, figure 14) se caractérise par des espèces telles que *Cerastium cerastioides*, *Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum* (tous avec une répartition circumpolaire-arctique-alpine), *Arenaria biflora*, *Poa supina* (de l'Europe et de l'Asie), *Ranunculus crenatus*, *Soldanella pusilla* (trouvée dans les Alpes, les Carpates et les Balkans), *Luzula alpino-pilosa* subsp. *obscura* (EC – endémique dans les Carpates), *Soldanella hungarica* (ER – endémique en Roumanie), *Polytrichum sexangulare* (*Polytrichetum sexangulare*, Br. - Bl., 1926; *Salicetum herbaceae*, Br. - Bl., 1913 ; *Arenarietum biflorae*, Voik, 1976 ; *Soldanello pusillae* - *Ranunculetum, crenati* (Borza, 1931), Boşcaiu, 1971 ; *Soldanello hungaricae* - *Ranunculetum crenati*, Coldea, 1985 ; *Poa supinae* - *Cerastietum cerastioidis* (Söry, 1954), Oberd., 1957 ; *Luzuletum alpino-pilosae*, Fr.-Bl., 1926; *Nardo* - *Gnaphalietum supini*, Bartsch, 1940).
- 33 La végétation cryophile des substrats calcaires de l'étage alpin (alliance *Arabidetalia coeruleae*) est caractérisée par des espèces telles que *Salix reticulata* (espèce circumpolaire-arctique-alpine), *Salix retusa* (trouvée dans les montagnes d'Europe), *Soldanella hungarica* (espèces ER), *Salix kitaibeliana*, *Soldanella pusilla* (espèce CB) - figure 15. Les associations ont des correspondants : européen - *Salicetum retuso-reticulatae*, Br.-Bl., 1926; carpatique - *Soldanello pusillae* - *Salicetum kitaibelianae* (Boşcaiu, 1971), Coldea, 1993); roumain - *Soldanello hungaricae* - *Salicetum kitaibelianae*, Coldea, 1985.

Figure 15. La distribution des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des communautés cryophyles des substrats calcaires de l'étage alpin.



- 34 La menace la plus importante pour ces communautés est représentée par le changement climatique. Les communautés végétales cryogéniques sont sous la pression climatique, car les changements dans la durée et la profondeur de la neige devraient progresser dans les prochaines décennies vers des altitudes plus élevées, peut-être même dans les cirques glaciaires ou dans d'autres formes de relief qui abritent actuellement ces espèces végétales (Bavay et al., 2009). Alors que les plantes adaptées aux prairies et aux milieux rocheux peuvent avoir une meilleure chance de faire face au changement climatique, les plantes de ces communautés sont sous la pression claire du processus de réchauffement.

La végétation des arbustes

- 35 Les communautés d'arbustes se développent surtout dans le domaine subalpin des Carpates, avec des arbustes hauts exclusivement distribués à des altitudes plus basses, vers la limite des arbres. Il existe deux classes de végétation avec des arbustes dans la ceinture subalpine, *Vaccinio - Piceetea* et *Betulo carpaticae - Alnetea alnobetulae*.
- 36 La classe *Vaccinio-Piceetea* est caractérisée par trois espèces dominantes d'arbustes: *Pinus mugo* - endémique des montagnes d'Europe centrale et orientale, *Juniperus communis* subsp. *nana* - espèce arctique-alpine européenne, et *Rhododendron myrtifolium* - espèce Carpathique-Balkanique (figure 16). Selon l'espèce dominante, l'ordre *Junipero-Pinetalia mugo* a 3 alliances:
- *Pinion mugo* (grands arbustes de *Pinus mugo* regroupés dans deux associations: *Rhododendro myrtifolii - Pinetum mugo*, Coldea, 1991; *Adenostylo alliariae - Pinetum mugo* (Sillinger, 1933) Šoltésóvá, 1974); *Adenostyles alliariae* est une espèce alpine européenne.

- *Bruckenthalio-Juniperion* (grands arbustes avec *Juniperus communis* subsp. *nana*, regroupés dans deux associations: *Bruckenthalio - Juniperetum nanae*, Horvat, 1938, nom. invers., *Campanulo abietinae - Juniperetum nanae*, Simon, 1966); *Bruckenthalia spiculifolia* et *Campanula abietina* sont toutes deux des espèces CB, délimitant de façon très claire l'aire de ces associations.
- *Rhododendro - Vaccinion* (arbustes bas à *Rhododendron myrtifolium* et espèce de *Vaccinium*, regroupés dans l'association *Rhododendro myrtifolii - Vaccinietum*, Coldea et al., 1981).

Figure 16. La répartition des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des arbustes de la chaîne des Carpates (classe *Vaccinio - Piceetea*)

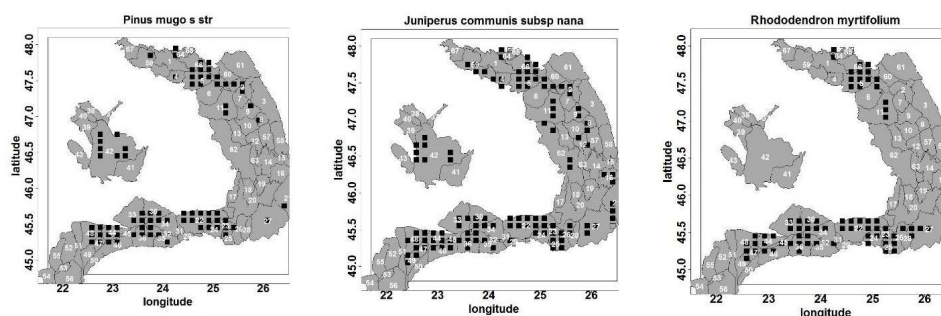
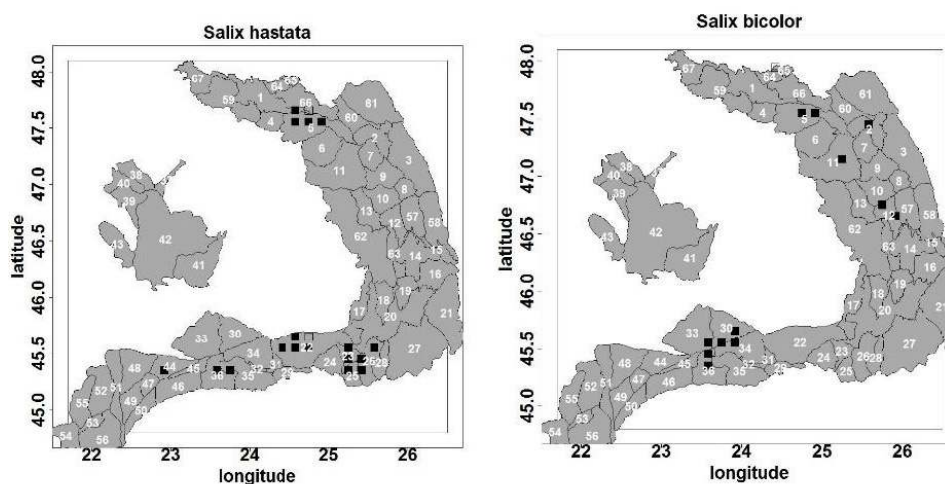


Figure 17. La répartition des espèces dominantes utilisées pour décrire la végétation des arbustes de la chaîne des Carpates (classe *Betulo carpaticae - Alnetea alnobetulae*)



- 37 Les petites communautés d'arbustes de la classe *Betulo carpaticae - Alnetea alnobetulae* sont caractérisées par deux espèces: *Salix bicolor* et *Salix hastata* (figure 17). Les communautés avec l'arbuste *Salix bicolor* (une espèce endémique européenne) se rencontrent généralement dans l'étage boréal, mais elles peuvent également être trouvées à des altitudes plus élevées (*Valeriano simplicifoliae - Salicetum bicoloris*, Popescu A., 2014) et sont incluses dans l'alliance *Salicion pentandrae* (saules en conditions mésophiles et hygrophiles sur des substrats neutres et basiques). *Salix hastata* (dans les montagnes d'Europe, d'Asie et des régions arctiques) a également servi à délimiter une association trouvée dans la ceinture subalpine des Monts Rodna (*Trisetum fuscum - Salicetum hastatae*, Coldea, 1986). L'association est incluse dans l'alliance *Salicion helveticae* (saules psychrophiles subalpins en conditions mésophiles et hygrophiles sur des substrats siliceux) (Boeuf et al., 2014).

- 38 La végétation arborescente de la ceinture subalpine des Carpates a une histoire d'impact des impactée par les activités humaines. Ces communautés occupaient des zones plus grandes dans le passé, formant une ceinture presque continue aux étages alpin et subalpin. Au cours du XIX^e siècle, certaines parties de ces formations arbustives ont été déboisées, créant des prairies secondaires, utilisées pour le pâturage. Cette pratique de la déforestation subalpine a atteint un sommet d'intensité dans la période communiste en Roumanie, et bien qu'elle ait été moins utilisée dans les décennies qui suivirent immédiatement le régime communiste, dans certaines régions, elle est encore une réalité actuelle. Le déboisement de la ceinture subalpine a déclenché des processus d'érosion des sols à grande échelle dans les pentes supérieures des montagnes et a considérablement réduit la capacité de rétention en eau du sol dans cette ceinture subalpine (Coldea et al., 1977). Comme la couche organique au-dessus du sol a été réduite et dans certains cas même complètement détruite (Coldea, 1980), l'hydrologie générale de ces régions a changé.
- 39 Un impact plus faible est représenté par la collecte des bourgeons des arbustes *Pinus mugo* à usage médical (la térébenthine, obtenue à partir de la résine de conifères est antiseptique, diurétique et vermifuge, également utilisé pour les traitements des reins, de la vessie et des maladies respiratoires).

La végétation du buisson et des herbes hautes

- 40 La végétation de buisson et des grandes herbes (classe *Mulgedio-Adenostyletea*, ordre *Adenostyletalia*) est divisée en deux alliances: *Adenostylon alliariae* (buisson hygrophile) et *Calamagrostion villosae* (hautes herbes dans les localités exposées au soleil). L'ensemble des 8 associations de plantes décrites dans les Carpates est compris dans cette classe se trouve dans les ceintures subalpines et alpines des Carpates.
- 41 Les communautés de buissons hygrophiles sont caractérisées par des espèces comme *Adenostyles alliariae*, *Doronicum austriacum*, *Alnus viridis* (trois espèces communes dans les montagnes d'Europe), *Cirsium waldsteini*, *Aconitum tauricum* (trouvée dans les Alpes et les Carpates), *Heracleum sphondylium* subsp. *transsilvanicum* (EC) (*Adenostylo - Doronicetum austriaci*, Horv., 1956; *Cirsio waldsteinii - Heracleetum transsilvanici*, Pawl. et Walas, 1949; *Aconitetum taurici*, Borza ex Coldea, 1990 ; *Salici - Alnetum viridis*, Colic et al., 1962). Leur répartition dans les Carpates Roumaines est présentée dans la figure 18.
- 42 Les hautes herbes des localités exposées au soleil sont caractérisées par des espèces telles que *Deschampsia caespitosa*, *Phleum alpinum*, *Calamagrostis villosa* (trouvée dans les montagnes d'Europe et d'Asie), *Dianthus compactus*, *Hypericum richeri* subsp. *grisebachii* (tous deux trouvés dans les Alpes, les Carpates et les Balkans), *Festuca porcii*, *Trisetum fuscum*, *Phyteuma vagneri* (espèce EC) (*Hyperico grisebachii - Calamagrostetum villosae*, Pawl. Et Walas, 1949; *Phleo alpini - Deschampsietum caespitosae* (Krajina, 1933), Coldea, 1983; *Diantho compacti - Festucetum porcii* Nyárády, 1966). La répartition de ces espèces en Roumanie est présentée à la figure 19.

Figure 18. La distribution des espèces sélectionnées utilisées pour décrire la végétation des communautés hygrophiles l'étage alpin et subalpin.

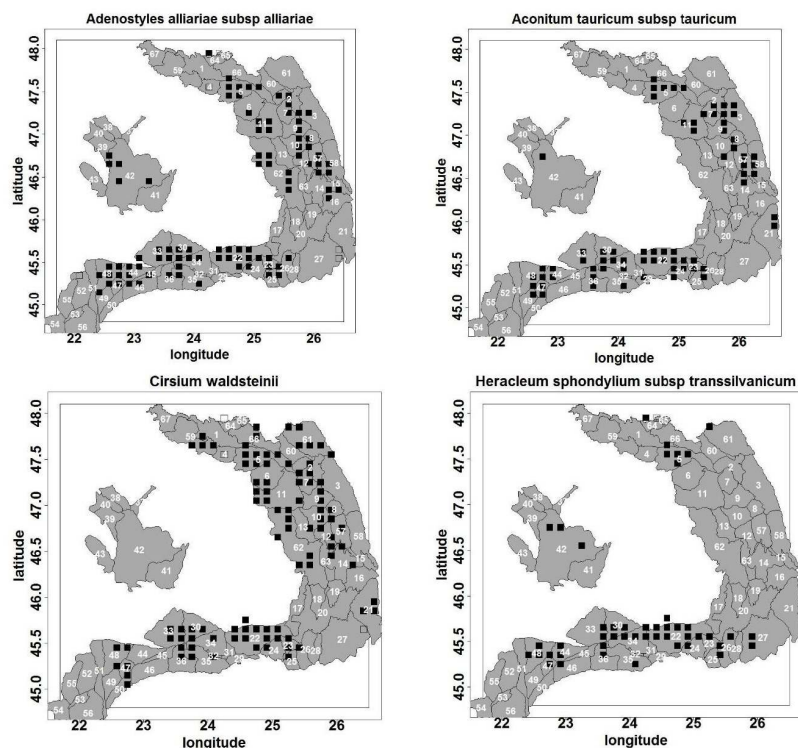
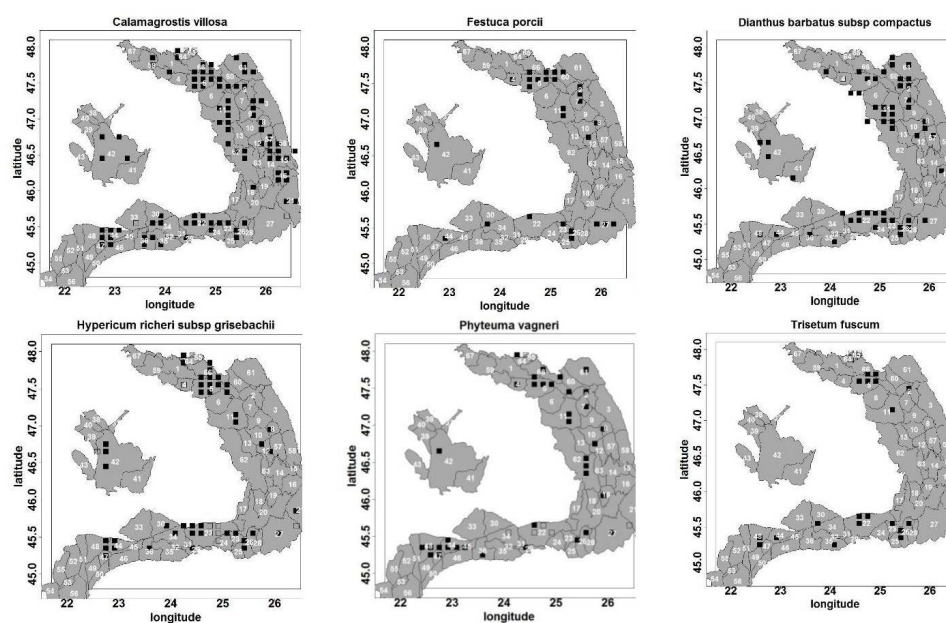


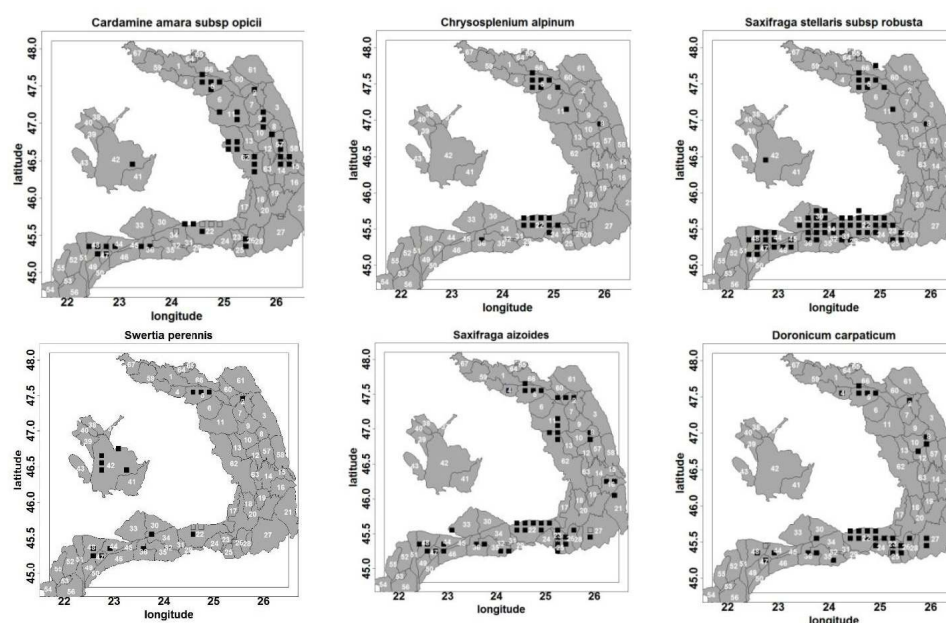
Figure 19. La distribution des espèces sélectionnées utilisées pour décrire la végétation des hautes herbes des localités sous-exposées de l'étage alpin et subalpin.



La végétation des zones humides

- 43 La végétation des zones humides de la ceinture montagneuse subalpine est incluse dans trois classes, la *Montio - Cardaminetea* (la végétation des rivières et des sources d'altitude), *Scheuchzerio - Caricetea nigrae* (la végétation des marais mésotrophes et eutrophes de haute altitude) et *Oxycocco - Sphagnetum* (végétation des tourbières oligotrophes et meso-oligotrophes à haute altitude). Au total, ces classes ont 14 associations et 6 sous-associations. La distribution des espèces caractéristiques est présentée aux figures 20 et 21.

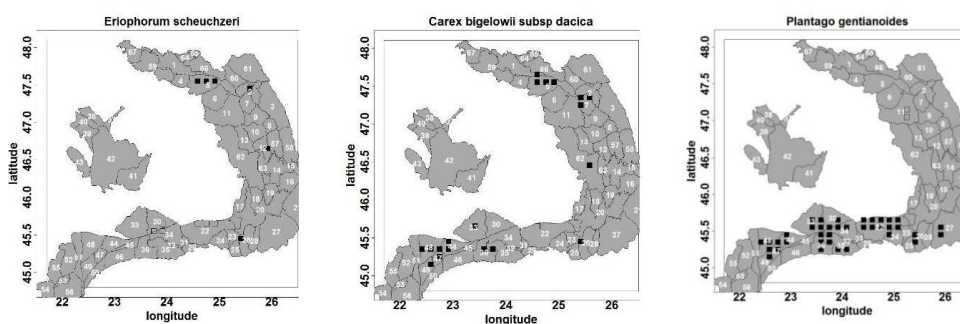
Figure 20. La répartition des espèces utilisées pour décrire la végétation des rivières de haute altitude et des communautés de sources de l'étage alpin et subalpin.



- 44 La végétation des rivières et des sources à haute altitude (classe *Montio - Cardaminetea*) est regroupée dans un seul ordre (*Montio-Cardaminetalia*). Selon le pH du substrat, ces types de végétation sont inclus dans deux alliances: acide, sur un substrat siliceux (alliance *Cardamino - Montion*) et basique sur substrat calcaire (Alliance *Cratoneurion commutati*).
- 45 Les rivières et les sources sur substrat acide sont caractérisées par des espèces telles que *Caltha laeta* (commune dans les montagnes de l'hémisphère nord), *Saxifraga stellaris*, *Swertia punctata* (réparties dans les montagnes à haute latitude), *Cardamine amara* subsp. *opicii* (répartis dans les montagnes de l'Europe centrale), *Chrysosplenium alpinum* (EC), (*Cardaminetum opizii*, Szafer et al., 1923; *Chrysosplenio alpini - Saxifragetum stellaris*, Pawl. et Walas, 1949; *Swertio punctatae - Saxifragetum stellaris*, Coldea, 1997; *Philonotido - Calthetum laetae* (Krajina, 1933), Coldea, 1991).
- 46 Les rivières et les sources sur le substrat basique sont caractérisées par des espèces telles que *Doronicum carpaticum* (EC), *Saxifraga aizoides* (trouvée dans les montagnes d'Europe, d'Asie et dans l'Arctique), *Cratoneurum commutatum* (*Cratoneuretum filicino-commutati* (Kuhn, 1937), *Doronicum carpatici - Saxifragetum aizoides*, Coldea (1986), 1990).
- 47 La végétation montagneuse mésotrophe et eutrophe est regroupée dans la classe *Scheuchzerio - Caricetea nigrae*, avec des occurrences sporadiques dans l'étage alpin et

subalpin. Selon la disponibilité des éléments nutritifs, il existe deux ordres distincts: la végétation mésotrophe est regroupée dans l'ordre *Scheuchzerietalia palustris*; la végétation eutrophe dans l'ordre *Caricetalia nigrae*. Les marais mésotrophes sont caractérisés par des espèces telles que *Carex lasiocarpa*, *Carex chordorrhiza*, *Swertia perennis* (tous largement répandus en Europe, en Asie et en Amérique du Nord) (*Caricetum lasiocarpae*, Koch, 1926; *Swertia perennis* - *Caricetum chordorrhizae*, Coldea (1986), 1990).

Figure 21. La répartition des espèces dominantes utilisée pour décrire la végétation des marais mésotrophes et eutrophes de l'étage alpin et subalpin



- 48 Les marais eutrophes sont caractérisées par des espèces telles que *Carex echinata* (large distribution mondiale), *Eriophorum scheuchzeri*, *Carex rostrata* (tous deux à large distribution à haute latitude), *Plantago gentianoides* (trouvés dans les Carpates, les Balkans et les montagnes d'Asie), *Carex dacica* – espèce CB) (*Carici dacicae* - *Plantaginietum gentianoidis*, Boşcaiu et al., 1972; *Eriophoretum scheuchzeri*, Rübel, 1912; *Sphagno* - *Caricetum rostratae*, Steffen, 1931; *Carici echinate* - *Sphagnetum*, Soó (1934), 1954).
- 49 Les marais eutrophes sur des substrats basique font partie d'un ordre différent au sein de la classe *Scheuchzerio* - *Caricetea nigrae*, ordre *Tofieldietalia*, et sont caractérisées par *Blysmus compressus* (trouvé en Europe et en Asie) et *Carex flava* (*Carici flavae* - *Blysmetum compressi*, Coldea, 1997).
- 50 La végétation oligotrophe et acide des tourbières subalpines et alpines est représentée par *Eriophorum vaginatum*, une espèce circumpolaire. En Roumanie, il décrit l'association *Eriophoro vaginati* - *Sphagnetum recurvi*, Hueck, 1925.
- 51 Un changement important, avec des conséquences écologiques, est dans la couverture des zones humides à haute altitude, généralement trouvées près des sources et des ruisseaux, elle a récemment diminué dans les Carpates Roumaines, une diminution qui s'accompagne d'une perte d'espèces végétales caractéristiques (Rodwell et al., 2002). Ce processus est intensifié par le réchauffement climatique actuel (Micu et al., 2015), certains sources subalpins et alpins disparaissent durant l'été, menaçant l'existence future cryophytes fortement liées à ce type d'habitat.

Conclusion

- 52 Les sommets élevés de la chaîne des Carpates du Sud-Est, comme une partie des zones alpines et subalpines du monde, ont une végétation variée, avec une ceinture alpine bien développée. Il y a 82 associations végétales, et 17 sous-associations, incluses dans 13 classes de végétation. La plupart des communautés végétales trouvées à ces altitudes sont fortement liées à la végétation alpine européenne. Des empreintes régionales

apparaissent dans la plupart des associations végétales, avec de nombreuses espèces qui sont endémiques des Carpates, ou des Carpates et des Balkans. Des syntaxa endémiques ont été également décrites, la plupart acceptées au niveau international.

- 53 En ce qui concerne son potentiel économique, l'utilisation la plus importante de la végétation à haute altitude est représentée par des prés, pâturages avec des moutons, une pratique ancienne qui a été très intense au cours de la période communiste, et qui se renforce maintenant. Cette pression a touché l'étage arbustif, avec un déboisement étendu afin de créer des prairies supplémentaires, une pratique avec de nombreux inconvénients écologiques. La pression supplémentaire sur les environnements de haute altitude est représentée par les stations de ski, principalement dans la ceinture subalpine. Les régions alpines de la chaîne des Carpates ne sont pas encore très touchées par le tourisme (par exemple, il n'y a pas de pentes de ski sur les 3 des groupes de montagne les plus importants soit: Făgăraș, Retezat, Rodna).
- 54 Il existe également plusieurs espèces de plantes médicinales qui se trouvent à haute altitude (*Arnica montana*, *Alchemilla vulgaris*, *Gentiana punctata*, *Vaccinium myrtillus*, *Juniperus communis*, *Pinus mugo*, *Picea abies*, *Angelica archangelica*, *Rumex alpinus*). Ces espèces médicinales sont collectées à des fins personnelles ou commerciales, mais l'impact de la cueillette reste limité pour la plupart, car certaines d'entre elles devraient être surveillées, car elles sont de plus en plus reconnues comme précieuses et sporadiques, avec une faible fréquence d'occurrence dans des habitats favorables (*Arnica montana*, *Gentiana punctata*, *Angelica archangelica*). Une pratique plus étendue est celle de la collecte des baies sauvages (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*), mais elle a également un impact limité sur l'écosystème.
- 55 Le changement climatique est l'une des menaces les plus importantes pour ces ceintures dans les Carpates. Des études récentes montrent qu'au cours des prochaines décennies, le réchauffement climatique créera une pression sur les milieux alpins, avec une perte de biodiversité attendue (les espèces cryophiles et endémiques sont particulièrement vulnérables). Des études plus approfondies sont nécessaires pour appréhender les effets de cette menace sur les régions alpines et subalpines de la chaîne des Carpates.

BIBLIOGRAPHIE

- Alexiu, V. (1998), *Vegetația masivului Iezer-Păpușa*. Editura Cultura, Pitești
- Başnou C., Pino J., Šmilauer P. (2009), Effect of grazing on grasslands in the Western Romanian carpathians depends on the bedrock type. *Preslia* 81:91–104.
- Bavay M., Lehning M., Jonas T., Lowe H. (2009), Simulations of future snow cover and discharge in Alpine headwater catchments. *Hydrol Process* 23:95–108. doi: 10.1002/hyp
- Beldie A. (1967), *Flora și vegetația munților Bucegi*. Editura Academiei, București
- Bivand RS (2016), rgdal.

- Boeuf R., Simler N., Holvek P., et al. (2014), Les végétations forestière d'Alsace, vol. I. Scheuer, Drulingen
- Boşcaiu N. (1971), Flora și vegetația munților Țarcu, Godeanu și Cernei. Editura Academiei, București
- Buia A. Păun M., Pavel C. (1962), Pajiștile din masivul Parang și îmbunătățirea lor. Editura Agro-Silvică, București
- Ciucă M. (1984), Flora și vegetația pajiștilor din Munții Ciucaș. Editura Academiei, București
- Coldea G. (1990), Muntii Rodnei, studiu geobotanic. Editura Academiei, București
- Coldea G. (1991), Prodrome des associations végétales des Carpates du sud-est (Carpates roumaines). Doc phytosociologiques 317–539.
- Coldea G., Plămadă E., Pânzaru G., Spârchez Z. (1977), Studii comparative asupra productivității unor ecosisteme primare în peninsule și secundare nardete din Munții Maramureșului. Stud și Cercet Biol Ser Biol Veg 29:143–149.
- Coldea Gh., Stoica I-A., Pușcaș M., et al. (2008), Alpine–subalpine species richness of the Romanian Carpathians and the current conservation status of rare species. Biodivers Conserv 18:1441–1458. doi: 10.1007/s10531-008-9488-z
- Coman A. (1946), Enumerarea plantelor vasculare din Maramureșul românesc din herbarul “A. Coman.” Bul. Grăd. Bot. Cluj 26:
- Drăgulescu C. (2010), Cormoflora județului Sibiu. Editura Universității Lucian Blaga Sibiu, Sibiu
- Engler R., Randin C. F., Thuiller W., et al. (2011), 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. Glob Chang Biol 17:2330–2341. doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02393.x
- Gottfried M., Pauli H., Futschik A., et al. (2012), Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. Nat Clim Chang 2:111–115. doi: 10.1038/nclimate1329
- Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J. L., et al. (2005), Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int. J. Climatol., 25:1965–1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Hijmans R. J., van Etten J (2012), raster: Geographic analysis and modeling with raster data.
- Hohn M. (1998), A Kelemen havasok novényszeteröl. Mentor, Târgu Mureș
- Hurdu B., Escalante T., Pușcaș M., et al. (2016), Exploring the different facets of plant endemism in the South-Eastern Carpathians : a manifold approach for the determination of biotic elements , centres and areas of endemism. Biol. J. Linn. Soc. 649–672. doi: 10.1111/bij.12902
- Körner C. (2003), Alpine Plant Life. Mt Res Dev. doi: 10.1007/978-3-642-18970-8
- Manoliu A., Zanoschi V., Coroi A-M., et al. (2002), Flora Masivului Ceahlău. Editura Corson, Iași
- Micu D. M., Dumitrescu A., Cheval S., Birsan M.-V. (2015), Climate of the Romanian Carpathians. Springer
- Mihăilescu S. (2001), Flora și vegetația masivului Piatra Craiului. Editura Vergiliu, București
- Nyarady EI. (1958), Flora și vegetația munților Retezat. Editura Academiei, București
- Ozenda P. (1994), Vegetation du continent Européen. Delachaux et Niestle, Lausanne
- Pâslaru S. (2016), Subvențiile, cheltuite degeaba: România a pierdut 800.000 de bovine după aderarea la Uniunea Europeană. La ovine este însă a patra forță din UE. Ziarul Financ.

Pușcaru D., Pușcaru S. E., Dan I. R., et al. (1977), Valoarea nutritivă a pajistilor din muntii Făgăraș și perspectiva sporirii potentialului lor productiv - SSNG Com Bot.pdf. Comunicări Bot la a X-a Consfătuire națională Geobot 35-46.

Pușcaru S. E. (1963), Pășunile și fânețele din Republica Populară România - Studiu geobotanic și agroproductiv. Ed. Academiei, București

Pușcaș M. (2005), Carpathian Chorology of *Carex curvula* All., within European Alpine System. Contrib Bot 40:5-14.

R (2010) R: A language and environment for statistical computing.

Rodwell J. S., Schaminée J. H. J., Mucina L. P., et al. (2002), The diversity of European vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats. Nat Fish Wageningen, NL. doi: ISBN 90-75789-10-6

Săvulescu T., Flora Republicii Populare Române (R.S.R.), vol. I - XIII, 1952-1976. Editura Academiei, București

Taberlet P., Zimmermann N. E., Englisch T., et al. (2012), Genetic diversity in widespread species is not congruent with species richness in alpine plant communities. Ecol Lett 15:1439-48. doi: 10.1111/ele.12004

Thomas C. D., Franco A. M. A., Hill J. K. (2006), Range retractions and extinction in the face of climate warming. Trends Ecol Evol 21:415-6. doi: 10.1016/j.tree.2006.05.012

Walter K. M., Zimov S. A., Chanton J. P., et al. (2006), Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. Nature 443:71-5. doi: 10.1038/nature05040

RÉSUMÉS

La chaîne de montagnes des Carpates fait partie du Système Alpin Européen (SAE). Situé dans la partie orientale du SAE, cette chaîne de montagnes est influencée par la continentalité climatique, caractérisée par la diminution des précipitations et par les fluctuations de températures. En outre, la variation altitudinale et les cycles historiques de glaciations importantes ont créé un couvert végétal unique. L'article résume les types de végétation les plus importants trouvés dans les Carpates et offre un premier aperçu de la distribution de leurs espèces caractéristiques ou différentielles. Un accent particulier sera mis sur les activités économiques placées dans cette chaîne de montagnes, et les effets de ces impacts sur les différentes communautés végétales.

INDEX

Mots-clés : Carpates, végétation alpine, végétation subalpine, espèces végétales de haute montagne, plantes endémiques des Carpates

AUTEURS

ADRIAN-ILIE STOICA

Docteur en biologie, Institut de biologie de Cluj-Napoca, Str. Republicii No. 48, Cluj-Napoca 400015, Romania

NICOLAIE HODOR

Professeur de biogéographie, Université Babes-Bolyai, Faculté de Géographie, Cluj-Napoca, Str. Republicii No. 48, Cluj-Napoca 400015, Romania

GHEORGHE COLDEA

Professeur de biologie Institut de biologie de Cluj-Napoca. Str. Republicii No. 48, Cluj-Napoca 400015, Romania